Российская академия наук
Териологическое общество им. академика В.Е. Соколова при РАН
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»)

КАСПИЙСКИЙ ТЮЛЕНЬ: ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ КАСПИЙСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Товарищество научных изданий КМК
Москва 2026

УДК [001:911.3](470+571)(091)
ББК 26.8г(2Рос)
Д76

Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Коллективная монография. Отв. ред. Рожнов В.В., Магомедов М.-Р.Д., Бизиков В.А. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2026. 369 с. – ISBN 978-5-908015-88-2

В коллективной монографии «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы» дана комплексная сопряженная оценка состояния всех уровней экосистемы Каспийского моря и их совокупного взаимодействия, которые в конечном итоге влияют на состояние и общее благополучие каспийского тюленя: численность его популяции, распространение, ключевые местообитания. Обсуждаются факторы, определяющие интенсивность их размножения, характер миграций и особенности фоновой и массовой смертности. Показана индикационная роль и место каспийского тюленя в экосистеме Каспийского моря, одного из самых крупных бессточных водных бассейнов в мире. Не менее важной задачей монографии является охрана самого каспийского тюленя как единственного млекопитающего и эндемика Каспия и среды его обитания в крайне нестабильной экосистеме моря, обусловленной совместным действием ряда природных и антропогенных факторов.

Для широкого круга специалистов, работающих в области экологии, зоологии, геологии.

Ответственные редакторы:
Рожнов В.В., Магомедов М.-Р.Д., Бизиков В.А.

Рецензенты:
Глубоковский М.К., доктор биологических наук
Флинт М.В., доктор биологических наук, академик РАН

Монография рекомендована к печати
Учеными советами Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского ФИЦ РАН и ГНЦ РФ
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии









Монография издана при финансовой поддержке
Фонда «Мир вокруг тебя» компании Siberian Wellness и Фонда «Озеро Байкал»





ISBN 978-5-908015-88-2

© Коллектив авторов, 2026.
© ООО «КМК», издание, 2026.

Russian Academy of Sciences
Academician V.E. Sokolov Theriological Society at the RAS
A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS
Caspian Institute of Biological Resources of the DFRC of the RAS
Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(VNIRO)

CASPIAN SEAL: AN INDICATOR OF THE CASPIAN ECOSYSTEM STATE

KMK Scientific Press
Moscow 2026

УДК [001:911.3](470+571)(091)
ББК 26.8г(2Рос)
Д76

Caspian seal: An indicator of the Caspian ecosystem state. Collective monograph. Eds. V.V. Rozhnov, M.-R.D. Magomedov, V.A. Bizikov. – Moscow: KMK Scientific Press, 2026. 369 p. – ISBN 978-5-908015-88-2

The collective monograph “Caspian Seal: An Indicator of the Caspian Ecosystem State” presents a comprehensive, integrated assessment of the state of all levels of the Caspian Sea ecosystem and their combined interactions – factors that ultimately determine the condition and overall well-being of the Caspian seal – the only endemic mammal in the Caspian Sea –, including its population size, distribution, and key habitats. The book discusses the factors determining the seal’s reproductive rates, migration patterns, and the nature of both routine and mass mortality events. The work highlights the role of the Caspian seal as an indicator species within the ecosystem of the Caspian Sea the world’s largest endorheic basins. An equally important objective of this monograph is to address the conservation of the Caspian seal and its habitat amidst an ecosystem rendered highly unstable by the combined impact of various natural and anthropogenic factors.

This monograph is intended for a wide range of specialists in the fields of ecology, zoology, and geology.

Reviewers:
M.K. Glubokovsky, Doctor of Biological Sciences
M.V. Flint, Doctor of Biological Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

ISBN 978-5-908015-88-2

© Team of authors, 2026.
© KMK Ltd., 2026.

Предисловие

Каспийское море – крупнейший внутренний бессточный водоём нашей планеты, находящийся между двумя континентами, Европой и Азией. Регион и бассейн Каспийского моря являются одним из сложнейших и уникальных водных природных образований, где тесно переплетаются проблемы политического, экономического и экологического характера. Уникальность и своеобразие этого естественного водоёма, обширный водосборный бассейн которого составляет около 3,5 млн. км^2, во многом определяются сложной и мало предсказуемой пространственно-временной динамикой его гидрологических и гидробиологических процессов, зависящих от огромного числа трудно учитываемых и варьирующих во времени факторов.

Экологическая ситуация на Каспии и её динамика связаны как с исторически обусловленной естественной динамикой условий среды в его бассейне, так и с хозяйственной деятельностью прикаспийских государств. Проблемы его всё больше и больше привлекают внимание исследователей и природоохранной общественности, в том числе и его биологического разнообразия и биологических ресурсов. Особую озабоченность вызывает состояние единственного морского зверя Каспия, его эндемика – каспийского тюленя, который занесен в Красную книгу Российской Федерации (2021), в Красные книги всех прикаспийских государств, в список охраняемых объектов Международного союза охраны природы (IUCN) как вид, находящийся под угрозой исчезновения «EN». Регулярно появляющиеся на дагестанском побережье России, казахстанском побережье, апшеронском побережье Азербайджана выбросы погибших тюленей (так называемых «плывунов») сопровождаются активным обсуждением этих случаев, высказываются самые разные гипотезы относительно них, часто не имеющие под собой никаких фактов.

Каспийский тюлень – важный компонент каспийских экосистем. Благодаря тому, что тюлень широко использует всю акваторию моря и не образует внутривидовых форм и выраженных локальных популяций, этот вид является замыкающим звеном в трофической цепи водной экосистемы Каспия, занимает в ней место высшего хищника, что позволяет считать его главным видом-индикатором её состояния. Любые изменения, происходящие в экосистеме, отражаются на численности и структуре популяции каспийского тюленя.

Как и в какой степени состояние Каспийского моря и происходящих в нём процессов, естественных и обусловленных деятельностью человека, отражаются на жизни каспийского тюленя? Каковы реальные условия его сезонного пребывания в различных частях Северного, Среднего и Южного Каспия? Можно ли рассматривать каспийского тюленя в качестве индикатора состояния каспийской экосистемы? Можно ли что-то предпринять, чтобы избежать воздействия негативных факторов на тюленя? Какие акценты следует расставить в научных исследованиях как самого тюленя, так и каспийской экосистемы в целом, чтобы лучше понять причины происходящих процессов и их последствия?

Предлагаемая коллективная монография посвящена анализу и обобщению тех научных исследований, которые могут ответить на вопросы о состоянии популяции каспийского тюленя, о его численности и её динамике, о тех факторах, которые реально определяют состояние как вида в целом, так и отдельных его особей, а также тем методам подсчёта животных и оценки благополучия популяции каспийского тюленя, которые используются в научных исследованиях.

Собранный в коллективной монографии материал распределён в четыре основных главы. В первой дана общая характеристика каспийского тюленя и рассмотрено его место в экосистеме моря, приведён обзор результатов генетических исследований этого и других близких видов, позволяющих глубже понять историю каспийского тюленя и

его адаптации к этому своеобразному водоёму. Кроме того, проанализирована история промысла вида, имевшего огромное значение в экономике нашей страны, без чего невозможно понимание нынешнего состояния популяции каспийского тюленя. Во второй главе обобщены данные, характеризующие среду обитания каспийского тюленя, включая физико-географическую характеристику моря, его гидрологический режим, изменения и прогноз его уровня; рассмотрена ледовая фенология на Каспии и изменения толщины ледового покрова в связи с изменением климата. Большое внимание уделено особенностям флюидодинамики дна моря, которая может быть определяющей причиной гибели тюленей во время миграций. Рассмотрена возможность влияния плёночных нефтезагрязнений Северного и Среднего Каспия на состояние популяции тюленей по данным радиолокационного мониторинга в 2023–2024 гг. Обсуждены общие и частные вопросы экологического состояния природной среды и современное состояние каспийского тюленя в различных секторах Каспийского моря. Третья глава знакомит читателей с современным распределением каспийского тюленя, состоянием численности вида и её изменениями в последние годы, а также ключевыми местообитаниями и их изменениями в связи с динамикой уровневого режима Каспия. Четвертая глава посвящена одному из самых острых и резонансных вопросов в экологии тюленей, связанных с их массовой сезонной гибелью, и обзору причин смертности тюленей. Помимо серьёзно обсуждаемой в последние годы гибели тюленей от прямого отравления природными газами в сейсмически опасных зонах Каспия, приведены данные о возможных связях благополучия популяции каспийского тюленя с воздействием на него тяжелых металлов, органических загрязнителей, гельминтов, о вирусных угрозах этому виду, а также о микробиоме каспийского тюленя, его роли в жизненном цикле каспийского тюленя и возможности его использования для оценки благополучия вида. Все эти направления прямо или косвенно затрагивают проблему сохранения каспийского тюленя как единственного морского млекопитающего, эндемика Каспия и индикатора крайне нестабильной экосистемы моря – среды его обитания.

В качестве заключения приведена история комплексных научных исследований Каспийского моря и рассматриваются перспективы интеграции и координации актуальных работ. Подчёркнута необходимость системного экологического мониторинга каспийского тюленя и моря в целом. Наконец, в приложении нами приведены резолюция Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы», которая проходила в Махачкале 12–14 ноября 2024 г., и информация об авторах монографии. Ими являются многие участники прошедшей научной конференции, ведущие специалисты по биологии и экологии каспийского тюленя, а также исследователи Каспийского моря и различных компонентов его экосистемы всех пяти государств, расположенных вокруг Каспия (России, Казахстана, Туркмении, Азербайджана и Ирана).

Каспийского море является общим объектом экологической ответственности прежде всего для этих государств, поэтому мы стремились максимально вовлечь различных профильных специалистов всех этих стран для участия в предлагаемой читателю коллективной монографии. Обострение экологической ситуации в прикаспийском регионе требует формирования современной системы постоянного контроля состояния морской среды, быстрейшего восстановления комплексных научно-исследовательских работ и внедрения современных принципов системного экологического мониторинга всего Каспийского бассейна.

Повторим, что одна из главных задач этого издания состоит в том, чтобы обобщить имеющуюся на сегодняшний день научную информацию. И мы надеемся, что оно станет отправной точкой для дальнейшего изучения каспийского тюленя и среды его обита-

ния всеми прикаспийскими странами, чтобы при необходимости принятия каких-либо управленческих решений под ними была серьёзная научная основа. Это особенно важно, учитывая, что в резолюции, принятой на прошедшей Международной научной конференции, отмечена необходимость создания «общей интерактивной платформы для обмена информацией о каспийском тюлене и состоянии каспийской экосистемы, в том числе с возможностями формирования современных фактографических баз данных на основе создания мощных научно-аналитических инструментов на единых геоинформационных системах и технологиях (ГИС и ГИТ), обеспечения доступа к публикациям по этим вопросам, а также издание единой методики сбора материала по каспийскому тюленю и соответствующих протоколов для получения сопоставимых данных о состоянии его популяции в акваториях разной юрисдикции».

Мы надеемся также, что научные данные, обобщённые в коллективной монографии, станут одной из основ разрабатываемой нами Программы экологического мониторинга каспийского тюленя, а также концепции сохранения каспийского тюленя, которую готовит фонд «Озеро Байкал» при поддержке фонда «Мир вокруг тебя» компании Siberian Wellness, объединяя специалистов по изучению этого уникального вида. Концепция позволит сформировать согласованную систему мер по охране популяции каспийского тюленя и её местообитаний, послужит развитию межгосударственного и межсекторного сотрудничества в этой области, а также принятию природоохранных решений, основанных на современных научных знаниях, что также отмечено в резолюции прошедшей Международной научной конференции.

Знания учёных, издание этой коллективной монографии, поддержка фондов направлены на одну общую цель – сохранение каспийского тюленя. Благодарим наших друзей и партнёров за веру в науку и за поддержку этого издания.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ

Каспийский тюлень: общая характеристика вида и его место в экосистеме моря

Шипулин С.В., Кузнецов В.В.

Каспийский тюлень, или каспийская нерпа (*Pusa caspica* Gmelin, 1788) – единственный вид морских млекопитающих в Каспийском море, его эндемик, представитель семейства настоящих тюленей (Phocidae) отряда хищных (Carnivora). Вид находится под охраной во всех прикаспийских государствах, в России он занесен в Красную книгу Российской Федерации (2021).

Это относительно небольшое животное длиной 120–148 см (максимально до 160 см) и массой 50–60 кг (в период наибольшей упитанности до 90–100 кг), имеющее характерную серо-буроватую окраску с темными пятнами. Размеры самцов и самок примерно одинаковы. У самцов по всему телу мелкие, почти чёрного цвета пятна, которые образуют своеобразный узор. У половозрелых самок пятен меньше, они светлые и расположены преимущественно на спине. Перед линькой (осенью и зимой) спина взрослых тюленей приобретает коричневый или оливково-бурый цвет, а бока и брюхо – цвет грязной охры (Бадамшин, 1966; Хураськин и др., 2004; Аристов, Барышников, 2001). Некоторые исследователи (Олейников, 2011) считают, что для тюленей южной части моря характерна более короткая и широкая мозговая часть при удлинённой лицевой части черепа, для животных северной части – более удлинённая и узкая мозговая часть при более короткой лицевой части черепа, связывая эти особенности с различиями экологических условий на севере и юге Каспийского моря.

Каспийские тюлени хорошо приспособлены к условиям жизни в Каспийском море. Они встречаются по всей акватории моря, от прибрежных районов Северного Каспия до берегов Ирана. Тюлени предпочитают держаться в области умеренно-холодных вод, поверхностная температура которых не превышает 20 °С, но способны выдерживать прогрев воды до +25–30 °С в летнее время. Зимой нормально существуют при любой минусовой температуре. Тюлени перемещаются в поверхностном слое воды, встречаются как в мелководной части Северного Каспия, так и в глубоководных районах Среднего и Южного Каспия (до 100-метровой изобаты). При добывании пищи способны погружаться на глубину до 80 м.

Для тюленей важно наличие мест для залёжек – щенных и линных. Щенные залёжки формируются в конце января-начале февраля на льду Северного Каспия. Степень их концентрации зависит от характера зим и динамики ледового режима перед началом массового размножения самок (в мягкие зимы только в восточной его части, в средние и суровые – и в восточной, и в западной частях). Линные залёжки располагаются главным образом на

островах, песчаных косах и шалыгах, при этом побережий, заросших тростником и другими высшими растениями, тюлени обычно избегают (Хураськин, Захарова, 2001).

Максимальная продолжительность жизни каспийского тюленя была установлена в 50 лет (Эйбатов, 1976). Физическая зрелость у него наступает в возрасте 18–22 лет. Климактерический период начинается в 30–32 года. Только у одной особи в возрасте 34 лет был обнаружен эмбрион. Старческие изменения (остеохондроз, остеопороз, деформирующий артроз, фрагментация корней зубов) проявляются в 28–32 года (Гаджиев, Эйбатов, 1995; Эйбатов, Гаджиев, 2022).

Годовой жизненный цикл каспийского тюленя

Годовой жизненный цикл у каспийского тюленя выражен очень хорошо (Бадамшин, 1969а)*:* с середины февраля до середины марта в Северном Каспии идёт брачный период – тюлени на короткое время формируют пары и самка спаривается с одним из 3–4 соперничающих между собой самцов (беременность имеет латентную стадию длительностью 10–11 месяцев); *с конца марта по начало мая* тюлени линяют на линных залёжках; *с конца мая по сентябрь они* нагуливаются в Южном и Среднем Каспии, после чего происходит их возвратная миграция на север; *с сентября по декабрь* тюлени скапливаются на шалыгах и косах перед щенкой (рис. 1), а в *январе-феврале* на льдах



Рис. 1. Островные предзимние залежки каспийского тюленя. Фото: Кузнецов В.В.

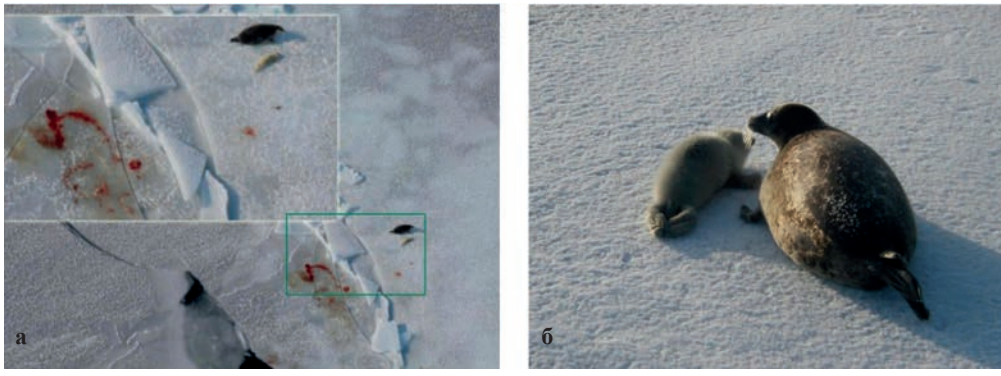


Рис. 2. Матуха со щенком после родов (а) и во время отдыха (б) на льду в Северном Каспии. Фото: Кузнецов В.В.

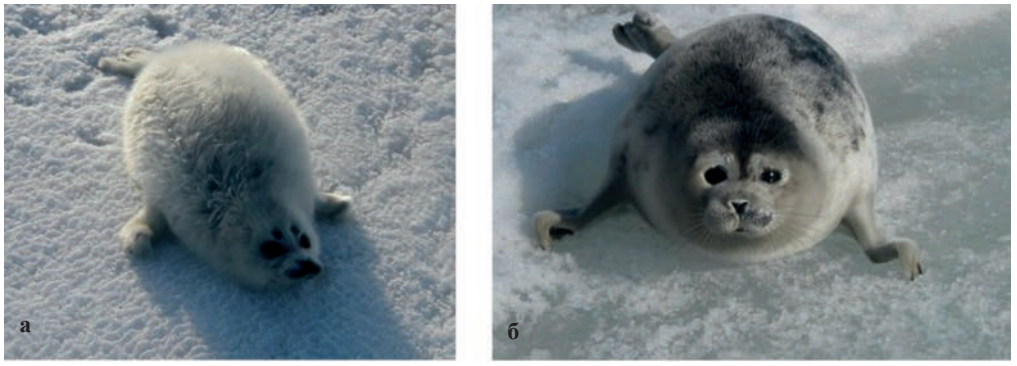


Рис. 3. Щенки каспийского тюленя: белёк (а), сиварь (б). Фото: Кузнецов В.В.

Северного Каспия происходит щенка и молочное вскармливание (4 недели) щенков (рис. 2). У бельков (щенки тюленя до первой линьки) через две недели после рождения начинается постэмбриональная линька, которая продолжается две недели (в это время щенок называется тулупка), и в возрасте одного месяца перелинявшие щенки (в это время они носят название сиварь) начинают вести самостоятельный образ жизни (рис. 2). Половая зрелость у тюленя наступает в возрасте 6–7 лет.

Жизненный цикл каспийского тюленя неразрывно связан с сезонными миграциями: каждый год в конце весны тюлени мигрируют с севера на юг, а в начале осени обратно, с юга на север. Мигрируют животные обычно немногочисленными разреженными группами. Зимний период жизни критически важен для популяции каспийского тюленя: в это время года тюлени концентрируются в Северном Каспии, где образуют скопления на льдах, размножаются и линяют.

В летний период тюлени мигрируют в Средний и Южный Каспий, где в районах с богатой кормовой базой происходит нагул – они активно питаются, накапливают жировые запасы, используя для отдыха лежбища на песчано-ракушечных островах. Основу рациона тюленя составляют стайные рыбы (преимущественно кильки), которых за сутки взрослые особи потребляют 3,5–6 кг и переваривают её в течение 2,5–4 часов. Ценные промысловые рыбы (вобла, сельди, судак и др.) в пищевом рационе его занимают второстепенное место.

В период нагула тюленей и их кормовых миграций (май-октябрь) на трёх научно-исследовательских морских судах Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») – ИС «Исследователь Каспия», НИС «Медуза» и НИС «Гидробиолог» (рис. 4) – во время тралово-сетных и гидроакустических съёмок осуществляются



Рис. 4. Научно-исследовательские морские суда Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»): ИС «Дамир Катунин» (ИС «Исследователь Каспия») (а), НИС «Владимир Бабаян» (НИС «Медуза») (б) и ИС «Раиса Ходоревская» (НИС «Гидробиолог») (в). Фото: Базелюк Н.Г.

Таблица 1. Маршрутные учёты каспийского тюленя

Годы	Количество учётов, дни	Длина маршрутов, км	Средняя ширина учёта, км	Количество особей	
				живые	мёртвые
2019	153	7896	0,11	175	6
2020	140	7594	0,13	204	23
2021	106	6319	0,14	134	7
2022	130	6918	0,08	133	9
2023	58	4468	0,14	58	6
2024	62	4261	0,11	35	6
В среднем	108	6243	0,12	123	10

Таблица 2. Средняя плотность распределения тюленей в Северном и Среднем Каспии

Годы	Плотность, особей/км^2			Среднее
	Весна	Лето	Осень	
2019	0,35	0,14	0,31	0,27
2020	0,37	0,10	0,43	0,30
2021	0,14	0,23	0,11	0,16
2022	0,53	0,16	0,51	0,40
2023	0,36	0,09	0,12	0,19
2024	0,01	0,27	0,13	0,14
В среднем	0,29	0,17	0,27	0,24

визуальные наблюдения тюленей – маршрутные дневные учёты, которые включают регистрацию живых и мёртвых животных. По встреченным тюленям на линии движения судна рассчитывается эффективная ширина учёта, определяется плотность распределения живых тюленей (особей/км^2) и частота их встречаемости (особей/100 км) на 100 км маршрутного пути.

С 2019 по 2024 гг. было проведено 649 дневных маршрутных учётов, количество их в разные годы варьировало от 58 в 2023 г. до 153 в 2019 г., в среднем составив 108 дней. Общая протяженность всех маршрутов за эти годы составила 37456 км. Было учтено 796 каспийских тюленей, в том числе 739 живых и 57 мёртвых (относительная доля их не превышала 7,2%) (табл. 1).

Средняя плотность распределения и частота встречаемости живых тюленей на акватории моря в последние годы имеют более низкие показатели относительно среднемноголетних значений, что является неблагоприятным фактором в популяции каспийского тюленя (табл. 2 и 3).

Данные по встречаемости живых тюленей (особей за день наблюдения) во время нагула с мая по октябрь за большой многолетний период свидетельствуют о том, что их миграции проходят по всей акватории моря в пределах района исследований (рис. 5). При этом подавляющая часть встреч расположена в Северном Каспии, в районах условной границы Северного и Среднего Каспия и о. Малый Жемчужный.

Количество мёртвых тюленей, обнаруженных на поверхности моря во время маршрутных учётов в период с мая по октябрь в 2019–2024 гг., составляло в среднем 8% (рис. 6). В 2024 г. оно было выше – 6 особей (15% от общего количества всех учтённых тюле-

Таблица 3. Средняя частота встречаемости тюленей в Северном и Среднем Каспии

Годы	Частота встречаемости, особей/100 км			Среднее
	Весна	Лето	Осень	
2019	3,13	1,14	2,86	2,38
2020	2,17	1,27	6,84	3,43
2021	1,99	3,05	1,55	2,20
2022	2,52	1,46	2,81	2,26
2023	6,16	1,32	1,76	3,08
2024	0,16	2,35	1,32	1,28
В среднем	2,69	1,77	2,86	2,44

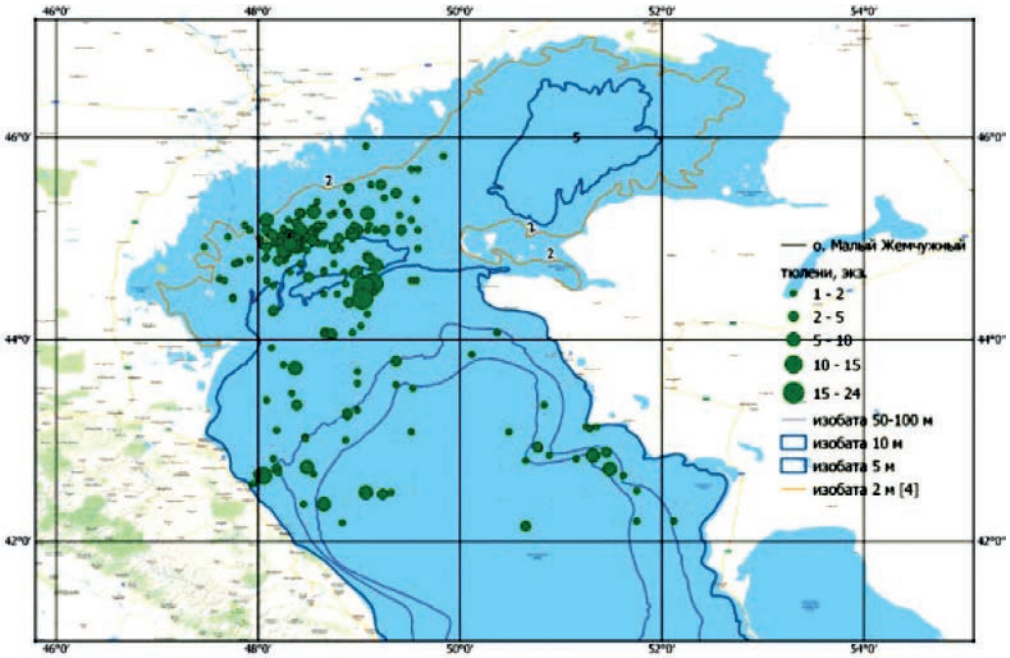


Рис. 5. Встречаемость каспийского тюленя на акватории Северного и Среднего Каспия в период 2020–2024 гг., особей за день наблюдения.

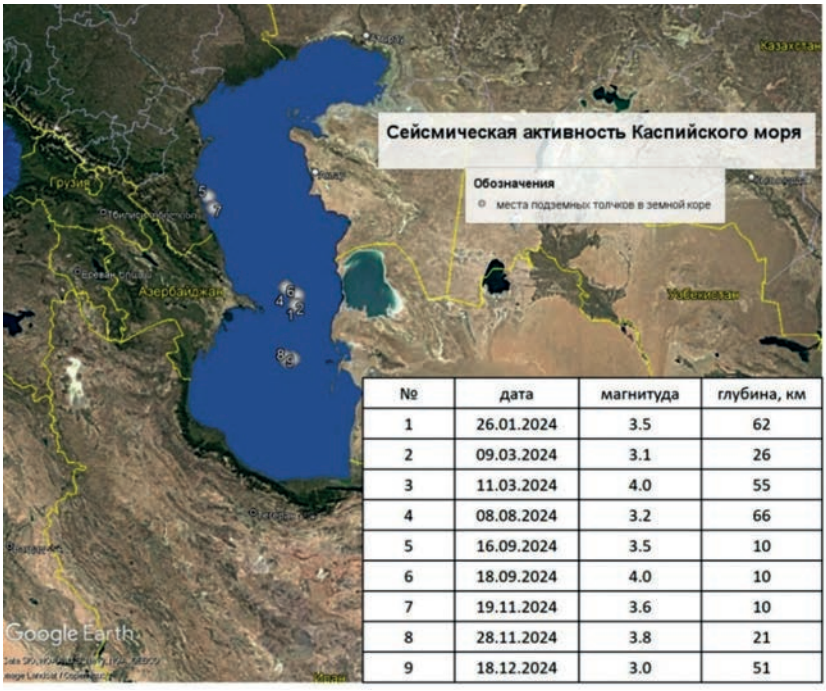
ней в 2024 г.), т.е. относительная доля мёртвых тюленей на поверхности морской акватории по сравнению с 2023 г. увеличилась на 6%. Причиной увеличения числа мёртвых тюленей в 2024 г. могла быть сейсмическая активность в районе Каспия.

По данным Европейского Средиземноморского сейсмологического центра в 2024 г. в пределах акватории Каспийского моря в период с января по декабрь в земной коре были зарегистрированы 9 подземных толчков в Среднем и Южном Каспии (https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information). Глубина толчков варьировала от 10 до 66 км, а их магнитуда составляла от 3,0 до 4,0 единиц. Два подземных толчка с магнитудой от 3,5 до 3,6 на глубине 10 км отмечались в западной части Среднего Каспия на расстоянии 25 км от дагестанского побережья (рис. 7). Помимо дагестанского побережья подземные толчки происходили в районе условной границы Среднего и Южного Каспия и в районе Южного Каспии.



Рис. 6. Относительная доля (%) мёртвых тюленей в 2019–2024 гг.

Осенняя миграция тюленей начинается в октябре и продолжается до конца ноября-начала декабря: они возвращаются из южных и средних районов Каспийского моря в северные. Во время осенней миграции группы тюленей более рассредоточены по сравнению с весенне-летними миграциями, могут встречаться как поодиночке, так и небольшими группами, большие скопления животных не образуются. Пик осенней миграции тюленей обычно приходится на конец октября-начало ноября, в этот период их можно наблюдать в различных частях моря. Осенний рацион тюленей меняется: основной пищей становится вобла, присутствуют также ракообразные (мизиды, крабы, реже креветки и бокоплавы). Питаются тюлени в это время преимущественно на мелководье северной части моря. Для отдыха и линьки используют острова, каменистые гряды и пологие берега.



№	дата	магнитуда	глубина, км
1	26.01.2024	3.5	62
2	09.03.2024	3.1	26
3	11.03.2024	4.0	55
4	08.08.2024	3.2	66
5	16.09.2024	3.5	10
6	18.09.2024	4.0	10
7	19.11.2024	3.6	10
8	28.11.2024	3.8	21
9	18.12.2024	3.0	51

Рис. 7. Карта подземных толчков за период с января по декабрь 2024 г.

Осенний период важен для тюленей для подготовки к зимнему периоду размножения, в это время они особенно чувствительны к изменениям окружающей среды и антропогенному воздействию.

На зимний период приходится время размножения тюленей. Каспийский тюлень является пагофильным видом, ледовый покров играет ключевую роль для этих морских млекопитающих – на нём они отдыхают, лёд служит местом размножения и линьки тюленей. Роды у половозрелых самок начинаются во второй половине января и завершаются к концу февраля. Число яловых самок в первой половине XX в. составляло не более 13–26% (Роганов, 1932; Бадамшин, 1969б), в 1973–1974 гг. количество яловых самок на осенних островных залежках увеличилось до 41,6–62,2% (Румянцев и др., 1975). В настоящее время в связи с прекращением промысла тюленя такие данные отсутствуют, но разрабатываются неинвазивные методы определения состояния репродуктивной системы тюленей. Новорожденные бельки, имеющие белый пушистый мех, весят около 3–4 кг, длина их тела 50–60 см. Они полностью зависят от матери (матухи), не способны самостоятельно добывать пищу и нырять в воду; почти не имея подкожного жира, а только волосяной покров, при попадании в воду они погибают. В течение двух недель щенки должны набрать вес до 8–12 кг и вырасти до 90 см.

Северный Каспий замерзает ежегодно, обычно льдом покрывается значительная его акватория. Льдообразование начинается на северо-востоке моря, в холодные зимы в январе значительная часть восточной части акватории Северного Каспия покрывается льдом (рис. 8). Из-за повышения температуры морской лёд сокращается, что делает тюленей уязвимыми перед хищниками, затрудняет им поиск пищи.

За последние 13 лет продолжительность ледостава в Северном Каспии в разные зимы составляла от 62 до 134 суток. Короткие ледоставы отмечались в зимы 2015/2016 гг. и 2019/2020 гг., что составляет не более 15% за период наблюдений. На следующий год после таких зим обязательно наступает среднеумеренная зима с продолжительностью ледостава выше среднемноголетних значений. Зимы с продолжительностью ледостава, превышающей среднемноголетние значения, составили около 61%, что свидетельствует о стабильных ледовых условиях во время размножения половозрелых самок каспийского тюленя (табл. 4).

Максимальная ледовитость Северного Каспия в последние годы укладывается в диапазон от 19 января до 14 февраля в разные годы, что вполне допустимо для эффективного размножения половозрелых самок каспийского тюленя (рис. 9).

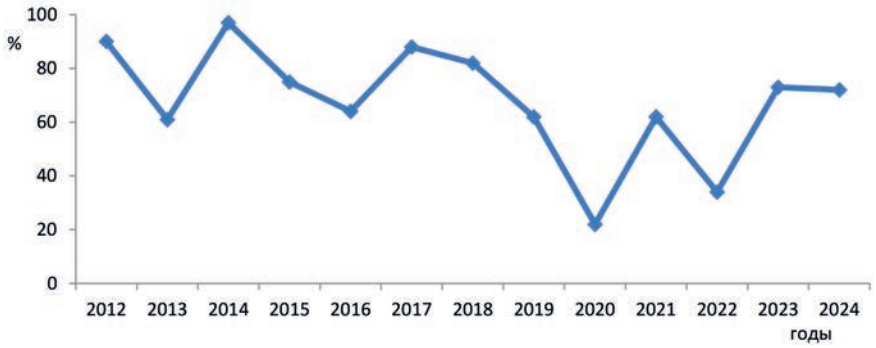


Рис. 8. Многолетняя динамика фактической ледовитости (%) Северного Каспия в начале февраля в период массового размножения.

Таблица 4. Многолетняя динамика продолжительности ледостава в Северном Каспии

Годы	Продолжительность, сутки	Начало ледостава	Конец ледостава
2011/2012	134	29.11	10.04
2012/2013	105	11.12	26.03
2013/2014	98	17.12	25.03
2014/2015	111	02.12	23.03
2015/2016*	62	29.12	29.02
2016/2017	127	21.11	27.03
2017/2018	119	05.12	02.04
2018/2019	124	14.11	17.03
2019/2020*	65	25.11	26.02
2020/2021	119	17.11	15.03
2021/2022	97	29.11	05.03
2022/2023	111	29.11	19.03
2023/2024	109	08.12	26.03
В среднем	106	02.12	21.03

* Выделены зимы с коротким ледоставом.

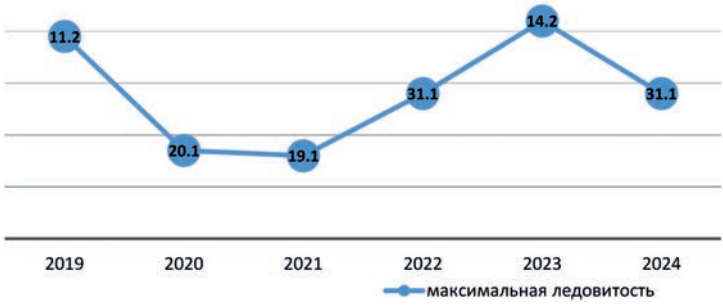


Рис. 9. Динамика максимальной ледовитости Северного Каспия в период января-февраля.

Трофическая экология каспийского тюленя

Характер сезонного распределения каспийского тюленя по акватории моря определяется тремя основными периодами его годового цикла: размножением, линькой и нагулом. Это, в свою очередь, обуславливает резкую изменчивость пищевой активности. В первые два периода тюлень питается неактивно. Так, например, в ледовый период 1977–1980 гг. вес его пищевого комка составлял в среднем 11,2 г. Из 554 просмотренных желудков более половины (69,7%) оказались пустыми, что, по-видимому, связано не только с физиологическим состоянием организма, но и с бедностью местной (подледной) фауны (Каспийское море…, 1989). В ледовый период основными пищевыми компонентами тюленя являются атлантический краб Харриса *Rhithropanopeus harrisii* и бычки, в меньшей степени – мелкие ракообразные (табл. 5).

В период нагула тюленям необходимо компенсировать те потери, которые произошли в зимний период – это до 50% собственного их веса (жировых запасов). Образованию жира у них во время нагула в основном способствует килька, составляющая от 24,2 до

Таблица 5. Питание каспийского тюленя в ледовый период (1977–1980 гг.)

Компонент пищи	Частота встречаемости, % от числа желудков с пищей	Доля в рационе, %	
		по кол-ву	по массе
Краб Харриса	34,5	69,9	65,4
Креветки, мизиды, гаммариды	33,3	17,4	6,6
Бычки	53,0	12,4	26,1
Игла-рыба	1,8	0,1	0,1
Раки	0,6	0,1	1,4
Кильки	0,6	0,1	0,4

95,1% летнего рациона. Другими кормовыми объектами тюленя в период нагула являются бычки и атерина, потребление мелких ракообразных незначительно. Рацион тюленей, не покидающих летом Северный Каспий (это главным образом больные и ослабленные животные), представлен воблой (51,9%), бычками (33,3%), молодью леща (13,0%).

В осенний период основная масса каспийских тюленей залегает на островные лежбища – шалыги, а около 10% его популяции скапливается в авандельте Волги и Урала и продолжает нагуливаться (Крылов, 1982). Основу питания тюленей в авандельте Волги в это время составляют карповые, среди которых в рационе как по частоте встречаемости, так и по массе преобладает вобла: в отдельные годы её доля составляет от 34,9 до 93,4% потребляемого корма (табл. 6). Снижение доли воблы в рационе тюленя в 1974, 1979 и 1982 гг., благодаря его пластичности, компенсировалось молодью других полупроходных видов рыб – судака, густеры, леща и сопы; кроме того, он питался также бычками, причем размеры большинства жертв тюленя (85%) не превышали 12 см.

Вобла – один из основных объектов исторически сложившегося промысла в Волго-Каспийском бассейне. Благодаря своим качествам (повышенное содержание белка весной и высокая жирность осенью) вобла была любимым пищевым продуктом не только у каспийского тюленя, но и у человека. Ретроспектива промысловых уловов на Нижней Волге показала, что в начале XX в. в её акватории ежегодно добывалось более 200 тыс. тонн рыбы, более 50% улова которой обеспечивала вобла, а к настоящему времени уловы воблы сократились в

Таблица 6. Состав пищи тюленя, % по весу (авандельта Волги)

Компонент пищи	Годы исследований									
	1971	1972	1974	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Вобла	89,7	61,4	47,4	88,3	81,9	93,4	34,9	80,6	71,7	54,4
Судак	8,6	8,8	28,1	2,3	8,8	3,8	25,1	11,1	9,0	33,1
Густера	0,7	2,0	14,8	4,8	1,1	0,4	12,6	0,4	0,4	4,8
Лещ	–	1,2	5,5	0,8	2,1	0,4	2,7	5,0	12,9	1,0
Сопа	–	0,6	1,6	–	–	–	12,8	0,4	1,4	–
Бычки	–	14,6	0,6	2,3	1,2	0,5	1,7	1,2	0,2	0,3
Сом	–	4,2	–	0,9	2,6	–	3,6	–	1,1	5,7
Минога	–	0,3	1,4	0,3	1,3	0,6	0,2	0,1	0,9	0,3
Белоглазка	–	3,0	–	–	–	–	–	–	–	0,1
Чехонь	1,0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,7	0,2	0,1	0,4	–
Другие виды	–	3,5	0,5	0,2	0,5	0,2	6,2	1,1	2,0	0,3

100 раз (Барабанов, 2020). Современные промысловые запасы её находятся в депрессивном состоянии: с 2000 г. по 2018 г. они уменьшились в 2 раза – с 53,9 до 25,0 тыс. тонн, а уловы в 6 раз – с 6,42 до 1,25 тыс. тонн (Барабанов, 2018; Барабанов, Белоголова, 2018).

Снижение запасов воблы в современный период и её роли в питании каспийского тюленя в достаточной мере компенсируется молодью других полупроходных видов рыб и положительно сказывается на его здоровье. При питании воблой, которая является промежуточным хозяином трематоды *Pseudamphistomum truncatum*, тюлень заражался псевдоамфистомозом – опасным заболеванием пищеварительной системы (Заблоцкий, 1975). При значительной интенсивности инвазии развитие патологических изменений органов пищеварительной системы приводило тюленя к летальному исходу. Наиболее сильно поражены псевдоамфистомозом тюлени, концентрирующиеся в авандельте Волги и Урала, где экстенсивность инвазии достигала 80% при интенсивности инвазии в среднем 12 750 особей. В отдельные периоды, по материалам 1982–1983 гг., экстенсивность инвазии псевдоамфистомозом превышала 90% (Каспийское море …, 1989).

По ориентировочным подсчетам, годовая потребность популяции каспийского тюленя в пище составляет 350–380 тыс. тонн биомассы (Румянцев и др., 1978; Хураськин и др., 1982), большая часть которой (89,4%) потребляется в нагульный период – с мая по октябрь, т.е. в течение 5–6 месяцев. Средний вес пищевого комка тюленя в разных районах его нагульного ареала составляет от 132 до 627 г. Основным кормом его служит килька, составляющая до 80% летнего рациона (табл. 7). Таким образом, влияние каспийского тюленя на запасы и динамику численности рыб может быть важным биотическим фактором, сопоставимым с антропогенным.

Таблица 7. Значение различных компонентов пищи в годовом рационе популяции каспийского тюленя (1970–1980 гг.)

Компонент пищи	Рацион, тыс. тонн	Доля в рационе, %
Килька	304,32	79,8
Бычки	30,02	7,8
Вобла	24,70	6,5
Атерина	11,29	3,0
Судак	2,65	0,7
Лещ	1,58	0,4
Сельдь	1,41	0,4
Густера	0,78	0,2
Сом	0,42	0,1
Минога	0,31	0,07
Белоглазка	0,10	0,03
Чехонь	0,10	0,03
Сопа	0,08	0,02
Игла-рыба	0,07	0,02
Сазан	0,05	0,01
Вьюн	0,01	0,01
Ракообразные	3,60	0,91
Итого	381,49	100,0

Таблица 8. Общая биомасса основных кормовых объектов каспийского тюленя, тыс. тонн

Компонент пищи	Общий запас, тыс. тонн
Обыкновенная килька	771,5
Анчоусовидная килька	161,5
Большеглазая килька	4,0
Атерина	42,6
Сельдь долгинская (молодь)	1,5
Пузанок каспийский (молодь)	7,4
Пузанок большеглазый (молодь)	2,6
Бычки	2,4
Итого	993,5

В 2024 г. общая численность популяции каспийского тюленя составила около 305 тыс. особей (Бизиков и др., 2024). Для обеспечения нормальной жизнедеятельности всей популяции каспийского тюленя ему годовой рацион в 200 тыс. тонн биомассы кормовых ресурсов. Современный анализ только основных кормовых ресурсов (морские виды рыб) позволяет сделать вывод, что существующая биомасса биологических ресурсов в достаточной мере покрывает популяционные потребности каспийского тюленя, но и при благоприятных других условиях среды обитания дает ему возможность к росту (табл. 8).

Роль каспийского тюленя в экосистеме моря

Каспийский тюлень – единственный представитель морских млекопитающих в Каспийском море, его эндемик. Он занимает ключевое положение в трофической цепи, в современный период не имеет естественных врагов, за исключением редких эпизодов на ранних этапах жизни, связанных с наземными и пернатыми хищниками – волками и орланами на льдах в местах щенки. В период существования многовозрастной популяции белуги, отдельные представители которой весили более 1 т и достигали возраста старше 100 лет, каспийский тюлень был обычным объектом питания крупных белуг.

Находясь на вершине трофической пирамиды в экосистеме моря, тюлень выполняет в морской экосистеме разнообразные функции: регулирует численность кормовой базы, является носителем возбудителей инвазий и инфекций, подвержен воздействию природных и антропогенных факторов и поэтому служит хорошим индикатором состояния экосистемы. Присутствие тюленя поддерживает экологический баланс каспийской экосистемы. Вместе с тем, численность его в современный период, хотя и стабильная и растущая, далека от исторических максимумов. Роль тюленя как биоиндикатора в морской экосистеме – одна из важнейших его функций: изменения в пищевой цепи или в состоянии среды обитания предполагают реакцию популяции этого вида на любые изменения, что отражается и на других звеньях экосистемы. Изменение численности тюленя может отражать нарушения естественных пищевых цепей, загрязнение моря, распространение паразитарных инфекций, изменения климата или антропогенное воздействие.

Антропогенным факторам, которые могут влиять на состояние тюленя, традиционно уделяется преимущественное внимание. Они могут быть связаны с прямым воздействием на тюленя: прилов его в ходе ННН-промысла осетровых рыб; беспокойство и иные воздействия от присутствия на акватории моря водного транспорта; разведка и эксплуатация месторождений нефтеуглеводородного сырья на дне моря; строительство объектов эксплуатации месторождений и транспортировки нефтепродуктов. Есть факторы и

опосредованного антропогенного воздействия на тюленя: проникновение в Каспийский бассейн инвазионных видов, ухудшающих кормовую базу массовых видов рыб (основных объектов питания тюленя), что закономерно снижает их численность и качественные характеристики; сокращение численности популяций промысловых видов водных биологических ресурсов на длительных интервалах времени под влиянием промысла и браконьерства; изменение водного режима впадающих в Каспий рек в результате гидростроительства; загрязнение моря из различных источников. Рассматриваются также возможные риски, связанные с потенциальными авариями при эксплуатации месторождений нефтеуглеводородов на дне моря, на водном транспорте, а в последнее время – на трубопроводных системах.

Преимущественно природные факторы воздействия на тюленя, по нашему мнению, недооцениваются, возможно, ввиду как длительности и постепенности их действия, так и слабых возможностей повлиять на происходящие процессы. Среди них необходимо отметить климатические изменения, определяющие условия ледостава в Северном Каспии и тем самым возможности воспроизводства каспийского тюленя как пагофильного вида; зависящий от климатических изменений уровень моря в настоящее время, снижение которого определяет площади, глубины и топологию моря в его северной части, специфику распределения пресного речного стока, биогенный сток, а значит и нагульные площади и естественное воспроизводство кормовых объектов тюленя. Во внимание редко принимается и сложное совокупное действие двух факторов – климатических изменений и изменения уровня моря.

Рацион тюленя состоит преимущественно из массовых стайных видов рыб – кильки, атерины, бычков, в отдельные периоды времени – воблы, а также ракообразных. Суточный рацион его составляет 3–4 кг кормовых объектов, в период интенсивного нагула для накопления подкожного жира эта цифра летом может увеличиваться до 5–6 кг в сутки. За год один взрослый каспийский тюлень потребляет около одной тонны кормовых объектов, подавляющая часть которых представлена рыбой. В расчёте на известную численность популяции тюленя можно оценить ежегодную величину изъятия им водных биоресурсов – около четверти миллиона тонн, что составляет весомую часть запаса рыб. Особенности трофических отношений тюленя отражаются на численности и состоянии популяций этих видов, предотвращая избыточное размножение и поддерживая баланс в экосистеме. В своем пищевом поведении тюлень ориентируется на места повышенной концентрации своих пищевых организмов, совершая протяженные миграции.

Произошедшие за длительные промежутки времени существенные изменения в составе и численности ряда ключевых кормовых объектов тюленя влияют не только на численность его популяции, но и приводят к адаптациям пищевого поведения и изменению его воздействия на кормовые организмы. Так, если в период с 1960-х гг. до конца XX в. обычными были миграции тюленя за идущими на нерест скоплениями рыб в весенний период, в том числе за мелкими сельдями и воблой, то в настоящее время, в связи с существенным снижением запасов этих видов, эти объекты прекратили или существенно снизили своё значение в его питании, равно как и привязанность части каспийских тюленей к местам ведения килечного промысла на электросвет. Вобла и сельди (морские и особенно мигрирующие), доминировавшие до последнего времени в питании тюленя, замещаются иными объектами без потери качества для нагуливающихся тюленей, о чем можно судить по хорошим показателям толщины жира у тюленей в осенний период и плавному, в отсутствии случаев массовой гибели, росту численности его популяции.

Как хищник, находящийся на вершине трофической пирамиды, каспийский тюлень накапливает в своих тканях поллютанты (тяжёлые металлы, хлорорганические соедине-

ния, включая пестициды, радионуклиды), имеющие иногда очень высокий коэффициент кумуляции. Эти токсины, поступающие в организм тюленя по трофическим цепям, влияют на всю экосистему, вызывая заболевания и нарушения в работе внутренних органов не только у тюленя, но и других живых организмов.

Хотя каспийский тюлень тесно связан со льдами Северного Каспия, где он размножается, выкармливает детёнышей и линяет, он использует для лежбищ также и сушу – песчано-ракушечные острова, каменистые гряды. Таким образом, он косвенно влияет на распределение и состояние и прибрежных экосистем. При сохранении трендов на понижение уровня моря, сокращение его площади, потепления климата и сокращения периода ледостава эта составляющая будет усиливаться.

Каспийское море является природным очагом многих инфекционных и инвазионных заболеваний. Этому способствуют высокое разнообразие и обилие водных и околоводных обитателей, богатство наземной фауны прибрежья, орнитофауны – здесь пролегают пути миграций её представителей. Каспийский тюлень служит окончательным звеном в цикле развития многих патогенных организмов, распространяя ряд инфекций и инвазий.

В ходе потребления кормовых объектов каспийский тюлень часто заражается возбудителями анизакиоза, эустронгилидоза, коринозомоза и псевдамфистомоза и других болезней, и, согласно циклам развития паразитов, становится источником соответствующих инвазий. На акватории Каспийского моря поддерживаются очаги ряда гельминтозов, в том числе опасных для человека. Каспийский тюлень, в организме которого гельминты достигают половой зрелости, служит источником дальнейшего распространения расселительных форм паразитов, поражающих гидробионтов – в том числе объектов кормовой базы рыб и собственно рыб.

На акватории Каспийского моря имеются все условия для регулярной циркуляции патогенной и условно-патогенной микрофлоры, инфекционных, в том числе вирусных, агентов. В местах возможного размещения животных – на островах, отмелях, шалыгах и отдельных участках побережья, каспийский тюлень контактирует с орнитофауной, отдельными представителями наземных млекопитающих, что увеличивает количество видов, вовлеченных в инфекционный процесс. Наблюдения в течение десятилетий за случаями гибели животных показывают, что она зачастую сопровождается комбинированными инфекциями, связанными с чумой плотоядных, пастереллёзом, сальмонеллёзом, возможно также с птичьим гриппом, условно-патогенными бактериями, действие которых может проявляться в условиях стрессирующих факторов среды.

Экологический мониторинг популяции каспийского тюленя необходим не только для оценки состояния его популяции, но и для оценки общего благополучия экосистемы Каспийского моря.

Литература

Аристов А.А., Барышников Г.Ф., 2001. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Хищные и ластоногие. СПб.: СПбГУ. 560 с.

Бадамшин Б.И., 1966. Биология и промысел каспийского тюленя // Рыбные ресурсы водоёмов Казахстана и их использование. Труды КазНИИРХ. Вып. 5. Алма-Ата: Наука. С. 335–338.

Бадамшин Б.И., 1969а. Годовой жизненный цикл каспийского тюленя // Четвёртое Всесоюзное совещание по изучению морских млекопитающих (Калининград, 16–18 сентября 1969 г.). Тезисы докладов. М. С. 218–222.

Бадамшин Б.И., 1969б. Численность и промысловые запасы каспийского тюленя // В кн.: Морские млекопитающие. М. С. 261–267.

Барабанов В.В., 2018. Опыт ретроспективной оценки критического размера популяции северокаспийской воблы (*Rutilus rutilus caspius* (Jakowlew, 1870)) // Вопросы рыболовства. Т. 19. №2. С. 163–170.

Барабанов В.В., 2020. Вобла – 150 лет исследований: прошлое, настоящее и будущее. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 54–60.

Барабанов В.В., Белоголова Л.А., 2018. История и современное состояние исследований воблы на Каспии // Рыбное хозяйство. № 2. С. 45–50.

Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Климов Ф.В., Кузнецов В.В., Васильев А.Н., Скольский *В.А.,* 2024. Российско-Казахстанское сотрудничество в проведении авиаучетов каспийского тюленя в Северном Каспии // Тезисы докладов Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы», 12–14 ноября 2024 г., Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 17.

Бухарицин П.И., Голубов *Б.Н.*, 2017. Пластовые флюиды Каспия – элемент среды обитания каспийского тюленя. LAP LAMBERT Academic Publ. 51 с.

Бухарицин П.И., Иванов А.Ю., Голубов *Б.Н.*, 2021. Проявления флюидов на Каспии // Мат. VIII научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений», Астрахань, Россия, 22 октября 2021 г. С. 56–65.

Гаджиев Д.В., Эйбатов Т.М., 1995. Морфология зубного аппарата ластоногих. Баку: Элм. 173 с.

Заблоцкий В.И., 1975. Характеристика гельминтофауны каспийского тюленя // Отчетная сессия КаспНИРХ по работам 1973 г.: Тез. докл. Астрахань: Волга. С. 93–95.

Каспийское море: Ихтиофауна и промысловые ресурсы. *В.Н. Беляева, А.Д. Власенко, В.П. Иванов* (отв. ред.). 1989. М.: Наука. 234 с.

Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с.

Крылов В.И., 1982. Результаты исследований каспийского тюленя в авандельте Урала в 1978–1979 гг. // Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих: Тез. докл. Астрахань. С. 182–184.

Олейников Е.П., 2011. Современные особенности краниометрических показателей каспийских тюленей (*Pusa caspica* Gmelin, 1788) из различных частей ареала // Вестник Южного научного центра РАН. Т. 7. № 4. С. 74–78.

Роганов Л.Н., 1932. Предварительные итоги исследований каспийского тюленя и его промысла // Бюллетень Всесоюзной рыбохозяйственной экспедиции. № 5-6. С. 43–47.

Румянцев В.Д., Ворожцов Г.А., Хураськин Л.С., Юсупов М.К., 1975. Состояние запасов каспийского тюленя и перспективы их использования // Труды ВНИРО. Т. 108. С. 185–189.

Румянцев В.Д., Гришина Г.А., Хураськин *Л.С., Юсупов М.К.*, 1978. Опыт оценки годового потребления пищи популяцией каспийского тюленя // Морские млекопитающие: Тез. докл. VII Всесоюз. совещ. Симферополь. С. 283–284.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., 2001. Мониторинг популяции каспийского тюленя // Рыбное хозяйство. № 4. С. 30–31.

Хураськин Л.С., Румянцев В.Д., Гришина Г.А., Юсупов М.К., 1982. О роли тюленя в экосистеме Каспийского моря // Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих. Астрахань. С. 397–399.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Хорошко В.И., Валедская *О.М.*, 2004. Оценка состояния популяции тюленя в Каспийском море и прогноз его добычи на 2005 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа. С. 400–414.

Эйбатов Т.М., 1976. Естественная продолжительность жизни каспийского тюленя (*Pusa caspica* Gmel.) // Зоологический журнал. Т. 55. № 12. С.1893–1896.

Эйбатов Т.М., Гаджиев Д.В., 2022. Ископаемые и современные ластоногие Азербайджана // ANAS Transactions, Earth Sciences. № 1. С. 106–118.

История каспийской нерпы – обзор результатов генетических исследований

Мещерский И.Г., Мещерский С.И.

Каспийская нерпа (*Pusa caspica*) – один из двух уникальных по своим экологическим особенностям видов настоящих тюленей (Phocidae), населяющих внутриконтинентальные водоёмы и не имеющие связи с мировым океаном. Вопросы происхождения этих видов и путей их проникновения в расположенные далеко друг от друга и от океана Каспийское море и озеро Байкал давно привлекают внимание зоологов, но остаются нерешенными до сих пор. В XIX в. и на протяжении практически всего XX в. основой предлагавшихся гипотез служили данные и представления о климатических и ландшафтных изменениях в Евразии на протяжении прошлых геологических эпох и описания палеонтологических находок – совершенствовавшихся и накапливавшихся со временем, но продолжающих оставаться неполными и во многом противоречивыми. Основой рассуждений о возможных путях заселения тюленей в Каспийское море и в Байкал являются многочисленные находки остатков настоящих тюленей в бассейне миоценового моря Паратетис, включавшего бассейны современных Чёрного, Каспийского и Аральского морей. Однако следующая из этого гипотеза об автохтонном происхождении и реликтовой природе каспийской нерпы очевидно наталкивается на вопросы о связях Паратетиса с озером Байкал, о высоком морфологическом сходстве каспийской и байкальской нерп не только друг с другом, но и с населяющей все арктические моря кольчатой нерпой, о свойственной всем трём видам пагофильности и, главное, об отсутствии палеонтологических свидетельств обитания тюленей в Каспийском море в плиоцене и раннем плейстоцене. Обзор гипотез, выдвинутых по этому поводу во второй половине XIX и первой половине XX вв., приведен в монографии С.И. Огнева, увидевшей свет в 1935 г. (Огнев, 1935).

Не вполне ясными были и продолжают оставаться и филогенетические связи между представителями подсемейства северных тюленей (Phocinae). Два из них, лахтак или морской заяц (*Erignathus barbatus*) и тюлень хохлач (*Cystophora cristata*), достаточно отличны по своей морфологии и рассматриваются как представители отдельных триб, Erignathini и Cystophorini соответственно. В отношении остальных восьми видов, объединяемых в трибу Phocini, взгляды систематиков варьируют от предложения считать их представителями пяти разных родов: *Pagophilus* (гренландский тюлень, *P. groenlandicus*), *Histriophoca* (пятнистый тюлень или крылатка, *H. fasciata*), *Halichoerus* (серый или длинномордый тюлень, *H. grypus*), *Phoca* (обыкновенный тюлень, *P. vitulina* и ларга, *P. largha*) и *Pusa*, включающего кольчатую (*P. hispida*), байкальскую (*P. sibirica*) и каспийскую (*P. caspica*) нерп, до объединения всех восьми видов в единственный род *Phoca*. Всех представителей трибы Phocini объединяет число хромосом 2n=32 (у всех остальных настоящих тюленей 2n=34, Árnason, 1974) и характерная ювенильная белая окраска меха детенышей (только у обыкновенного тюленя она сменяется на серую ещё внутриутробно, за несколько дней до рождения). Наиболее распространенная в настоящее время точка зрения о принадлежности видов трибы к пяти разным родам основана на определённых, хотя и неоднозначно трактуемых морфологических различиях. Так, К.К. Чапский (1955а) предлагал выделить *Pagophilus* и *Histriophoca* (не сомневаясь, однако, в родовом статусе каждого) в отдельную подтрибу Histriophocina, за длинномордым тюленем оставить родовой статус в подтрибе Phocina, а *Pusa* и *Phoca* рассматривать в качестве подродов рода *Phoca*. Немногим позже было предложено рассматривать *Pusa* в качестве самостоятель-

ного рода (Scheffer, 1958), однако трактовка кольчатой, каспийской и байкальской нерп в качестве представителей рода *Phoca* встречается в литературе до настоящего времени. Также К.К. Чапский предлагал рассматривать в качестве самостоятельного вида ларгу, на тот момент обычно считавшуюся лишь подвидом обыкновенного тюленя. Окончательно видовой статус за ларгой был закреплен позже (Shaughnessy, Fay, 1977). Информация об этих спорах будет важна при описании результатов филогенетического анализа с использованием генетических данных.

Анализируя морфологические особенности трёх видов тюленей (под)рода *Pusa*, К.К. Чапский (1955б) считал, что все три вида имели общего предка. Однако он выделял у байкальской нерпы значительно больше признаков, объединяющих её с кольчатой нерпой, чем у каспийской, отмечая, что каспийская и кольчатая нерпы наиболее морфологически удалены друг от друга. Позже это было подтверждено в ряде других исследований (Amano et al., 2000; Koretsky, 2001). В отношении происхождения каспийской нерпы К.К. Чапский придерживался точки зрения, что она является реликтовым автохтонным видом, потомком миоценовых тюленей, обитавших в Сарматском море, хотя и указывал на то, что прямые палеонтологические доказательства этому отсутствуют. Ветвь, давшая начало сначала общему предку кольчатой и байкальской нерп, а затем и самим этим видам, по его мнению, более поздняя, развивавшаяся, возможно, в «*более северных областях … в каких-либо лагунах и обширных пресноводных водоемах, которые, по-видимому, существовали в то время, имея достаточно широкие и, вероятно, короткие связи между собой и с морем...*» (Чапский, 1955б). Но, тем не менее, возникновение байкальской нерпы, по Чапскому – событие также достаточно древнее, восходящее к «середине третичного периода». Более молодой возраст байкальской нерпы К.К. Чапский считал маловероятным на основании того, что её морфологические отличия от кольчатой выражены в гораздо большей степени, чем у очевидно молодых ладожского и сайменского подвидов.

Спустя три года после выхода в свет упомянутых работ К.К. Чапского публикуется исследование «Pleistocene geography and the distribution of northern Pinnipeds» (Davies, 1958), в котором Дж.Л. Дейвис развивает точку зрения о том, что как каспийская, так и байкальская нерпа являются эволюционно молодыми видами, проникшими во внутриконтинентальные водоёмы во второй половине Плейстоцена, вероятнее всего в период предпоследнего (рисского, в Западной Сибири – самаровского) оледенения, 300–200 тыс. лет назад, из образовавшегося на севере Евразии гигантского приледникового озера. Идея такого озера как возможного начала пути заселения Каспийского моря северными видами, по Дейвису, принадлежит П.Л. Пирожникову (1937), однако приводимая Дейвисом карта-схема является оригинальной. По этой, предположительной, схеме акватория приледникового озера составляла единое целое с акваторией Каспийского и Аральского морей (соединяясь с ней через верховья р. Тобол и Тургайскую ложбину) на юго-западе, а на юго-востоке доходила до середины того участка русла Ангары, где её течение имеет широтное направление. Здесь надо отметить, что по современным геологическим воззрениям Мансийское озеро в период самаровского (MIS-8) оледенения всё же не выходило за пределы Западно-Сибирской низменности, хотя его южная граница и достигала 52–50º с.ш. (Zolnikov, Deev, 2025). При этом Дейвис допускал, что наблюдающийся в настоящее время перепад высот между долиной нижней части Ангары и озеро Байкал в указанный геологический период был незначительным и достиг сегодняшних значений за счёт геологического поднятия в более позднее время. Также Дейвис предполагал, что байкальский и каспийский тюлени не являются прямыми потомками современной кольчатой нерпы. По его мнению, общий для всех трёх видов предок был единственным видом ластоногих, способным существовать и остававшимся в арктическом бассейне в

периоды пика оледенений, приводивших, в свою очередь, к разделению видового ареала на отдельные изоляты. Популяция одного из таких изолятов, оказавшегося запертым в приледниковом озере, со временем образовала три обособленные линии – мигрировавших из озера предков каспийской и байкальской нерп и тюленей, остававшихся в озере и сформировавших отдельную форму, впоследствии вернувшуюся в Арктику и исчезнувшую за счет гибридизации с остававшимися там предками арктической формы *P. hispida*.

Ещё через два года выходит работа «On the origin of the Caspian and Baikal seals and the paleoclimatological implication» (McLaren, 1960), содержащая обзор имеющегося к тому времени палеонтологического материала, относящегося к Паратетису. Й.А. Макларен разделял точку зрения К.К. Чапского о том, что как каспийская, так и байкальская нерпы имеют древний (миоценовый) возраст, и в то же время соглашался с Дж. Дейвисом в том, что предки *Pusa* (как и другие северные тюлени) имеют арктическое происхождение. По мнению Макларена, во второй половине миоцена в Сарматское море (Паратетис) из арктического бассейна проник тюлень, уже имевший признаки современных *Pusa*. Оставаясь здесь в изоляции, эта форма и эволюционировала в дальнейшем в каспийскую нерпу. Аналогичным образом, от миоценовых предков, уже близких к современным *Pusa*, по мнению автора, возникла и байкальская нерпа. В Байкал её предковая форма могла попасть как из Паратетиса, так и непосредственно из Арктики.

К. Рэй в своей работе «Geography of Phocid evolution» (Ray, 1976), также включающей анализ палеонтологического материала, согласился с предположением Чапского и Макларена о миоценовом возрасте прямых предков каспийской и байкальской нерп, с тем замечанием, что само формирование группы *Pusa* происходило непосредственно в Паратетисе, с последующим расселением в Арктику, а не наоборот, как полагал Макларен.

Авторы ещё одной обобщающей работы (Repenning et al., 1979) также полагали группу *Pusa* сформировавшейся в миоцене в Паратетисе, а современную каспийскую нерпу – автохтонным реликтом. Предки кольчатой нерпы, по мнению авторов, проникли в Арктику из Паратетиса позже, уже в плиоцене, примерно 3 млн. лет назад, в период значительной трансгрессии Каспийского моря на север, а Арктического океана на юг. В отношении же байкальской нерпы авторы согласились с предположением Дж. Дейвиса о её недавнем происхождении – заселении её предками озера Байкал около 300–200 тыс. лет назад из западно-сибирского приледникового озера.

Наконец, ещё один вариант был предложен И.А. Корецкой и Л. Барнсом (Koretsky, 2001; Koretsky, Barnes, 2006). Разделяя точку зрения об эволюции предков *Pusa* в Паратетисе и об автохтонном происхождении каспийской нерпы, а также мнение авторов предыдущей работы о выходе предков кольчатой нерпы в Арктику около 3 млн. лет назад, они предположили, что примерно в это же время произошло и отделение предков байкальской нерпы, мигрировавших из того же гипотетического водоёма в северной части Евразии вверх по рекам Енисей и Ангара.

С развитием в конце XX в. генетических методов на них, естественно, возлагались большие надежды, в том числе и для решения вопросов эволюции и филогенетических связей северных настоящих тюленей (Phocinae). Однако уже первые генетические работы показали, что не всё так просто. В 1995 г. выходит работа (Árnason et al., 1995), авторы которой провели анализ последовательностей гена цитохрома b (cytb) митохондриальной ДНК (мтДНК) представителей всех трёх семейств ластоногих, включая все восемь морских представителей подсемейства Phocinae. Увы, полученный результат не добавил ясности к уже имевшейся картине. Было показано однозначное единство группы Phocina, однако отношения между составляющими её видами и в генетическом плане остались неопределёнными (кроме однозначного указания на сестринское положение двух видов

(под)рода *Phoca*). Два оставшихся вида, серый тюлень и кольчатая нерпа, в свою очередь образовали единую кладу – но без достаточной статистической поддержки. Тем не менее, на основании этого факта авторы сделали заключение о нецелесообразности выделения серого тюленя в отдельный род, отметив также, со ссылкой на работу Burns, Fay, 1970, что краниальные признаки, используемые для различения *Halichoerus* и *Phoca*, не были бы сочтены достаточными для родового различия у наземных хищных. На основании этого авторами было предложено родовое название *Halichoerus* отозвать, а серого тюленя, как вид, включить в род *Phoca*, соответствующий в этом случае всей потрибе Phocina.

Отталкиваясь от уровня различий в последовательностях гена cytb в группах млекопитающих с известным палеонтологическим возрастом, авторы предположили, что диверсификация линии Phocina произошла 2.5–2.3 млн. лет назад, а наиболее поздним событием в этой группе было обособление *P. vitulina* и *P. largha*, случившееся, согласно проведенным расчётам, около 1 млн. лет назад.

В отношении каспийской нерпы (образцов которой в их распоряжении не было) авторы согласились с точкой зрения авторов работы Repenning et al., 1979 о том, что этот тюлень представляет собой локально сохранившихся потомков поздней паратетической линии настоящих тюленей, в то время как предки остальных видов подтрибы проникли в Арктический бассейн через открывшийся проход к северу от Каспийского моря. Предположительно, их разделение на арктическую кольчатую нерпу и субарктических серых и обыкновенных тюленей было вызвано началом первого крупного ледникового события в Северном полушарии, предположительно имевшего место как раз 2.5–2.3 млн. лет назад.

Позже выходит работа Davis et al., 2004, в которой оценка филогенетических отношений в семействе настоящих тюленей была основана на анализе объединённой последовательности 12 митохондриальных генов. В этот анализ вошло семь видов настоящих тюленей – за исключением каспийской и байкальской нерп и крылатки. Результаты оказались сходными с результатами Árnason et al., 1995 – 100% поддержка подтрибы Phocina (так же как и трибы Phocini, и всего подсемейства Phocinae), однозначно сестринское положение *P. vitulina* и *P. largha* и отсутствие определенности в отношении *P. hispida* и *H. grypus*: либо базальное положение одного из них по отношению к остальным, либо объединение их в одну кладу, сестринскую по отношению к кладе обыкновенного тюленя и ларги – без выраженной статистической поддержки во всех случаях. На основании этого авторы поддержали предложение об объединении всех видов Phocina в составе единого, без разделения на подроды, рода *Phoca*.

Ясность в этом вопросе, как тогда казалось, должна была проявиться при оценке генетических связей в пределах (под)рода *Pusa*, для чего как раз и не хватало данных по двум видам тюленей, обитающих во внутриконтинентальных водоёмах. Первые результаты филогенетического анализа ластоногих с включением образцов каспийской нерпы появились в 2006 г., когда были опубликованы сразу три такие работы.

Исследование «Pinniped phylogeny and a new hypothesis for their origin and dispersal» (Árnason et al., 2006), как ясно из названия, было посвящено филогении всей группы ластоногих с включением моржа, 10 видов ушастых и 18 видов настоящих тюленей, в том числе всех 10 видов подсемейства Phocinae, и основывалось на данных о комплексе генов мтДНК (для всех видов были получены полные последовательности митохондриальных геномов). Все ранее предложенные таксономические группы (подсемейство Phocinae, триба Phocini и подтриба Phocina) были подтверждены выделением клад и подклад с высокой (97% и более) бутстреп поддержкой. Однако отношения видов внутри самой подтрибы Phocina остались неопределёнными. В данном случае серый тюлень оказался ближайшим родственником уже не кольчатой, а именно каспийской нерпы (хотя

поддержка их объединения и в данном случае невысока – 65%), сестринской группой к этой паре (также с невысокой поддержкой – 61%) оказалась байкальская нерпа, сестринским к этому узлу – пара *P. vitulina+P. largha,* и уже внешней группой по отношению к ним ко всем – кольчатая нерпа. Используя в качестве калибровочной даты время расхождения Caniformia и Feliformia, принятое за 52 млн. лет (что согласуется и с возрастом древнейших палеонтологических остатков настоящих тюленей), авторы оценили возраст трибы Phocini (её разделение с Cystophorini после ещё более раннего разделения с Erignathini) в 12 млн. лет, а начало дивергенции подтрибы Phocina примерно в 4.5 млн. лет. По предположению авторов, эти события происходили в Арктике (как предполагал Макларен), откуда предки каспийской нерпы проникли в Понто-Каспийский бассейн (остатки Паратетиса) позже, на границе миоцена и плиоцена, но и задолго до наступления эпохи плейстоценовых оледенений. Примерно тогда же проникли в Байкал и предки байкальской нерпы – по предположению авторов непосредственно из Арктики, через Енисей или Лену.

Другая работа филогенетического направления, вышедшая в том же году (Palo, Väinölä, 2006), была непосредственно посвящена попытке найти ответ на вопрос о происхождении двух видов тюленей внутриконтинентальных водоёмов. Авторы проанализировали объединённые последовательности трёх митохондриальных генов (cytb, COI, COII) у 9 из 10 (за исключением гренландского тюленя) представителей подсемейства Phocinae, а для датировки эволюционных событий также использовали принятое время дивергенции Caniformia и Feliformia – 55 (60–50) млн. лет.

Результат был аналогичен – однозначное филогенетическое единство группы Phocina при отсутствии определённости в отношениях между шестью входящими в неё видами (за исключением однозначно сестринского положения *P. vitulina* и *P. largha*). Каспийская нерпа объединилась с серым тюленем, а внешней группой по отношению к ним, байкальской нерпе и видам *Phoca* s.str., оказывалась кольчатая нерпа – но снова без выраженной статистической поддержки во всех случаях. Время начала дивергенции Phocina авторы оценили в 3.3–2.5 млн. лет назад, а отсутствие определённости в филогенетических отношениях между видами подтрибы – быстрой радиацией, приведшей к примерно одновременному возникновению всех ныне существующих линий, в том числе каспийской и байкальской нерп, независимо проникших в Байкал и Каспий с севера примерно в это время. Также они высказали предположение о возможно нескольких, впоследствии исчезнувших, филогенетических линиях предковой для группы Phocina формы и, таким образом, возможной истинной политомии в отношении составляющих группу видов. Это предположение перекликается с предположениями Дж. Дейвиса (Davies, 1958) о диверсификации предков арктической кольчатой нерпы, включая отдельные линии, как давшие начало каспийской и байкальской нерпам, так и просто исчезнувшие. Косвенным подтверждением этой гипотезы служат и новейшие данные о генетическом разнообразии предков сайменского подвида кольчатой нерпы (Heino et al., 2023; Löytynoja et al., 2023; Olsen et al., 2025).

Полученный результат также позволил авторам работы Palo, Väinölä, 2006 провести критический разбор существующих гипотез о происхождении тюленей, населяющих внутриконтинентальные водоёмы, в частности, предположения о первичной эволюции предков всей подтрибы Phocina (по Ray, 1976) либо рода *Pusa* (по Чапскому, 1955b и Repenning et al., 1979) в миоценовое время в Паратетисе и об автохтонном происхождении каспийской нерпы. В первом случае предполагается, что линия *P. caspica* должна занимать базальное положение по отношению ко всем остальным видам Phocina, чего на самом деле не наблюдается. Во втором – род *Pusa* должен представлять собой фило-

генетически обособленный кластер, дивергировавший от остальных тюленей (включая *Phoca* s.str. и *Halichoerus*) несколько миллионов лет назад, а *P. caspica* в этом кластере также должна занимать базальное положение. Ни то, ни другое генетическими данными не подтверждается. Гипотеза об относительно недавнем (вторая половина Плейстоцена) вселении предков обоих видов во внутриконтинентальные водоёмы (по Davies, 1958) или только предков байкальской нерпы в озеро Байкал (по Repenning et al., 1979) предполагает единство генетического кластера «*Pusa*» или, по крайней мере, высокий уровень генетической близости *P. hispida* и *P. sibirica*, что также не соответствует действительности.

Третья вышедшая в 2006 г. году работа (Fulton, Strobeck, 2006) была посвящена филогенетическому анализу большой группы хищных (Arctoidea) и включала образцы 79 видов, относящихся к разным 10 семействам, в том числе пять из шести (за исключением байкальской нерпы) представителей подтрибы Phocina. В качестве маркёров авторы впервые использовали участки ядерного генома, выбрав для этого фрагменты пяти различных генов. Однако и в этом случае результат был неопределённым – каспийская нерпа вновь определялась как ближайший родственник серого тюленя, но также с низким уровнем статистической поддержки. Положение же кольчатой нерпы по отношению к ним и к паре *P. largha+P. vitulina* однозначно определено не было (политомия группы). Поскольку целью работы был анализ общей филогении хищных, авторы в данном случае не уделили внимания обсуждению этого вопроса, вернувшись к нему только через четыре года на основе анализа ещё большего массива генетических данных: объединённых последовательностей 15 ядерных и 13 митохондриальных генов всех шести видов подтрибы Phocina (и всех 10 видов подсемейства северных настоящих тюленей Phocinae).

Этот анализ (Fulton, Strobeck, 2010a,b)., позволил, наконец, получить ожидаемый результат: три вида рода *Pusa* образовали единую кладу с достаточно высокой статистической поддержкой. При этом линия *P. caspica* занимала базальное положение по отношению к сестринским *P. hispida u P. sibirica*, хотя этот результат и не мог считаться достоверным. Следует напомнить, что ранее именно отсутствие единой клады *Pusa* и сестринское по отношению к каспийской нерпе положение серого тюленя служило основанием для критики основных гипотез о происхождении тюленей закрытых водоёмов, полагавших каспийскую нерпу как автохтонным видом, так и исходивших из недавнего заселения предков каспийской и байкальской нерп во внутриконтинентальные водоёмы из Арктики. В данном случае результат показал, что серый тюлень не является ближайшим родственником ни одной из нерп рода *Pusa*, хотя в целом его положение осталось неопределённым: в зависимости от варианта анализа линия «*Halichoerus*» оказывалась либо сестринской по отношению к *Pusa*, либо базальной по отношению ко всем пяти видам группы «*Phoca* sensu lato». Остальные результаты не были неожиданными: для клад, соответствующих выделенным на основе морфологических и кариологических данных подтрибам Phocina и Histriophocina (последняя объединяет роды *Histriophoca* и *Pagophilus*), трибе Phocini и всему подсемейству Phocinae были получены 99–100% поддержки.

Далее авторы провели попытку датировки соответствующих эволюционных событий, используя основанные на палеонтологических данных оценки времени возникновения девяти разных групп хищных млекопитающих в целом и ластоногих в частности (Fulton, Strobeck, 2010b). Для этого в филогенетический анализ были добавлены, соответственно, нуклеотидные последовательности кошачьих, псовых, куньих, моржа и ушастых тюленей. По результатам анализа средний возраст начала дивергенции трибы Phocini был оценен как 4.5 млн. лет (95% доверительный интервал 5.7–3.2 млн. лет), подтрибы Phocina – 2.0 млн. лет (2.6–1.4 млн. лет), пары родов *Phoca* s.str и *Pusa* s.str. –

1.6 млн. лет (2.1–1.2 млн. лет), рода *Pusa* (т.е. времени отделения предков каспийской нерпы) – 1.3 млн. лет (1.7–0.8 млн. лет), пары *P. hispida* и *P. sibirica* – 1.2 млн. лет (1.6–0.7 млн. лет), двух видов рода *Phoca* s.str. – как 0.8 млн. лет (1.3–0.4 млн. лет). Таким образом, новые датировки позволяли предположить существенно более молодой (и не одинаковый по времени) возраст предков тюленей закрытых водоёмов, чем следовало из оценок, приводимых в работе Palo, Väinölä, 2006. По мнению авторов исследования, их оценки хорошо соотносятся с гипотезой Дж. Дейвиса (Davies, 1958) о проникновении каспийской и байкальской нерп в Каспийское море и в озеро Байкал во второй половине плейстоцена и позволяют отвергнуть гипотезу о происхождении рода *Pusa* в Паратетисе в миоценовое время.

В 2012 г. выходит аналитическое исследование «Updating the evolutionary history of Carnivora (Mammalia): a new species-level supertree complete with divergence time estimates» (Nyakatura, Bininda-Emonds, 2012), являющееся продолжением серии работ (Bininda-Emonds et al., 1999; Higdon et al., 2007), авторы которых использовали математические методы для комплексного анализа всех опубликованных на тот момент результатов филогенетического анализа (на основе морфологических, палеонтологических и генетических данных) и представленных в базе GenBank NCBI нуклеотидных последовательностей хищных млекопитающих, включая настоящих тюленей. Синтез этих данных, накопленных к моменту написания статьи Nyakatura, Bininda-Emonds, 2012, отдал предпочтение существованию в пределах подтрибы Phocina двух клад, соответствующих родам *Pusa* s.str. и *Phoca* s.str., но с включением в первую в качестве четвёртого вида ещё и серого тюленя как сестринского по отношению к *P. caspica* (формально это приводило к необходимости рассматривать всю подтрибу Phocina в качестве единого рода *Phoca*). Датировки, выводимые из обобщения предложенных другими авторами вариантов, в этом случае оказались старше предложенных в работе Fulton, Strobeck, 2010b: триба Phocini – 2.7–2.4 млн. лет, отделение *P. hispida* – 2.4–2.1 млн. лет, отделение *P. sibirica* – 2.3–1.8 млн. лет, разделение пары *P. caspica* и *H. grypus* – 1.8–1.3 млн. лет, пары *P. largha* и *P. vitulina* – 1.5–1 млн. лет назад.

Общей особенностью всех перечисленных выше исследований филогенетических связей тюленей является использование в анализе единичных (одной или двух) нуклеотидных последовательностей каждого вида. Подобный подход, игнорирующий существующую внутривидовую изменчивость, может быть оправдан при анализе крупных таксономических групп, включающих большое количество видов, а, кроме того, связан с вычислительными проблемами, высокой стоимостью анализов и трудностью в получении значительного числа образцов того или иного вида. Тем не менее, при анализе исторических связей между близкородственными видами данные о внутривидовой изменчивости позволяют делать более уверенные выводы на основе характера накопившихся за время независимой эволюции различий и с учетом предкового полиморфизма.

Первой из известных нам работ, включающих анализ генетической изменчивости каспийской нерпы, является исследование, основанное на оценке аллельного разнообразия 20 микросателлитных локусов ядерной ДНК (Gemmel et al., 1997). Авторами были проанализированы образцы 18 видов ластоногих, в том числе образцы от семи особей каспийской нерпы. Оказалось, что этому виду свойствен весьма высокий – на фоне ряда других видов – уровень генетической изменчивости, что позволило авторам предположить устойчиво высокую историческую численность каспийской нерпы, несмотря на её обитание в изоляции.

Крайне интересная работа Sasaki et al., 2003 основана на результатах анализа разнообразия мтДНК трёх видов рода *Pusa*, представленных очень значительными по объёму

выборками: каспийская нерпа – 94 особи, байкальская – 98 и кольчатая – 87 особей трёх географических подвидов. К сожалению, в своей работе авторы использовали не прямое определение нуклеотидных последовательностей, а рестрикционный анализ (RFLP), что сделало невозможным провести дальнейшее сравнение полученных первичных данных с данными других исследований и их анализ более продвинутыми математическими методами. Тем не менее, полученные результаты позволили авторам показать, что оба вида из внутриконтинентальных водоёмов, каспийская и байкальская нерпы, отличаются сниженным гаплотипическим и нуклеотидным разнообразием по сравнению с любым из трёх морских подвидов кольчатой нерпы, включая обитающую в изоляции от основного ареала и относительно малочисленную кольчатую нерпу Балтийского моря. Филогенетический анализ, проведенный совместно с аналогичными данными, полученными для обыкновенного и серого тюленей, показал монофилию рода *Pusa* (без участия серого тюленя) и базальное положение в нём *P. caspica*. Предлагаемый авторами расчёт времени эволюционных событий, основанный на принятых оценках средней скорости мутирования митохондриальных геномов млекопитающих в 2% на миллион лет, позволил предположить, что отделение ветви каспийской нерпы от общего предка *Pusa* произошло около 700 тыс. лет назад, а последующее отделение предков *P. sibirica* от ветви, общей с *P. hispida* – около 400 тыс. лет назад, что соответствовало предположениям Дж. Дейвиса (Davies, 1958). Позже авторы работы Palo, Väinölä, 2006 отметили, что при проведении этого расчёта была допущена методическая ошибка, приведшая к занижению времени межвидовой дивергенции вдвое. Тем не менее, даже после соответствующей коррекции время проникновения предков каспийской и байкальской нерп в Каспийское море и в озеро Байкал соответствует второй половине плейстоцена и, как позже было отмечено в работе Fulton, Strobeck, 2010b, находится в хорошем соответствии с расчётами, полученными для нуклеотидных последовательностей не только митохондриальных, но и ядерных генов.

В 2018 г. выходит работа С. Гудмана с соавторами (Гудман и др., 2018), в которой были представлены выводы, следовавшие из оценки аллельного состава семи микросателлитных локусов и разнообразия последовательностей мтДНК у нескольких десятков особей каспийской нерпы, образцы которых были собраны в разных районах побережья Каспийского моря: на Апшеронском п-ове (Азербайджан), Гуйланской провинции (Иран), а также в северо-восточной части моря на побережье Республики Казахстан. Как уровень гетерозиготности ядерных маркёров, так и разнообразие гаплотипов мтДНК были определены как находящиеся на высоком уровне, примерно соответствующем уровню разнообразия, известному для арктической кольчатой нерпы, что свидетельствует об исторически устойчивом состоянии популяции. Важным результатом анализа явилось также отсутствие у каспийской нерпы признаков внутривидовой пространственно-генетической структуры.

В работе Meschersky et al., 2025b был проведен анализ разнообразия аллелей двух экзонов β-цепи DQ и DR генов главного комплекса гистосовместимости у трёх видов рода *Pusa*. Один из этих участков, экзон 3 гена DRB, отличается высокой консервативностью и выраженным преобладанием нейтральной (в третьих позициях кодонов) изменчивости, что позволяет использовать его для косвенных оценок времени дивергенции. Согласно им и принимая происхождение всех трёх видов *Pusa* от общего предка, можно предположить, что каспийская нерпа отделилась и эволюционировала в изоляции заметно большое время, чем байкальская.

В работе Мещерский и др., 2025a приводятся результаты оценки аллельного разнообразия 15 микросателлитных локусов у трёх видов рода *Pusa*: *P. caspica* – 50 особей с побережья Республики Дагестан и с северо-восточной части моря (побережье Республики

Казахстан); *P. sibirica* – 172 особи; *P. hispida* – 31 особь с побережья Чукотки. Было показано, что показатели аллельного разнообразия (ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготность, число аллелей) у каспийской нерпы заметно ниже, чем у кольчатой, но выше, чем у байкальской. Также более низким, чем у кольчатой, но более высоким, чем у байкальской, у каспийской нерпы была доля видоспецифичных аллелей. Для обоих видов тюленей замкнутых водоемов (но не для кольчатой нерпы) была показана высокая вероятность прохождения популяции через бутылочное горлышко – возможно, в момент вселения особей-основателей в водоём. При этом показатели эволюционной дистанции, оцениваемой по присущим видам аллелям (RST критерий), показывают картину, отличную от той, что выявляется при анализе нуклеотидных последовательностей как митохондриальной, так и ядерной ДНК (Sasaki et al., 2003; Fulton, Strobeck, 2010a): дистанция между каспийской и кольчатой нерпой оказывается заметно меньшей, чем между кольчатой и байкальской. Такая особенность может быть связана с высоким генетическим разнообразием общей предковой формы и происхождением современных видов от разных филогенетических линий, как предполагается в работе Palo, Väinölä, 2006. Оценка времени существования последнего общего предка (TMRCA) в R-пакете VarEff (Nikolic, Chevalet, 2014; Nikolic et al., 2020) показала разное время обособления для каждого из видов: наибольшее для кольчатой нерпы (100–105 тыс. поколений, около 1.1 млн. лет), более недавнее (52–57 тыс. поколений, около 600 тыс. лет) для каспийской и наиболее позднее (27–28 тыс. поколений, около 300 тыс. лет) для байкальской нерпы. Эти значения, однако, были получены при принятии априорных значений времени генерации у всех трёх видов в 11 лет, а скорости мутирования микросателлитных локусов $\mu=10^{-4}$. Последнее значение широко принято при моделировании истории популяций млекопитающих на основании анализа микросателлитных локусов, однако истинное значение, свойственное изучаемым видам тюленей, неизвестно. На основании этого авторы работы воздержались от оценки абсолютных значений эволюционного возраста видов рода *Pusa*, ограничившись констатацией того, что их предки существовали на разном временном интервале и каспийская нерпа имеет более долгую эволюционную история, чем байкальская, но меньшую, чем современная чукотско-берингийская популяция кольчатой нерпы.

Подводя итог, можно заключить, что на момент написания данного обзора (осень 2025 г.) наиболее аргументированной, по результатам анализа как ядерных и митохондриальных генов, так микросателлитных локусов, следует считать точку зрения о монофилии рода *Pusa* и относительно молодом (вторая половина плейстоцена), но неодновременном возникновении двух видов тюленей закрытых водоемов – сначала каспийской, а затем и байкальской нерп.

Помимо использованных во всех перечисленных выше работах традиционных маркёров в последние годы всё более широкое распространение получает секвенирование полных геномов дикоживущих видов организмов, результаты которого также широко используются для филогенетических построений и реконструкции исторической динамики популяций. Однако и здесь определение абсолютного времени дивергенции таксонов и филогенетических линий сталкивается с проблемой оценки скорости мутирования, свойственной той или иной систематической группе. Так, при проведении подобного анализа для байкальской нерпы (Yakupova et al., 2023) время стабилизации эффективной численности предковой формы на минимальном уровне с последующим ростом (предположительно – этап проникновения предковой формы в озеро Байкал) может быть оценено как примерно 1 млн. лет, или 700 тыс. лет, или 300 тыс. лет при использовании трёх разных, но допустимо возможных ($\mu=0.7*10^{-8}$, $1.2*10^{-8}$ или $2.5*10^{-8}$) значений средней скорости мутирования генома в целом.

Однако для каспийской нерпы на настоящее время нет и таких оценок. Результаты полного секвенирования одной особи, проведенные командой из Германии и Швеции (Nebenführ et al., 2024), оказались недостаточными для достоверного анализа исторической динамики предковой популяции (но позволили снова поднять вопрос о степени генетической близости каспийской нерпы и серого тюленя). Результаты работы команды под руководством португальских учёных (Gomes-dos-Santos et al., 2025) находятся в стадии первичной биоинформационной обработки. Результаты исследований команды под руководством С. Гудмана (S. Goodman, University of Leeds, UK) ещё не опубликованы. Тем не менее, при широком распространении методов полногеномного секвенирования и интересе к проблеме эволюционной истории тюленей внутриконтинентальных водоёмов появления новых результатов и дальнейшего развития гипотез о происхождении и истории каспийской нерпы следует ожидать в самом недалеком будущем.

Литература

Гудман С.Дж., Кларк Л., Джексон Э., Брук Т., Стеннаус Э., Статозщулу М., Кыдырманов А., Карамандин К., Баймуканов М., 2018. Оценка генетической изменчивости, популяционной структуры и демографической истории каспийского тюленя (*Pusa caspica*) на основе анализа микросателлитных локусов и варьирования нуклеотидных последовательностей митохондриальной ДНК // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научн. трудов по материалам IX междунар. конф. Астрахань 31 октября – 05 ноября 2016 г. Т. 1. М.: Совет по морским млекопитающим (Россия). С. 150–152.

Мещерский С.И., Мещерский И.Г., Соловьёва М.А., Крюкова Н.В., Магомедов М.-Р.Д., Климов Ф.В., Рожнов В.В., 2025а. Сравнительная оценка особенностей генетического разнообразия тюленей замкнутых водоемов // Доклады Российской Академии наук. Науки о жизни. Т. 521. № 2. С. 19–24.

Огнев С.И., 1935. Звери СССР и прилежащих стран. Т. III. Хищные и ластоногие. М.-Л.: Гос. изд-во биологической и медицинской литературы. С. 568-570.

Пирожников П.Л., 1937. К вопросу о происхождении северных элементов в фауне Каспия // Докл. АН СССР. Т. 15. № 8. С. 521–524.

Чапский К.К., 1955а. Опыт пересмотра системы и диагностики тюленей подсемейства Phocinae // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 17. С. 160–199.

Чапский К.К., 1955б. К вопросу об истории формирования каспийского и байкальского тюленей // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 17. С. 200–216.

Amano M., Koyama Y., Petrov E.A., Hayano A., Miyazaki N., 2000. Morphometric comparison of skulls of seals of the subgenus *Pusa* // K. Minoura (ed.). Lake Baikal. A Mirror in Time and Space for Understanding Global Change Processes. Elsevier. P. 315–323.

Árnason Ú., 1974. Comparative chromosome studies in Pinnipedia // Hereditas. V. 76(2). P. 179–225.

Árnason U., Bodin K., Gullberg A., Ledje C., Mouchaty S., 1995. A molecular view of pinniped relationships with particular emphasis on the true seals // J. Mol. Evol. V. 40. P. 78–85.

Árnason U., Gullberg A., Janke A., Kullberg M., Lehman N., Petrov E.A., Väinölä R., 2006. Pinniped phylogeny and a new hypothesis for their origin and dispersal // Molecular phylogenetics and evolution. V. 41(2). P. 345–354.

Bininda-Emonds O.R.P., Gittleman J.L., Purvis A., 1999. Building large trees by combining phylogenetic information: a complete phylogeny of the extant Carnivora (Mammalia) // Biol. Rev. V. 74. P. 143–175.

Burns J.J., Fay F.H., 1970. Comparative morphology of the skull of the ribbon seal, *Histriophoca fasciata,* with remarks on systematics of Phocidae // J. Zool. (Lond.). V. 161. P. 363–394.

Davies J.L., 1958. Pleistocene Geography and the Distribution of Northern Pinnipeds // Ecology. V. 39(1). P. 97–113.

Davis C.S., Delisle I., Stirling I., Siniff D.B., Strobeck C., 2004. A phylogeny of the extant Phocidae inferred from complete mitochondrial DNA coding regions // Mol. Phyl. Evol. V. 33(2). P. 363–77.

Fulton T.L., Strobeck C., 2006. Molecular phylogeny of the Arctoidea (Carnivora): effect of missing data on supertree and supermatrix analyses of multiple gene data sets // Mol. Phyl. Evol. V. 41(1). P. 165–181.

Fulton T.L., Strobeck C., 2010a. Multiple markers and multiple individuals refine true seal phylogeny and bring molecules and morphology back in line // Proc. Royal Society B: Biological Sciences. V. 277(1684). P. 1065–1070.

Fulton T.L., Strobeck C., 2010b. Multiple fossil calibrations, nuclear loci and mitochondrial genomes provide new insight into biogeography and divergence timing for true seals (Phocidae, Pinnipedia) // J. Biogeography. V. 37(5). P. 814–829.

Gemmell N.J., Allen P.J., Goodman S.J., Reed J.Z., 1997. Interspecific microsatellite markers for the study of pinniped populations // Mol. Ecol. V. 6(7). P. 661–666.

Gomes-dos-Santos A., Froufe E., Rozhnov V.V., Bolotov I., Meschersky I.G., Meschersky S.I., Solovyeva M.A., Klimov F.V., Castro L.F.C., Lopes-Lima M., 2025. The complete genome sequence of the Caspian seal *Pusa caspica* (Gmelin, 1788) // Biodiversity Genomes. https://doi.org/10.56179/001c.133591

Heino M.T., Nyman T., Palo J.U., Harmoinen J., Valtonen M., Pilot M., Översti S., Salmela E., Kunnasranta M., Hoelzel A.R., Ruokonen M., Aspi J., 2023. Museum specimens of a landlocked pinniped reveal recent loss of genetic diversity and unexpected population connections // Ecology and Evolution. V. 13(1). e9720.

Higdon J.W., Bininda-Emonds O.R., Beck R.M., Ferguson S.H., 2007. Phylogeny and divergence of the pinnipeds (Carnivora: Mammalia) assessed using a multigene dataset // BMC Evol. Biol. V. 7. P. 216.

Koretsky I.A., 2001. Morphology and systematics of Miocene Phocinae (Mammalia: Carnivora) from Paratethys and the North Atlantic Region // Geologica Hungarica, Budapest. V. 54. P. 1–109.

Koretsky I., Barnes L., 2006. Pinniped evolutionary history and paleobiogeography // In: Z. Csiki (Ed.). Mesozoic and Cenozoic Vertebrates and Paleoenvironments. Tributes to the career of Prof. Dan Grigorescu. Bucharest: Ars Docendi. P. 143–153.

Löytynoja A., Rastas P., Valtonen M., Kammonen J., Holm L., Olsen M.T., Paulin L., Jernvall J., Auvinen P., 2023. Fragmented habitat compensates for the adverse effects of genetic bottleneck // Current Biology. V. 33(6). P. 1009–1018.

McLaren I.A., 1960. On the origin of the Caspian and Baikal seals and the paleoclimatological implication // American Journal of Science. V. 258(1). P. 47–65.

Meschersky I.G., Meschersky S.I., Kryukova N.V., Solovyeva M.A., Boltnev E.A., Klimov F.V., Rozhnov V.V., 2025b. Major histocompatibility complex class II genes allele diversity in landlocked seals // Journal of Heredity. V. 116(3). P. 181–192. esae064. https://doi.org/10.1093/jhered/esae064

Nebenführ M., Árnason U., Janke A., 2024. Whole-genome re-sequencing of the Baikal seal and other phocid seals for a glimpse into their genetic diversity, demographic history, and phylogeny // GigaByte. gigabyte142-0.

Nikolic N., Chevalet C., 2014. Detecting past changes of effective population size // Evolutionary Applications. V. 7. P. 663–681.

Nikolic N., Thompson P., Bruyn M., Macé M., Chevalet C., 2020. Evolutionary history of a Scottish harbour seal population // PeerJ. V. 8: e9167.

Nyakatura K., Bininda-Emonds O.R., 2012. Updating the evolutionary history of Carnivora (Mammalia): a new species-level supertree complete with divergence time estimates // BMC biology. V. 10(1). P. 12.

Olsen M.T., Löytynoj A., Valtonen M., Knudsen S.W., Bang S. Gunnersen C., Rosing-Asvid A., Ferguson S.H., Dietz R., Kovacs K.M., Lydersen C., 2025. Complex origins and history of the relict Fennoscandian ringed seals // Ecology and Evolution. V. 15(3). e71067.

Palo J.U., Väinölä R., 2006. The enigma of the landlocked Baikal and Caspian seals addressed through phylogeny of phocine mitochondrial sequences // Biological Journal of the Linnean Society. V. 88(1). P. 61–72.

Ray C.E., 1976. Geography of Phocid evolution // Systematic Biology. V. 25(4). P. 391–406.

Repenning C.A., Ray C.E., Grigorescu D., 1979. Pinniped biogeography // In: J. Gray, A.J. Boucot (eds.). Historical biogeography, plate tectonics and the changing environment. Corvallis: Oregon State Univ Press. P. 357–369.

Sasaki H., Numachi K.I., Grachev M.A., 2003. The origin and genetic relationships of the Baikal seal, *Phoca sibirica*, by restriction analysis of mitochondrial DNA // Zoological science. V. 20(11). P. 1417–1422.

Scheffer V.B., 1958. Seals, sea lions, and walruses: a review of the Pinnipedia. Stanford, CA: Stanford University Press. 179 p.

Shaughnessy P.D., Fay F.H., 1977. A review of the taxonomy and nomenclature of North Pacific Harbour seals // J. Zool. Lond. V. 182. P. 385–419.

Yakupova A., Tomarovsky A., Totikov A., Beklemisheva V., Logacheva M., Perelman P.L., Komissarov A., Dobrynin P., Krasheninnikova K., Tamazian G., Serdyukova N.A., Rayko M., Bulyonkova T., Cherkasov N., Pylev V., Peterfeld V., Penin A., Balanovska E., Lapidus A., DNA Zoo Consortium, OBrien S.J., Graphodatsky A., Koepfli K.-P., Kliver S., 2023. Chromosome-length assembly of the Baikal

seal (*Pusa sibirica*) genome reveals a historically large population prior to isolation in Lake Baikal // Genes. V. 14(3). 619.

Zolnikov I.D., Deev E.V., 2025. Pleistocene glaciations and megafloods in West Siberia (Gorny Altai and West Siberian Plain) // Doklady Earth Sciences. V. 522(3). P. 1–16.

История промысла каспийского тюленя

Бизиков В.А., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Кузнецов В.В.

Современное состояние популяции каспийского тюленя невозможно понять без знания роли этого вида в жизни человека, истории его промысла. Промысел всегда играл ключевую роль в изучении водных биологических ресурсов в целом и каспийского тюленя, в частности. Это был инструмент и стимул познания водных биологических ресурсов и среды их обитания. Взаимосвязь между промыслом и состоянием популяции каспийского тюленя носила системный характер: промысел воздействовал на популяцию тюленя и менял её, а изменение состояния популяции влияло на промысел. Именно поэтому рассмотрение различных аспектов биологии каспийского тюленя и среды его обитания мы предваряем исследованием истории его промыслов.

История промысла каспийского тюленя начинается с тех незапамятных времен, когда люди появились на берегах Каспийского моря. Наиболее древние находки костных останков каспийского тюленя, связанные с деятельностью человека, относятся к середине последнего ледникового периода (около 40 тыс. лет назад); они обнаружены вместе с каменными орудиями мустьерской культуры на неандертальской стоянке в пещере Биситун на северо-западе Ирана (Ранов, 1978). Археологические раскопки, проведенные на территории Азербайджана, Ирана и России (в Республике Дагестан), свидетельствуют, что предки современных людей охотились на каспийского тюленя, начиная с палеолита (Эйбатов, Гаджиев, 2022).

Древнегреческий историк Геродот, описывая население Прикаспия и Приуралья в V в. до н.э., упоминает «великий и мужественный народ массагетов, суть народ скифский» и говорит, что «народ сей питается сырою рыбой, а вместо одежды употребляет тюленьи кожи» (Историки Греции, 1976). Народы, населявшие прибрежные районы древнего Каспия, охотились на тюленя, использовали его мясо и жир в пищу, для отопления и освещения жилищ, из шкур тюленя изготавливали одежду и обувь, торговали ими, платили дань.

Московско-Астраханский мирный договор, заключенный в 1554 г. после первого Астраханского похода русской армии, среди прочих условий закрепил за русскими рыбаками право заниматься рыбными ловлями «беспошлинно и невозбранно» (Зайцев, 2004). В те времена тюленьи промыслы отдельно не выделялись и фигурировали в летописях как «рыбные ловли».

После присоединения к России Астраханского ханства в 1556 г. царь Иван IV (Грозный), в воздаяние за услуги и мужество князей и мурз татарских, присягнувших на верность Государю, приказал отдать им «многие земли и рыбные ловли около Астрахани» (Юдин, 1912). Косвенно решение царя указывало на то, что местное тюркское население занималось рыбными ловлями и в предшествующий ордынский период.

По мере усиления российского присутствия на побережье Северного Каспия рыбные промыслы стали постепенно переходить в ведение и управление монастырей и казачества. Начало процессу положил царь Михаил Федорович, пожаловавший в 1619 г. часть волжских вод и расположенный на них учуг (заграждение реки для облова мигрирующей рыбы) Бузан своему родителю, патриарху Филарету. В 1653 г. царь Алексей Михайлович пожаловал патриарху Никону учуг Камызяк в «вечное владение со всеми окрестными ловлями и угодьями», а в 1684 г. отдал астраханским «вольным стрельцам за их усердную службу в пользование для рыбной ловли прилегающую к Астрахани часть Волги

по обе стороны р. Болды на 5 верст» (Юдин, 1925). В результате к концу XVII в. значительная часть волжских угодий и даже часть морского побережья оказалась в частных владениях и стала недоступной для общественных «вольных» промыслов. Вместе с тем, в этот период изобилия водных биологических ресурсов регулирование рыболовства понималось как регулирование экономических вопросов: на каких условиях пользоваться выделяемым ресурсов, сколько платить в казну, включая натуральную часть, для каких нужд использовать ресурс и как реализовывать избытки.

Ситуацию в корне изменил император Пётр I. Именным указом из Семеновской приказной палаты от 6 января 1704 г. «Об отдаче рыбных ловель на откуп, и о ведении оных в Ижерской Канцелярии» он изъял рыбные ловли из частных владений, установил на них государственную монополию и учредил уполномоченный орган управления – Рыбную Контору, решительно заявив о государственном праве владения и управления рыбными ресурсами страны. Однако вскоре после кончины Петра I, 31 марта 1727 г., Верховный тайный совет издал указ, вернувший «дворцовые, архиерейские, монастырские и помещичьи рыбные ловли» прежним владельцам «вечно, без перекупки».

Указаний на то, насколько развит в то время был тюлений промысел на Каспии, в литературе нет, но в старинном описании р. Волги начала XVIII в. упоминается, что «при Астрахани заходят часто в Волгу тюлени» (Роганов, 1931). Заходы тюленя в низовья Волги происходили весной, вслед за нерестовыми миграциями воблы и сельди. Следует отметить, что с одной стороны, при максимальных уровнях воды в Каспийском море в конце XVIII в., примерно на 4 м отстоящих от современного уровня, береговая линия Каспия располагалась значительно ближе к Астрахани, что соответственно влияло на фактическое положение и протяженность путей захода тюленя в реку. С другой стороны, единичные экземпляры тюленя мигрировали достаточно высоко в Волгу по Волго-Каспийскому морскому судоходному каналу вплоть до 1990-х гг.

К началу XVIII в. относятся первые упоминания о специализированном промысле каспийского тюленя. Первоначально он возник как «островной» промысел: весной и осенью в устья рек Волги и Яик (Урал), а позже и к Тюленьим островам, выходили суда астраханских купцов и яицких казаков, которые выбивали тюленя на островных залежках (Карпов, 1911; Кузнецов, 2017). Ночью охотники подкрадывались к спящим тюленям и забивали их во множестве короткими дубинками-чекушами. Утром тюленей перевозили на «косные» лодки[1], где разделывали и заготавливали шкуры и сало.

В первой половине XVIII в. три острова «в море против устья р. Яик» – Песчаный, Камынич и Пешной (к настоящему времени сохранился лишь о. Пешной) – сдавались в аренду для тюленьих промыслов: с 1722 г. по 1727 г. – уральским казакам за 359 руб. 56 коп., а с 1731 г. по 1736 г. – астраханскому купцу Ефиму Бакланову за 122 руб. (Пальмов, 1924). Первоначальной целью этих промыслов были тюленьи шкуры и жир (ворвань), который вытапливали из тюленьего сала и использовали для освещения и смазки механизмов.

В 1740 г. астраханские и яицкие тюленьи промыслы были сданы в аренду двум астраханским купцам, а в 1751 г. переданы на 17 лет (до 1768 г.) генерал-фельдмаршалу графу П.И. Шувалову «на откуп и в содержание из платежа в год по 264 рубли 70¾ копеек». Однако после смерти графа Шувалова императрица Екатерина II указом от 31 июля 1762 г. аннулировала аренду и вернула тюлений промысел «Астраханскому купечеству в вольной торговле, как и прежде состоял» (Полное собрание законов Российской империи, 1830).

---

[1] Косная лодка (коснушка, кусовая лодка) – парусно-гребная двухмачтовая лодка грузоподъёмностью до 50 тонн, использовавшаяся для транспортировки грузов по Каспийскому морю, бассейнам рек Волга, Дон и Днепр.

Император Павел указом от 10 апреля 1797 г. вернул часть рыбных и тюленьих промыслов в частную собственность, дав следующее распоряжение Сенату: «Астраханские рыбные ловли и казенные учуги, состоящие ныне в содержании у купцов того города, которыми по указу 1762 года следовало пользоваться сему обществу купечества астраханского, но кои, по вкоренившимся тамо злоупотреблениям, городу никакого дохода не приносят, – повелеваем: отдать в вечное владение нашим действительным тайным советникам князю Куракину 1-му и генерал-прокурору князю Куракину 2-му с получением от них в казну нашу ныне платимый купцами оклад, да в пользу города по 12,000 руб. в год» (Юдин, 1925). Однако отдание рыбных промыслов в частное владение привело к быстрому сокращению добычи рыбы и казенных доходов и уже через год князь Куракин по просьбе астраханских купцов вернул рыбные угодья, прилегающие к городской земле, в общественное пользование.

Вся история управления каспийскими рыбными и тюленьими промыслами вплоть до 1917 г. свидетельствует о постоянных колебаниях правительства между интересами крупных землевладельцев установить контроль за рыбными и тюленьими промыслами не только в реках, но и в море, и стремлением купечества и рыбопромышленников к всемерному развитию «вольных рыбных ловлей».

Император Александр I, взошедший на престол в 1801 г., вскоре вновь ограничил права крупных землевладельцев. В этот же период астраханские рыбопромышленники пишут письмо на высочайшее имя (1802 г.) в отношении неустройства рыбных промыслов, снижения запасов водных биологических ресурсов, прося рассудить споры. Именным указом, данным Сенату 11 сентября 1803 г. № 20.933 «Об устройстве рыбных промыслов на Каспийским море» молодой император признал незаконным владения помещиками промыслами морскими, которые им не принадлежали: «ибо разум Дворянской грамоты, дающий право помещикам по землям владеть водами, объемлет только реки и озера, а к морским ловлям относиться не может; следственно, воды морские даже при местах тех помещиков действительно заселенных, должны оставаться в общем и свободном для всех морских рыбопромышленников употреблении» (Полное собрание законов Российской империи, 1830).

В конце XVIII в., с развитием островного боя у берегов Мангышлака, тюленебойщики стали устраивать на островах зимовки, так как суда, выходящие на промысел весной из Астрахани, из-за плавучих льдов в море приходили в район не раньше апреля, а артели, зимовавшие в районе промысла, начинали бой тюленя значительно раньше и имели преимущество. Постепенно такие зимовки превратились в постоянные поселения; одно из первых поселений появилось в 1798 г. на о-ве Кулалы (Роганов, 1931). С этого времени продолжительность островного промысла тюленя увеличилась: его стали вести как весной, в феврале-марте, так и осенью, в октябре-ноябре (Юдин, 1925). Живя постоянно в районе промысла, тюленебойцы стали промышлять тюленя и зимой. Так возник зимний санный промысел тюленя, который осуществлялся преимущественно в Мангышлакском районе. Весной и осенью промысловики били тюленя на островных залежках, а зимой ходили с берега на лёд санными экспедициями и там промышляли тюленя на зимних скоплениях.

В 1802 г. Рыбная Контора, проработавшая к тому времени уже 98 лет, была закрыта, и вместо нее при астраханском губернском правлении учреждена экспедиция для заведования рыбными и тюленьими промыслами (Рыбная экспедиция). В своей работе Рыбная экспедиция руководствовалась специально разработанной инструкцией и генеральными правилами рыболовства, высочайше утвержденными 17 июля 1805 г. С этого времени тюлений промысел был объявлен вольным, и установлена плата за участие в

нём в размере 5 руб. 70 коп. серебром или 20 руб. ассигнациями (бумажными деньгами) с каждого судна (Роганов, 1931). Однако ожидаемого эффекта (повышения акцизного сбора в казну) эта реформа не дала, налоговые сборы с промысла продолжали падать, и в 1817 г. правительство вновь отдало тюлений промысел в откупное содержание на 4 года за 74 600 руб. ассигнациями. По окончании откупного срока Сенат с 1822 г. вернул вольный бой тюленя с оплатой за каждый пуд добытого сала-сырца по 1 руб. ассигнациями (Роганов, 1931). Решение Сената свидетельствовало о том, что именно жиротопление стало к тому времени основным экономическим стимулом тюленьего промысла. Рост городов и промышленных мануфактур в центральной России обеспечивал устойчивый и постоянно растущий спрос на горюче-смазочные материалы, одним из которых в то время была ворвань – жир морских млекопитающих. Мясо каспийского тюленя использовали в пищу: засоленные туши тюленя пользовались спросом в северных губерниях. Торговля этим товаром велась через Нижегородскую ярмарку.

В первой четверти XIX в. промысел тюленей концентрировался главным образом в устьях рек Волга и Яик (Урал), на Тюленьих островах и в Эмбенском районе на северо-востоке Каспия. Контингент тюленебойщиков того времени составляли по большей части разные преступники, высылаемые правительством в астраханский край с целью его колонизации, и наемные работники, поскольку оплата за ведение этой деятельности была велика, намного превосходя оплату труда в других регионах страны (Роганов, 1931). Бой тюленя в те времена был делом весьма рискованным. По свидетельству М.С. Рыбушкина (1841), «эмбенский рыболовный и тюлений промыслы часто сопряжены бывают с величайшими затруднениями, препятствующими свободной операции, а потому при всякой отправке на сии промыслы Рыбная экспедиция посылает от себя как для сохранения тишины, так и для защиты рыбопромышленников от хищнических народов: Киргизцов, Хивинцов и Трухменцов, кроме трех чиновников, по одному вооруженному боту и по две косныя лодки с казаками. Однакож, не смотря на сии предосторожности, по причине множества устьев Волги и по рассеянности промышленников, сии последние часто бывали захватываемы, что особенно замечено с 1819 года. С этого времени приняты строгие меры и наблюдательные посты усилены». Проблема нападений на русских купцов и рыбаков на востоке Каспийского моря адайцев и туркменов, разграбления ими судов, увода людей в рабство была окончательно решена уже в 1870-х гг. присоединением Закаспийской области и прекращением работорговли в Мерве и Хиве. Не меньшую опасность представляли собой зимние тюленьи промыслы, где ежегодно гибло много людей. Промысловики, имея весьма примитивные транспортные средства и орудия промысла, уходили далеко в море по тонкому льду, где попадали в шторма и нередко погибали.

В 1826 г. утверждается Устав о тюленьем промысле, в котором подтверждается его вольный статус, конкретизируются районы, сроки промысла и орудия лова, устанавливается сбор рублевой пошлины за тюленя и его жир с каждого судна. С этого времени тюлений промысел на многие десятилетия становится жиро-кожевенным. Появляются первые меры ограничения промысла: в 1832 г. вводится запрет на использование употребления плавных сетей – аханов для лова тюленя.

С развитием в первой четверти XIX в. зимнего санного промысла в Мангышлакском и Эмбенском районах, выбивавшего кормящих самок и детенышей-бельков, стали проявляться признаки снижения численности тюленя и упадка его промысла в водах Уральского войска. Правда, А.Н. Роганов (1931) объяснял этот упадок не снижением численности тюленя, а рядом запретительных мер, предпринятых войсковым управлением во избежание тайного лова осетровых тюленебойщиками в приустьевых районах Яика под видом тюленьего промысла. Тем не менее, согласно официальной статистике того време-

ни, ежегодный вылов тюленей снизился со 150–160 тыс. голов в период 1800–1823 гг. до 104,6 тыс. голов в 1824–1826 гг. (Роганов, 1931). В 1830-е гг. акцизные сборы за добычу тюленя продолжали снижаться и в 1839 г. зарегистрированный вылов составил лишь 28 тыс. голов. Неблагополучное положение на тюленьих промыслах, по-видимому, стало одной из причин того, что в 1844 г. в Астрахань неожиданно приехала сенатская комиссия для проверки деятельности местного губернатора И.С. Тимирязева. Обстоятельства проведения той проверки ярко описаны в письмах И.С. Аксакова, непосредственного участника ревизии, для которого эта работа стала первым серьезным испытанием после окончания Санкт-Петербургского Училища Правоведения. Получив по прибытию в Астрахань задание проверить работу Рыбной экспедиции, И.С. Аксаков вскоре написал родителям: «нашел я много злоупотреблений важных, которые потребуют, может быть, вящего взыскания по законам, а теперь хлопочу о том, чтобы перевесить вновь всего тюленя» (Аксаков, 1988). Аксаков прожил в Астрахани около 10 месяцев и вошел во все тонкости тюленьих промыслов и работы Рыбной экспедиции до такой степени, что в одном из последующих писем заметил: «мне тюлень и доходы с него казне почти во сне снятся».

Ревизорская проверка выявила массовые фальсификации учёта вылова и утаивание улова. По свидетельству Аксакова, «тюлень промышленниками объявляется в экспедиции, складывается (просоленный) в лари и дожидается покупщика или вывоза во внутренние губернии. Перевешивают определенные на то смотрители экспедиции, которые, при большом количестве тюленя, утаивают из выгод хозяина иногда более половины пуд». Добившись полного перевешивания заготовленного тюленя, Аксаков обнаружил, что по некоторым партиям «на 300 штук тюленя, объявленного в экспедиции и записанного в недоимке, находят до 3000 лишнего, разумеется, тайно привезенного».

Есть в письмах И.С. Аксакова и описание экономики тюленьего промысла того времени: «шкура тюленя не приносит большой выгоды, но тюлений жир прибылен. Пошлины с него в казну платится по 30 копеек серебром с пуда тюленя. Пошлина небольшая, ну да и добывается его от 200 до 300 тысяч и более тюленей в год. Бой тюленя зимою убыточен и для казны, и для промышленников: для казны потому, что тот же самый тюлень осенью весит впятеро больше; для промышленников потому, что безумное истребление мелкого тюленя истребляет вообще тюленью породу».

Уже в 1860-х гг. в первых Правилах рыболовства, появившихся в бассейне Каспийского моря благодаря усилиям К.М. Бэра и Н.Я. Данилевского, были введены элементы биологических принципов регулирования численности водных биологических ресурсов, направленные на поддержание такого уровня эксплуатации промысловой популяции, которое обеспечивало бы ее устойчивое воспроизводство, в том числе для тюленя – меры, направленные на сохранение детных самок.

Ярко описывал И.С. Аксаков и нравы, царившие на промыслах: «Отчаянные промышленники, презирая все опасности, гурьбою отправляются и набивают множество. Как ни опасна эта работа, но она вдвое для них прибыльнее дневной платы работника в других губерниях, и поэтому отовсюду идут они на промысел, русский, калмык, киргиз, татарин, персиянин, армянин, трухменец. Тюленьщики обыкновенно отправляются на небольших лодках, без компаса, зная довольно коротко море, товар, если его много, складывают в расшиву или кусовую лодку хозяина. Прежде часто подвергались они нападениям хивинцев, но со времени последней экспедиции захватов не случается. Но бьющие тюленя зимой подвергаются большим опасностям. Они обыкновенно отправляются по льду, на подводах, но часто сильным порывом ветра отрывает их со льдиной, с санями и лошадьми и носит по всему морю, часто совершенно в противоположной стороне, дней

двадцать и более. Что же? Они продолжают бить попадающегося тюленя, съедают лошадей и, обтягивая сани лошадиными кожами, садятся в эту нехитрую лодку, когда вся льдина разойдется. Большая их часть все-таки погибает, но многих прибивает к берегу, и они спасаются. Это не сказки, а действительные факты, открывшиеся мне при ревизии рыбной экспедиции. Но вообще от неосторожности и от бурных, вулканических свойств Каспийского моря ежегодно погибает много людей».

Ревизорская проверка имела поразительный результат: в 1844 г. официальная статистика вылова тюленя составила 290 тыс. голов или 152 906 пудов, – в 10 раз больше добычи в 1839 г. и более чем когда-либо добывали тюленя за всю историю промысла! Главное, что этой цифре можно доверять, так как она была получена в результате полного перевешивания тюленя, заготовленного в тот промысловый сезон. Однако этот поразительный результат заставляет относиться со значительной осторожностью к достоверности данных статистической отчётности в предшествующие и последующие годы, вынуждая предполагать значительный разрыв между фактически добытым ресурсом, и цифрами, ложащимися на бумагу, при невозможности ежегодно осуществляться ревизии с поштучным пересчетом добытого и сохраняемого.

В 1847 г. на западном побережье п-ова Мангышлак был основан рыбачий посёлок Николаевский (ныне Баутино) рядом с вновь построенным укреплением Ново-Петровским (впоследствии форт Шевченко). Посёлок стал удобным портом зимнего отстоя судов тюленебойщиков, а с 1850-х гг. превратился в главную базу нового вида тюленьего промысла – зимнего судового боя. Первоначально зимний судовой промысел вели на обычных рыбацких судах – морских рыбницах[2], но затем появились и специализированные зверобойные суда – тюленки. По описанию С.В. Дорофеева и С.Ю. Фреймана (1928), «тюленка представляет из себя двухмачтовое деревянное парусное судно с полной палубой, с грузоподъёмностью от 10 до 33 тонн. Конструкция судна, исходным типом для которой послужила морская рыбница, варьирует в зависимости от года постройки, величины и стоимости. В числе судов, выходящих в настоящее время из Мангышлака в лёд, имеются кроме настоящих тюленок и рыбницы, приспособленные путем добавочных креплений для ледового плавания, и обыкновенные неизмененные морские рыбницы».

Начиная с 1860-х гг. зимний судовой бой становится основным видом добычи каспийского тюленя. 25 мая 1865 г. утверждается новый Устав каспийских рыбных и тюленьих промыслов, устанавливающий билетный сбор за право промысла тюленя, а также пошлину за добытые тюленьи шкуры и жир. Устав 1865 г. о производстве рыбных и тюленьих промыслов ввёл ограничения: запрещалась гонка тюленей осенью по всему морю, поскольку она включала забой мигрирующих беременных самок, запрещены бой, продажа и покупка шкурок белька. Устав 1865 г. также запретил санный промысел, поскольку он был опасен для людей, а также основывался на убое детных самок, после уничтожения которых непроизводительно гибли от голода бельки (в те времена промышленникам они были неинтересны). Устав определил взыскания за нарушения установленных правил: за бой тюленя вне установленных районов и сроков – штраф 50 руб. с конфискацией улова; за зимний санный промысел и торговлю шкурами бельков – штраф по 2 руб. с каждого убитого тюленя с конфискацией добытого тюленя и шкур; за тайный вывоз тюленя/тюленьего жира из Астрахани или мимо Астрахани – штраф в размере тройной пошлины на продукцию тюленьих промыслов: по 90 коп. с пуда сырого тюленьего жира или 30 фунтов топленого (Шульц, 1874).

---

[2] Рыбница – палубное рыболовное судно на каспийских промыслах. Имело длину от 11 до 20 м и грузоподъемность от 15 до 60 т.

В 1867 г. в устав о тюленьем промысле были внесены изменения, касающиеся улучшения учёта и налогового сбора с промысла. В этом виде устав просуществовал вплоть до революции 1917 г.

Принятие Уставов 1865-1867 гг. способствовало борьбе с браконьерством и повышению достоверности статистики добычи тюленя. По свидетельству А.Н. Роганова (1931) «система попудной пошлины на убитого зверя и шкуру, с одной стороны, и концентрация переработки тюленя (жиротопления) в г. Астрахани давали возможность рыбнадзору строго учитывать привозимого из моря зверя. К возможно точному учету побуждало чинов рыбнадзора и то обстоятельство, что они были заинтересованы определенным процентом в их пользу». В силу перечисленных причин данные промысловой статистики во второй половине XIX в. и в начале XX в. можно считать достаточно достоверными и точными.

По оценке А.Н. Роганова (1931) «общая годовая средняя добыча из всей дореволюционной добычи тюленя с 1867 г. по 1915 г., т.е. почти за 50 лет более или менее удовлетворительной статистики определяется в 115 тысяч голов». С.В. Дорофеев и С.Ю. Фрейман (1928), проанализировав статистику тюленьих промыслов второй половины XIX-начала XX вв., пришли к выводу, что эпизодические колебания объёмов добычи тюленя в этот период не были следствием чрезмерной эксплуатации запаса, а были вызваны неблагоприятными погодными условиями или экономическими причинами (малым количеством выставленных на промысел судов). В качестве примера авторы приводят неудачи промыслов 1896, 1900 и 1911 гг. вследствие ранней или аномальной суровой зимы. Также, по мнению авторов, анализ промысла за период 1867–1915 гг. свидетельствует, что средняя годовая нагрузка на стадо каспийского тюленя в 115 тыс. голов не являлась в то время чрезмерной, поскольку не приводила к общему падению добычи.

Несмотря на видимую стабильность многолетнего промысла, в конце XIX в. проявились первые признаки сокращения численности каспийского тюленя. Так, есаул Уральского казачьего войска Д.И. Ливкин в своём отчете о состоянии рыболовства и тюленьего промысла на восточном побережье Каспийского моря в 1897 г., описывая Тюленьи острова, отмечал, что «здесь в прежние годы в весеннее время залегал в громадном числе тюлень, почему эти острова и получили название «Тюленьих». В настоящее время тюлень ложится на этих островах … уже в незначительном количестве. Главный же бой тюленя происходит на льду зимою» (Ливкин, 1902). В том же отчете он отметил массовую встречаемость мёртвого тюленя-плывуна в Северном Каспии и высказал собственное объяснение его гибели: «Осенью, до замерзания льда, тюлень собирается мертвым тюленщиками и прибрежными киргизами в заливе Мертвый Култук. Причину нахождения мертвого тюленя в водах Мертвого Култука местные жители объясняют присутствием на дне Култука едкой грязи, уткнувшись в которую мордою, тюлень теряет зрение и задыхается». Первые предположения об особых условиях на участках на востоке Северного Каспия, представляющих собой сочетание хорошо прогреваемых летом и затираемых льдами зимой мелководий, часто с нарушения кислородного режима и высокой соленостью, как причинах гибели большого количества каспийского тюленя и осетровых рыб, высказывал Г.С. Карелин по итогам экспедиции 1832 г. (Карелин, 1884).

Если обратиться к трудам других авторов, то О.А. Гримм (1896) приводит информацию о том, что с развитием сети железнодорожного сообщения, появлением пароходов, а также одновременно с развитием способов переработки сырья, включая всё более интенсивное применение холодильных технологий, внимание рыбопромышленников стало обращаться с осетровых видов рыб на частик и каспийских сельдей – те группы, которые ранее рассматривались исключительно как сорная рыба, годная только для жиротопления. Тем самым были заложены предпосылки для будущих рекордных уловов начала XX в.

* * *

Во второй половине XIX в. среди тюленебойщиков сложилась собственная корпоративная терминология. Так, в промыслово-статистических материалах фигурируют следующие онтогенетические стадии каспийского тюленя (Роганов, 1931):

Белёк – новорожденный тюленёнок в возрасте до 2,5-3 недель. Масса белька при рождении составляет около 4 кг. Шерсть, постепенно отрастая и грубея, принимает совершенно белый цвет. Питание исключительно молоком.

Выпорка – неродившийся (внутриутробный) белёк. Имеет белую непрочную шкурку и мягкую неровную шерсть с синеватым оттенком.

Заморыш – тюленёнок, лишившийся матери до окончания периода молочного вскармливания. Он мог выжить за счёт своих жировых запасов и научиться добывать пищу самостоятельно. Однако такие заморыши сильно отставали в росте от нормальных щенков и даже во взрослом состоянии никогда не достигали нормального размера и веса.

Тулупка – щенок в период первой линьки, которая проходит в возрасте 2,5–3 недель. Масса тулупки варьирует от 13 до 30 кг; в среднем – 18 кг. В ходе линьки белая шерсть заменяется на более грубую серую или тёмно-серую шерсть на спине, светлую – по бокам и брюшку. Ко времени окончания линьки самки начинают оставлять своих щенков.

Сиварь – тюленёнок после окончания первой линьки (вторая половина марта), постепенно переходящий от молочного вскармливания к самостоятельному питанию. Сивари склонны перемещаться к кромке ледовых полей и присоединяются к косякам тюленей, мигрирующих на юг.

Концырь – годовалый тюлень массой 32–40 кг.

Косячный тюлень – взрослый зрелый самец. В период щенки самок такие самцы образуют плотные скопления (косяки) на некотором удалении от мест массовой щенки.

Желтяк – молодой тюлень (сиварь) после завершения второй (весенней) линьки, проходящей на песчаных островах и косах (шалыгах) в апреле.

Матуха – беременная или кормящая самка, она же «щенная самка».

Конец XIX в. был периодом наибольшего разнообразия тюленьих каспийских промыслов. В общей сложности их насчитывалось шесть: островной промысел, весенний «гагачий» промысел, сетной (аханный) лов, судовой зимний промысел, санный зимний промысел, промысел тюленя в южных водах Каспия (Дорофеев, Фрейман, 1928; Роганов, 1930а,б, 1931, 1932; Самофалов, 1930).

Островной весенний и осенний промысел – исходный, наиболее древний вид промысла каспийского тюленя. Этот способ добычи использовал поведенческие особенности и сезонные миграции каспийского тюленя: весной (в апреле-мае) из районов размножения – в тёплые воды Среднего и Южного Каспия, а осенью (в октябре-ноябре) – обратно на север для размножения и зимовки. В ходе этих миграций тюлени образуют в Северном Каспии плотные залёжки на островах и временных косах-шалыгах, где они весной завершают линьку, а поздней осенью отдыхают в ожидании ледостава в море.

Островной промысел каспийского тюленя появился с началом российского освоения побережья Каспийского моря в начале XVIII в. К этому времени относятся первые упоминания о промысле тюленя яицкими казаками и астраханскими купцами на островах с северо-восточной части Каспия (Карпов, 1911). Островной промысел не требовал больших затрат и производился мелкими артелями тюленебойцев без материальной поддержки крупных промысловых организаций (Дорофеев, Фрейман, 1928). К началу XX в. объём добычи при островном бое составлял весьма незначительный процент от общего объёма добычи тюленя на Каспии. Прекратился он лишь в 1967 г. в связи с официальным запретом.

«Гагачий» (весенний) промысел – другой вид традиционного промысла каспийского тюленя. Его вели в марте на косных лодках среди дрейфующих льдов, в период весенней линьки тюленей. Название промысла связано с внешним сходством линяющего тюленя с гагой (птицей, также проходящей заметную сезонную смену оперения). Гагачий промысел появился позже островного, по-видимому, в конце XVIII в.

Промысел учитывал особенности естественного поведения тюленей. На тающих и разбиваемых ветрами льдах располагаются половозрелые самцы, линька которых наступает лишь после периода спаривания. Во время линьки до окончания смены волосяного покрова тюлени нуждаются в твердом субстрате.

Объёмы гагачьего промысла никогда не были большими. По данным мониторинга гагачьего промысла в конце 1920-х гг., при хорошем снаряжении судов и благоприятных гидрометеорологических условиях он мог давать около 25 тыс. голов ежегодно (Роганов, 1930б). Тюленя добывали ради сала; ежегодный объём добычи в 1930-е гг. варьировал от 8 до 20 тыс. голов (Кузнецов, 2017). В 1950-е гг. этот вид промысла стал угасать в связи с экономической нерентабельностью и окончательно прекратился в 1960 г.

Сетной (аханный) промысел (он же – плавной промысел, береговой выволочный промысел) каспийского тюленя также относится к традиционным видам промысла, существующим с конца XVIII в. На глубоководных прибрежных участках у п-ова Мангышлак в период осенних миграций тюленя к местам размножения и зимовки (с начала осени до конца декабря) промысловики специально для добычи тюленя выставляли в море плавные осетровые сети – аханы. Плывя под водой, тюлени натыкались на выставленные сети, застревали головой в крупной ячее и запутывались. При нормальных погодных условиях сетные уловы были невелики, так как мигрирующие косяки проходили над большими глубинами значительно мористее выставленных аханов. Наибольшие уловы случались при норд-вестовых ветрах, когда тюлени штормом подбивались к берегу и попадали в сети.

Аханный промысел вели и в мелководных предустьях Волги и Урала, где тюленей в аханы загоняли на лодках. В период с 1832 г. по 1865 г. аханный осенний промысел был запрещён из-за прилова беременных самок.

Объёмы вылова на аханном промысле были невелики, как правило они значительно уступали объёмам добычи весеннего «гагачьего» промысла. Так, в 1929 г. сетным ловом в Мангишлакском районе было добыто 2 573 тюленя и в районе Кулалы – 1 561 тюлень (Самофалов, 1930). Аханный лов тюленей был окончательно прекращен в 1952 г. (Кузнецов, 2017).

Санный зимний промысел каспийского тюленя появился конце XVIII в., был запрещён с 1865 г. по 1917 г., а в период революции и гражданской войны вновь возродился и существовал вплоть до окончательного запрета в 1957 г. Промысел осуществляли в зимний период на санях, запряжённых лошадьми или собаками, тюленей добывали непосредственно на ледовых лежбищах. Объектом промысла были как взрослые тюлени, так и детёныши – бельки, спрос на шкуры которых возник с середины XIX в.

В дореволюционное время санный промысел каспийского тюленя более полувека был запрещён правилами о рыбных и тюленьих промыслах в Волго-Каспийском районе от 1865 г. Главной причиной запрета были относы льда, из-за которых часто гибли промышленники. Тем не менее, в период запрета (после 1865 г.) в удаленных районах северо-восточного Каспия санный промысел продолжали вести нелегально, поскольку он требовал минимальных затрат и для беднейших слоев населения был важным источником дохода. В первой половине XIX в., до запрета, санный промысел давал существенную часть ежегодной добычи каспийского тюленя. Так, за 30 лет – с 1824 по 1854 гг.,

осенью и зимой было добыто 654 472 зверя, т.е. в среднем по 21 815 голов в год (Яковлев, 1875). Уставом 1865 г. санный промысел был запрещен, и этот запрет сохранялся вплоть до революции. В 1920-е гг. он возобновился и в 1929 г. Джамбайский санный промысел дал около 64 тыс. голов «жирового тюленя» и белька (Роганов, 1930а). В 1930-х гг. санный промысел обеспечивал заготовку от 30 до 70 тыс. голов тюленя ежегодно. Охота велась как на взрослых тюленей, так и на новорождённых бельков, мех которых стал высоко цениться. В 1940-е гг. санный промысел тюленя был ограничен, а в 1957 г. окончательно прекращен (Кузнецов, 2017).

Судовой зимний промысел каспийского тюленя – это добыча животных в зимний период с использованием морских зверобойных судов-тюленок. Промысел вёлся в северо-восточной части Каспийского моря на щенных и косячных залёжках с начала февраля до середины марта. Зимний судовой промысел тюленя возник в 60-х гг. XIX в. и к началу XX в. он стал основным (Самофалов, 1930; Роганов, 1931). В XIX в., в период жиро-кожевенных тюленьих промыслов, он ориентировался в основном на взрослых тюленей как сырье для получения тюленьего жира, но к середине XX в. постепенно переориентировался на добычу приплода – бельков и сиварей. Зимний бой производился в местах размножения половозрелых самок каспийского тюленя, где легко доступным для промысла оказывается приплод (белёк), который в первые дни рождения остается на льду и не уходит в воду.

Промысел тюленя в южных водах Каспия. Промысел в южных районах Каспийского моря впервые появился в начале XIX в. и, несмотря на все опасности с ним связанные, привлекал большое количество наиболее отчаянных тюленебойных ватаг. Не стесняемый никакими законодательными мерами, промысел «у персидских берегов» в те времена производился в широких размерах и самым хищническим образом (Юдин, 1925). К сожалению, никакой информации об этом промысле и объёмах его добычи в XIX в. не сохранилось.

Промысел тюленя в южных водах Каспия осуществлялся весной и в начале лета на залёжках тюленей на пустынных островах и косах западного побережья современного Азербайджана (острова Жилой, Святой, Урунос и Шахов Апшеронского архипелага) и восточного побережья Туркменистана (южная оконечность островов Чекелена и Огурчинского). Залёжки образуют тюлени, массово мигрирующие весной в южные районы Каспийского моря. Первыми начинают миграции неполовозрелые особи, за ними половозрелые самки и приплод данного года. Последними начинают мигрировать половозрелые самцы, которые задерживаются на весенних льдах для окончания линьки (Роганов, 1931). Численность залёжек увеличивается после сильных штормов, когда измученные волнением тюлени выходят на острова отдохнуть.

По мнению А.Н. Роганова (1931), в 1930-е гг. при систематическом использовании южных островов, главным образом о. Шахов, было возможно добывать до 7 тыс. голов тюленя ежегодно. Реальная добыча не превышала 1,5 тыс. голов.

* * *

Первая мировая война, последовавшие за ней революция и гражданская война фактически обрушили каспийские тюленьи промыслы. Резко сократилось число промысловых судов и выходящих на них тюленебойцев, промыслы стали случайными. Разрушение системы государственного контроля спровоцировало возобновление ранее запрещенного и рискованного – зимнего санного промысла. Статистика добычи тюленя за период с 1916 по 1918 гг. не сохранилась. В последующие пять лет, с 1919 по 1923 гг., объёмы ежегод-

ной добычи варьировали от 0,2 до 32,8 тыс. голов, в среднем составляя 18,9 тыс. голов (Роганов, 1931).

Однако спрос на жиры животного происхождения оставался высоким, и после завершения гражданской войны тюленьи промыслы на Каспии возобновились уже в форме государственных предприятий – крупных рыбопромышленных трестов. Быстрому восстановлению каспийских промыслов способствовали изменения социально-экономических условий, обусловленные окончательным установлением советской власти. Плановая экономика стимулировала техническое перевооружение флота, внедрение современных технических средств промысловой разведки, добычи и переработки. Реализация этих масштабных планов требовала всестороннего научного обеспечения, и именно в 1920-е гг. начинаются систематические комплексные исследования каспийского тюленя и его промыслов (Пальмов, 1924; Дорофеев, Фрейман, 1928; Самофалов, 1930; Роганов, 1930а,б, 1931, 1932).

В 1925 г. добыча каспийского тюленя достигла 81,1 тыс. голов, что соответствовало предвоенному уровню, а в следующем 1926 г. вылов составил уже 100,6 тыс. голов (Роганов, 1931). Полное восстановление промыслов, таким образом, заняло около 4 лет. В последующие годы, вплоть до начала 1930-х гг., средняя добыча тюленя держалась на уровне около 115 тыс. голов, т.е. соответствовала среднемноголетнему уровню второй половины XIX в. (Бадамшин, 1960).

Росту добычи каспийского тюленя в годы первых советских пятилеток способствовало расширение ассортимента продукции, получаемой из него: тюлений жир стали использовать не только в технических, но и в медицинских целях, а мех бельков становился все более популярным. В 1931 г. была разработана технология изготовления медицинского жира из тюленьего сырья путем низкотемпературной экстракции (Езерский и др., 1931), причем полученный жир по ряду показателей превосходил традиционный рыбий жир из печени трески (Лопский, 1931; Мацко, 1931). Работы по данному направлению велись и до 1917 г.: в 1909 г. в Трудах Ихтиологической лаборатории Управления Капийско-Волжскими рыбными и тюленьими промыслами была издана работа Ю.Ц. Балталона «Очерк добывания жира и исследование жиротопления в Каспийско-Волжском районе (предварительное сообщение); позднее, в 1911 г., автор в качестве экстерна перед Государственной комиссией при Императорском Московском Техническом Училище защитил свой проект тюлене-жиротопочного завода для переработки 75 тыс. пудов сырца в одну компанию (Лепилов, 1997).

В 1930-е гг. объёмы добычи каспийского тюленя превзошли уровень конца XIX в. Росту объёмов промысла и повышению его эффективности способствовало внедрение ряда технических новшеств: с 1934 г. для поиска ледовых залёжек тюленей стала использоваться авиация, а для координации работы добывающих судов и их наводки на скопления все шире применялась радиосвязь. На основании авиаразведки строились ежегодные (в отдельные годы – ежемесячные) карты ледовых залёжек каспийского тюленя для ориентировки зверобойных судов (Бадамшин, 1960). Добывающий флот был усилен поступлением 80 специализированных норвежских зверобойных судов ледового класса. Для проводки добывающих судов к ледовым залёжкам тюленей стали привлекать ледоколы (Современное состояние…, 2008). В совокупности эти меры позволили существенно увеличить добычу тюленя: в 1935 г. она достигла рекордного уровня в 227,58 тыс. голов (Бадамшин, 1966).

В течение 5 лет, с 1937 по 1940 гг., на зимних щенных залёжках было добыто суммарно 776,6 тыс. голов (в среднем 155 тыс. голов в год), 72% из которых составляли бельки. Однако к концу 1930-х гг. явно проявились признаки подрыва популяции каспийского

тюленя: данные промысловой авиаразведки в 1939–1940 гг. показали, что площадь щенных залёжек сократилась в несколько раз (Млекопитающие Казахстана, 1981). Для сохранения запаса тюленя в 1940 г. были приняты ограничения его промысла, в частности, был снова запрещен зимний санный промысел. Однако этих мер было недостаточно для восстановления популяции.

Нельзя не отметить, что для данного периода (с конца 1920-х до второй половины 1930-х гг.) вообще было характерны ударные темпы промышленного использования запасов водных биологических ресурсов в Каспийском море, рекордные уловы ряда видов рыб, в том числе судака, леща, воблы. Такой уровень эксплуатации привел к перелову основных запасов водных биологических ресурсов и снижению уловов уже после 1935 г., с одной стороны породив жесткие меры государства по сохранению многих видов водных биоресурсов, с другой – сократив кормовую базу каспийского тюленя: мелкочастиковых и сельдевых рыб.

В 1940-е гг. тюленя добывалось значительно меньше: от 33 тыс. (1945 г.) до 88 тыс. голов (1948 г.), в среднем 64 тыс. голов в год. В 1950-х гг. падение промысла продолжилось: средняя добыча снизилась до 47 тыс. голов с колебанием от 23,7 до 71,5 тыс. голов (Гептнер и др., 1976). Снижение объёмов добычи тюленя в этот период было связано с сокращением промыслового флота, приспособленного к работе во льдах: в 1933 г. на зимнем промысле тюленей работало 152 зверобойных судна, а в 1957 г. их количество сократилось до 17 (Кузнецов, 2017). С другой стороны, эффективность промысла в целом значительно выросла: с середины 1940-х гг. за 2-3 недели до начала промысла ежегодно проводили ледовую авиаразведку, а во время промысла у кромки льда патрулировали 2-3 судна ледокольного класса для проводки зверобойного флота к скоплениям тюленей (Гептнер и др., 1976).

Основной причиной сокращения зверобойного флота стало снижение рентабельности тюленьих промыслов: в 1950-е гг. технический жир животного происхождения стал повсеместно заменяться нефтепродуктами и становился невостребованным. Поэтому со второй половины 1950-х гг. промысел каспийского тюленя стал переориентироваться на приплод, дававший меховую продукцию, имевшую высокий спрос на внутреннем и международном рынках.

В начале 1960-х гг. добыча каспийского тюленя составляла в среднем 93 тыс. голов в год и всё ещё включала животных разного возраста. С 1966 г. в целях сохранения поголовья тюленя был разработан и поэтапно проведён комплекс регулирующих мероприятий: введён запрет промысла продуцирующих самок, прекращена осенняя добыча тюленей на шалыгах, установлены твёрдые сроки промысла приплода (Хураськин, 1975; Хураськин, Почтоева, 1989). В целом эти меры привели к упорядочению зверобойного хозяйства на Каспии. Промысел тюленя окончательно принял пушное направление и в таком виде просуществовал вплоть до его прекращения в 2009 г., т.е. более 40 лет. Однако на этапе введения мер регулирования были допущены серьёзные издержки. Так, в 1966 г. был установлен запрет на добычу всех тюленей в течение всего года, кроме белька и сиваря. При этом ограничение объёма добычи (общий допустимый улов, ОДУ) в то время ещё отсутствовало. Результат оказался противоположным ожидаемому: зимой 1967 г. был забит весь приплод тюленя на детных залёжках – в тот год он составил 88,5 тыс. голов (Гептнер и др., 1976). Аналогичная ситуация повторилась и в 1968 г., что в дальнейшем привело к сокращению численности стада и падению добычи в начале 1970-х гг. Только после этого, с явным запозданием, с 1970 г. стал устанавливаться ежегодный объём допустимого изъятия каспийского тюленя. Объёмы добычи при этом продолжали снижаться: в 1970-х гг. среднегодовая добыча составляла около 37 тыс. голов, а в 1980-е гг. она сократилась до 23 тыс. голов.

Сокращение запасов каспийского тюленя на рубеже 1960-х и 1970-х гг. стимулировало исследования по оценке его численности. Зимой 1973 г. на Северном Каспии впервые была проведена аэрофотосъёмка детных залёжек тюленя, давшая оценку маточного поголовья в 90 тыс. голов и общего поголовья – около 450 тыс. голов (Крылов, 1976). Впоследствии авиаучёты тюленя проводились неоднократно. В период с 1973 г. по 1980 г. они фиксировали рост численности взрослых самок, участвующих в размножении, на 17% – до 90,4 тыс. голов. Общая численность популяции при этом составила около 600 тыс. голов. Но затем популяция тюленя стала сокращаться: в 1986 г – до 520 тыс. голов (численность взрослых самок – до 60 тыс. голов), в 1989 г. – до 390 тыс. голов и 46,8 тыс. голов, соответственно (Кузнецов, 2017; Сокольский, 2020). Главной причиной снижения численности стало сокращение естественного воспроизводства тюленя вследствие старения популяции и чрезмерного выбоя приплода. К 1989 г. средний возраст половозрелых самок и самцов достиг максимальных значений за всю историю наблюдений: 23,0 и 21,8 лет, соответственно, при общей продожительности жизни каспийского тюленя 30–35 лет. Среди стареющих самок росла доля яловости: к концу 1980-х гг. она доходила до 80% (Кузнецов, 2017).

Первые признаки старения популяции появились в середние 1970-х гг., когда в предустьевых пространствах Волги и Урала в летне-осенний период стали отмечать многочисленные, до 20–30 тыс. особей, скопления ослабленных больных тюленей и перестарков, в основной массе зараженных псевдамфистомозом – паразитарным заболеванием, вызываемым трематодами *Pseudamphistomum truncatum* (Заблоцкий и др., 1975). В воспроизводстве эти больные животные не участвовали, что подтверждалось результатами патоморфологического вскрытия. В целях оздоровления популяции, начиная с 1977 г., в аванделте Волги и Урала ежегодно проводился профилактический отстрел больного зверя. Он прекратился лишь в конце 1980-х гг. по экономическим причинам.

Таким образом, следует признать, что в долгосрочной перспективе полный запрет промышленной добычи взрослых тюленей имел отрицательные последствия для сохранения популяции этого вида.

Свою роль в сокращении численности каспийского тюленя сыграл и нелегальный промысел, развившийся с середины 1980-х гг. и никак не учитывавшийся при оценке допустимых объёмов добычи. Объём хищения шкурок белька и сиваря на зверобойных судах мог доходить от 50% до 100% выделенной квоты, в результате чего общий фактический объем добычи мог в 1,5–2 раза превышать научно-обоснованные объёмы допустимого изъятия (Кузнецов, 2017).

Но главной причиной снижения объёмов добычи каспийского тюленя в 1980-е гг. и прекращения его промысла в 1990-е гг. стали экономические проблемы в годы «перестройки» и развала СССР. Разрушение единого экономического пространства страны, прерывание цепочек поставок и сбыта продукции, инфляция окончательно подорвали рентабельность тюленьего промысла, который и без того к концу 1980-х гг. становился малоприбыльным. Развал единой государственной системы организации тюленьих промыслов, прежде всего прекращение авиаразведки щенных залёжек и ледокольной проводки зверобойных судов после 1991 г. резко снизил эффективность работы промыслового флота. Устанавливаемые промышленные квоты осваивались всё хуже: 1991–1993 гг. ежегодная добыча тюленя держалась на уровне 27 тыс. голов, в 1994–1996 гг. она упала до 11–14 тыс. голов, в 1997 г. было добыто всего 4,2 тыс. голов, и затем промысел прекратился.

В 2005–2008 гг. предпринимались попытки возобновить тюлений промысел, но объёмы добычи были мизерными (от 145 голов в 2005 г. до 3 746 голов в 2006 г.), промысел оказался нерентабельным и был окончательно прекращен.

Изменения объёмов добычи каспийского тюленя с начала XX в. до прекращения его промысла в 2009 г. (рис. 1) наглядно иллюстрируют три основных этапа, которые прошёл тюлений промысел за этот период.

Первый этап (с 1901 г. по 1915 г.) характеризовался весьма стабильными и высокими объёмами изъятия: годовая добыча тюленя в это время в составляла среднем около 117 тыс. голов. Исторически этот этап представлял собой окончание 50-летнего периода «удовлетворительной промысловой статистики», начавшегося с принятия Устава каспийских рыбных и тюленьих промыслов в 1865 г. В это время существовали все шесть ранее описанных видов промысла, но основную массу тюленя добывали в ходе зимнего судового промысла. В ходе промыслов добывали тюленя всех возрастных групп, а основным видом продукции были технический тюлений жир и шкуры (в меньшей степени – мех белька), т.е. промыслы имели преимущественно жиро-кожевенное направление.

Второй этап тюленьих промыслов начался после окончания гражданской войны (1921 г.) и продолжался вплоть до 1960 г. Этот этап характеризовался быстрым восстановлением объёмов добычи в послереволюционный период с выходом её на максимальный уровень с 1934 г. по 1939 г., когда среднегодовая добыча составляла 182 тыс. голов, а максимальный улов составил 226 тыс. голов (в 1935 г.). Затем последовало постепенное снижение добычи вплоть до 1960 г., когда вылов сократился до 22 тыс. голов. Основным видом промысла на этом этапе оставался зимний судовой, остальные виды промыслов в период восстановления и роста добычи играли вспомогательную роль, а в период снижения уловов (1940–1950-е гг.) прекратились как нерентабельные либо были запрещены мерами регулирования. Вплоть до начала снижения объёмов добычи добывались все возрастные группы тюленя, но в послевоенный период, по мере снижения спроса на технический животный жир, промысел всё более стал смещаться на добычу приплода (белька и сиваря) и из жиро-кожевенного превращался в пушной.

Третий этап начался с 1960-х гг. и продолжался вплоть до окончания тюленьего промысла в 2009 г. В начале этого этапа были запрещены все виды промысла, кроме зимнего судового, а объектом промысла стал исключительно приплод (бельки и сивари).



Рис. 1. Добыча тюленя в каспийском море в период с 1901 г. по 2009 г (по Иванов, Сокольский, 2000).

Промысел окончательно стал пушным. Объёмы добычи на этом этапе последовательно снижались: среднегодовая добыча в 1960-е гг. составляла 82,9 тыс. голов, в 1970-е гг. – 42,4 тыс. голов, в 1980-е гг. – 21,7 тыс. голов и в 1990-е гг. – 17,5 тыс. голов. Сокращение добычи в конце 1960-х гг. было вызвано чрезмерным промыслом вследствие ошибок, допущенных в регулировании промысла в середине 1960-х гг. и подорвавших естественное воспроизводство тюленя. В 1980-е гг. дальнейшему сокращению добычи способствовали деградация системы контроля и управления промыслами в период «перестройки», снижение рентабельности промыслов, растущее браконьерство. Прекращение промыслов в 1990-е гг. было вызвано экономическими и организационными причинами: развалом системы государственной поддержки промыслов (авиаразведки, ледокольной поддержки), разрывом экономических связей (цепочек поставок и сбыта продукции), высокой инфляцией. Попытка возобновления промыслов в 2000-е гг. лишь подтвердила, что старая экономическая модель тюленьих промыслов уже не работает, а новой создать так и не удалось.

Литература

Аксаков И.С., 1988. Письма к родным. 1844-1849. М.: Наука. 704с.

Бадамшин Б.И., 1960. Состояние запасов каспийского тюленя // Зоологический журнал. Т. 39. № 6. С. 898–905.

Бадамшин Б.И., 1966. Биология и промысел каспийского тюленя // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. Сборник статей. Алма-Ата: Изд-во «Наука» Казахской ССР. С. 94–124.

Балталон Ю.Ц., 1909. Очерк добывания жира и исследование жиротопления в Каспийско-Волжском районе (предварительное сообщение) // Труды Ихтиологической лаборатории Управления Каспийско-Волжских рыбных и тюленьих промыслов. Т. 1, вып. 2. С. 5–61.

Гептнер В.Г., Чапский К.К., Арсеньев В.А., Соколов В.Е., 1976. Млекопитающие Советского Союза. Т. 2, ч. 3. Ластоногие и зубатые киты. М.: Высшая школа. 718 с.

Гримм О.А., 1896. Каспийско-волжское рыболовство. Санкт-Петербург: Типография В. Демакова. 154 с.

Дорофеев С.В., Фрейман С.Ю., 1928. Каспийский тюлень и его промысел во льдах. Труды научного института рыбного хозяйства. Т. 3, вып. 3. 119 с.

Езерский С.В., Подсевалов В.Н., Шибалов А.С., 1931. Приготовление технического и медицинского тюленьего жира // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 7. Вып. 4. Астрахань. С. 29–47.

Заблоцкий В.И., Хураськин Л.С., Ворожцов Г.А., 1975. К вопросу о воздействии на состояние и численность популяции каспийского тюленя заболевания псевдамфистомозом // Отчетная сессия КаспНИРХа по работам 1973 г. Тезисы докладов. Астрахань, май 1975 г. Астрахань: Изд-во Волга. С. 95–96.

Зайцев И.В., 2006. Астраханское ханство. М.: Восточная литература. 301 с.

Иванов В.П., Сокольский А.Ф., 2000. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. 180 с.

Историки Греции: Геродот, Фукидид, Ксенофонт. Пер. с древнегреч. М: Художественная литература. 1976. 430 с.

Карелин Г.С., 1883. Путешествие по Каспийскому морю. Журнал экспедиции 1832 года. Записки Императорского Русского географического общества по общей географии. Т. 10. 512 с.

Карпов А.Б., 1911. Уральцы. Исторический очерк. Часть I. Яицкое войско от образования войска до переписи полковника Захарова (1550-1725). Уральск. 1009 с.

Крылов В.И., 1976. Учет численности самок каспийского тюленя // *Рыбное хозяйство. № 5. С.* 18–21.

Кузнецов В.В., 2017. Влияние промысла на структуру популяции каспийского тюленя в исторической ретроспективе // Труды ВНИРО. Т. 168. С. 14–25.

Лепилов В.П., 1997. На просторах Волго-Каспия. КаспНИРХ. Элиста: Джангар. 320 с.

Ливкин Д.И., 1902. Рыболовство и тюлений промысел на восточном побережье Каспийского моря: Отчет его высокопревосходительству господину военному министру по командировке есаула Уральского казачьего войска Д. Ливкина. Санкт-Петербург: Типография В.Ф. Киршбаума. 293 с.

Лопский А.М., 1931. О противорахитическом действии тюленьего жира // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 7. Вып. 4. Астрахань. С. 72–74.

Мацко С.И., 1931. Антирахитический витамин (Д) и его содержание в жирах млекопитающих и рыб // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 7. Вып. 4. Астрахань. С. 75–87.

Михайлов И., 1825. Хозяйственно-статистические очерки Астраханской губернии. Северный архив. № 19.

Млекопитающие Казахстана. Т. 3, ч. 1. Алма-Ата: Наук*а*. 1981. 243 *с.*

Пальмов Н.Н., 1924. К истории рыбной промышленности в Астраханском крае в первой половине XVIII века // Наш край. Орган Астраханской губернской плановой комиссии. № 4. Астрахань. С. 113–135.

Полное собрание законов Российской империи с 1649 года. Собрание Первое, Т. XXVII. Указ №20.933. Сентября 11. Именной, данный Сенату. Об устройстве рыбных промыслов на Каспийском море. СПб. 1830. С. 882–890.

Полное собрание законов Российской империи с 1649 года. Собрание Первое, Том XVI. С 28 июня 1762 по 1764. Указ №11.630 от 31 июля 1762 г. О разных постановлениях касательно торговли. Типография II Отделения Собственной Его Императорского величества Канцелярии. 1830. С. 31–38.

Ранов В.А., 1978. Палеолит переднеазиатских нагорий // Палеолит ближнего и среднего востока. Т. 2 (серия «Палеолит мира»). Л.: Наука. С. 68–84.

Роганов А.Н., 1930*а*. Джамбайский санный промысел тюленя зимой 1929 года // Труды Астраханской научной рыбохозяйственной станции (бывш. Ихтиологической лаборатории). Под ред. заведующего станцией В.Д. Болтовитянова. Т. 7. Вып. 2. Астрахань. С. 31–68.

Роганов А.Н., 1930б. Гагачий бой тюленя весной 1929 года // Труды Астраханской научной рыбохозяйственной станции (бывш. Ихтиологической лаборатории). Под ред. заведующего станцией В.Д. Болтовитянова. Т. 7. Вып. 2. Астрахань. С. 69–131.

Роганов А.Н., 1931. Каспийский тюлень и его промысел (Краткий очерк) // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 7. Вып. 4. С. 1–28.

Роганов А.Н., 1932. Предварительные итоги исследований каспийского тюленя и его промысла // Бюллетень Всекаспийской научной рыбохозяйственной экспедиции. № 5-6. Баку. С. 139-173.

Рыбушкин М.С., 1841. Рыболовство // В кн.: Записки об Астрахани. М. С. 188–220.

Самофалов П.Е., 1930. Промысел тюленя в Мангишлакском районе в 1928–1929 году // Труды Астраханской научной рыбохозяйственной станции (бывш. Ихтиологической лаборатории). Под ред. Заведующего станцией В.Д. Болтовитянова. Т. 7. Вып. 2. Астрахань. С. 3–30.

Современное состояние биопродуктивности Каспийского моря и причины деградации популяции тюленей за последние 300 лет. (Под ред. А.Ф. Сокольского). Астрахань: Изд-во «Полиграфком». 2008. 175 с.

Сокольский А.Ф., 2020. Каспийский тюлень: прошлое и настоящее. (По материалам экологических мониторинговых исследований «ООО ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в период с 2010 по 2019 годы). Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич. 188 с.

Сокольский А.Ф., Абдурахманов Г.М., Сокольская Е.А., Насибов Н.Г., 2012. К вопросу о введении моратория на промысел каспийского тюленя // Юг России: экология, развитие. Т. 7(1). С. 132–135.

Шульц А.Я., 1874. Взгляд на каспийские рыбные и тюленьи промыслы. Труды Астраханского губернского статистического комитета. Вып. 3. Астрахань: Губернская типография. 42 с.

Хураськин Л.С., 1975. Структурные особенности возрастного состава маточного поголовья каспийского тюленя // Отчетная сессия КаспНИРХа по работам 1973 г. Тезисы докладов. Астрахань, май 1975 г. Астрахань: Изд-во Волга. С. 92–93.

Хураськин Л.С., Почтоева Н.А., 1989.Изучение популяции каспийского тюленя и его рациональное использование // Комплексные рыбохозяйственные исследования на Каспии: сб. науч. тр. М. С. 80–88.

Чапский К.К., 1965. Рост и наступление половой зрелости самок каспийского тюленя // В кн.: Морские млекопитающие. М.: Наука. С. 122–137.

Эйбатов Т.М., Гаджиев Д.В., 2022. Ископаемые и современные ластоногие Азербайджана // ANAS Transactions, Earth Sciences 1. С. 106–118. DOI: 10.33677/ggianas20220100077.

Юдин П., 1925. К истории Астраханского рыболовства // Наш край. Орган Астраханской губернской плановой комиссии. № 7. Астрахань. С. 58–69.

Яковлев В., 1875. Тюлений промысел на Каспийском море // Природа. Кн. 2. С. 1–35.

Goodman S., Dmitrieva L., 2016. *Pusa caspica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41669A45230700. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41669A45230700.en

ГЛАВА 2. СРЕДА ОБИТАНИЯ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ

Физико-географическая характеристика Каспийского моря, его гидрологический режим и изменения уровня: обзор основных характеристик и возможности прогнозирования

Болгов М.В.

Характеристики гидрологического режима Каспийского моря, и, в частности, параметры колебаний уровня воды, ледовые явления, являются основными абиотическими факторами, определяющими состояние его экосистемы. Не менее важны процессы, определяющие качества вод и влияющие на биопродуктивность водоема и экосистему в целом, особенно в условиях антропогенного воздействия (поступления загрязненных сточных вод и пр.).

В силу уникальности размеров и географического положения Каспийское море обладает рядом особенностей, и в первую очередь непредсказуемостью многолетней динамики колебаний уровня. Для объяснения механизмов колебания уровня моря выдвигались различные гипотезы, и опубликовано много работ, среди которых можно отметить те, основные выводы которых базировались на представлении о водном балансе моря (Будыко, Юдин, 1960; Багров, 1963; Крицкий, Менкель, 1964; Крицкий, 1973; Крицкий и др., 1975; Музылев и др., 1982; Раткович, Болгов, 1994; Болгов, Филимонова, 2005; Болгов и др., 2007, 2018). В данной статье поясняются основные принципы вероятностного прогнозирования уровня моря. Уровень Каспийского моря обладает большой «памятью», суммируя предысторию за десятки лет. Соответственно, чтобы дать календарный прогноз уровня моря на ближайшие десятилетия, необходимо располагать прогнозом составляющих его водного баланса также на десятилетия вперед, что сегодня невозможно реализовать. Единственная форма прогноза – вероятностная, что далее и обсуждается.

Физико-географическая характеристика Каспийского моря

Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом в мире. На его берегах расположены пять государств: Россия, Азербайджан, Исламская республика Иран, Казахстан, Туркменистан. Площадь моря в современную эпоху составляет 0,4 млн. км^2 (Гидрометеорология…, 1992), что составляет 18% от общей площади озер Земли. Объем воды составляет 79 тыс. км^3. Максимальная протяженность моря с севера на юг – 1200 км, его ширина колеблется от 200 до 450 км, наибольшая глубина достигает 1025 м.

Присутствие тюленя в тех или иных метах Каспийского моря определяется различными факторами, среди которых одними из основных являются морфологическое строение и физико-географические особенности моря. По этим особенностям в Каспийском море, представляющем собой огромную континентальную впадину, выделяют три части:

северную, среднюю и южную. За условную границу между северной и средней частями Каспия принимают линию, соединяющую о-в Чечень и мыс Тюб-Караган, а между средней и южной его частями – линию от о-ва Жилого к мысу Куули. В монографии И.А. Сафаралиева и др. (2019) «Каспийская севрюга: распределение, оценка запаса и сценарии восстановления волжской популяции» приведены карта-схема (рис. 1) Каспийского моря, составленная авторами на базе ряда предшествующих работ (Книпович, 1921,



Рис. 1. Карта-схема Каспийского моря и его подразделения (по: Сафаралиев и др., 2029).

1923; Салманов, 1999; Катунин, 2014), и достаточно полное его описание, которые мы приводим ниже без изменений.

«В северной части Каспийского моря выделяют мелководную и глубоководную части (Архипова, 1957; Катунин, 2014). Мелководная часть, в свою очередь, подразделяется на северо-западную и северо-восточную части и ее глубина не превышает 10 м. Линия раздела проходит от острова Укатный до мыса Тюб-Караган. Глубоководная северная часть Каспийского моря граничит со средней частью моря и представлена глубинами 10–30 м.

В средней части Каспийского моря к западному склону относят воды, прилегающие к побережью от северной оконечности полуострова Аграханский до острова Жилой. Восточный склон средней части моря лежит между мысом Тюб-Караган и мысом Куули.

Воды западного склона южной части моря шириной от 15 до 60 км протянулись от острова Жилой до г. Астара. Район моря, прилегающий к восточному побережью южной части Каспийского моря простирается от мыса Куули до поселка Гасан-Кули. Он расположен в пределах Туркменской структурной террасы и значительно шире западного, его максимальная ширина – 190 км. Склон иранского побережья, находящийся в южной части Каспийского моря, узкий (6–10 км) его границы находятся у г. Астара и поселка Гасан-Кули (Кулакова, 1986).

В Каспийском море насчитывается до 50 островов, их суммарная площадь составляет, по данным разных авторов, от 350 до 2049 км^2 (Николаева, 1986; Зонн, 1999; Ходоревская и др., 2007а), что, вероятно, связно с колебаниями у ровня моря. Площадь островов в северной части Каспийского моря равна 1813, в средней – 71, южной – 165 км^2 (Николаева, 1986). Острова Каспийского моря в основном небольшие и сосредоточены вблизи берегов. В северной части Каспийского моря расположено наибольшее их количество. В северо-восточной мелководной части Каспийского моря находится архипелаг Тюленьих островов, среди которых наиболее крупные – острова Кулалы и Морской. В северо-западной части моря расположен самый большой остров моря – Чечень (122 км^2), а так же острова Тюлений, Чистая Банка, Малый Жемчужный, Укатный. Эти острова и подводные поднятия (банки Большая и Средняя Жемчужная, Ракушечная, Кулалинская и др.) находятся на высокопродуктивной акватории, сформированной в зоне схождения волжских и морских вод, и представляют единую экосистему гидрофронта «река-море» (Катунин, 2014).

В средней части Каспийского моря вдоль Апшеронского полуострова протянулась цепь островов Апшеронского архипелага, наибольший среди которых остров Жилой (28 км^2). Вдоль западного склона южной части Каспийского моря к югу от Бакинской бухты расположена группа небольших островов Бакинского архипелага (Булла, Лось, Свиной, Вульф и др.). Прибрежные зоны моря у островов Бакинского и Апшеронского архипелагов в первой трети прошлого века были основным местом нагула бентосоядных и пелагических рыб. В настоящее время в связи с нефтяным загрязнением эти районы потеряли рыбохозяйственное значение. В водах восточного склона южной части моря находится узкий, вытянутый в меридиональном направлении, о-в Огурчинский, прибрежные воды которого являлись местом нагульных концентраций каспийского тюленя, а на самом острове формировались его залежки (Николаева, 1986; Хураськин, 1989; Касымов, 1994; Катунин, 2014)» (Сафаралиев и др., 2019).

Каспийское море получает воду из 130 рек с площади водосборного бассейна, которая примерно в 10 раз превышает его собственную (3,5 млн. км^2). Главной особенностью гидрологического режима Каспийского моря являются значительные колебания его уровня, что приводит к существенным изменениям расположения и площади островов, используемых тюленями в качестве залежек. Современные колебания уровня воды в море опреде-

ляются соотношением компонентов водного баланса водоема и возможными изменениями объема его впадины, последнее больше относится к геологическому прошлому.

Реки Волга и Урал, впадающие в Северный Каспий, образуют обширные дельты. Отличительными чертами морфологической структуры прибрежной зоны Каспийского моря являются реликтовые формы речных берегов, русел и дельт. Многочисленные реликтовые речные русла особенно ярко проявляются в рельефе дна Северного Каспия. Большинство морских островов в этой, самой мелкой, части моря представляют собой аккумулятивные образования, возникшие в результате транспорта наносов и волновой деятельности. С понижением уровня моря появляются новые образования, по площади превышающие ранее существовавшие, как это произошло с островом Малый Жемчужный и расположенным рядом с ним Большим Жемчужным.

Основные климатические особенности

Каспийское море, по причине больших размеров, расположено в пределах различных климатических зон и подвержено влиянию различных систем атмосферной циркуляции. На местные климатические особенности существенное влияние оказывает сложная орография западного и южного побережий моря. Большая часть Каспийского моря расположена в умеренном климатическом поясе. Северный Каспий и его побережья расположены в полосе умеренно-континентального климата. Зима здесь морозная, малоснежная, лето жаркое и сухое. На восточном побережье Среднего Каспия климат суровый, пустынного типа, с незначительным количеством осадков.

На акватории моря атмосферные осадки распределяются неравномерно. Среднее количество осадков на восточном побережье колеблется от 75 до 150 мм в год, на западном побережье – от 200 до 400 мм в год на севере и до 1200 мм в год на юге (Гидрометеорология…, 1992).

Примерно 70% годовой нормы осадков выпадает осенью и зимой, и только 7–10% осадков приходится на летние месяцы. С точки зрения климатических особенностей, существенно отличается субтропическая зона Ленкорани. Зима здесь мягкая и влажная, с высокой температурой воздуха, даже минимальные значения которой крайне редко опускаются ниже нуля. Еще мягче субтропический климат иранского побережья с высокой влажностью практически в течение всего года.

Направление и скорость ветра над Каспийским морем определяются общей циркуляцией атмосферы, полями давления и орографией. На Каспии чаще всего наблюдаются ветры северо-западного и юго-восточного направлений со скоростью 5–9 м/с. Наибольших значений годовая скорость ветра достигает в районе Апшеронского полуострова – 6,2–8,0 м/с. Вдоль всего восточного побережья Среднего Каспия режим скорости ветра примерно одинаков. Годовая скорость ветра составляет около 5,0–6,3 м/с, с максимумом в районах Форт-Шевченко и Кара-Богаз-Гол. В Южном Прикаспии, где сильные ветры наблюдаются редко, годовая скорость ветра составляет 3,0–4,5 м/с.

Среднегодовая температура воздуха в северной части моря составляет 8–10 °С, в средней – 11–14 °С, в южной – 15–17 °С. В среднем по всему морю она составляет 13,1 °С. Средняя температура воздуха над всей акваторией в июле-августе находится в пределах 24–26 °С (Гидрометеорология…, 1992).

Гидрологический режим моря и его прибрежной зоны

Резко контрастирующие климатические и физико-географические особенности северной, средней и южной частей Каспийского моря являются причинами существенных

различий в их гидрологическом режиме. Следует выделить северную часть моря. Мелководный Северный Каспий наиболее подвержен влиянию притока пресных речных вод и резким колебаниям сезонных температур воздуха. Каждую зиму море здесь покрывается льдом.

Общая циркуляция вод Каспийского моря (горизонтальная и вертикальная) создается совокупным воздействием ветра, поля плотности, отклоняющих сил вращения Земли и конвекции. Образовавшаяся система течений Каспийского моря, а также дрейфовых и геострофических течений, взятых по отдельности, имеет характер циркуляций разного знака.

Волновой режим моря и его прибрежной зоны. Каспийское море относится к морям с бурным волнением. Развитию волн большой высоты способствуют сильные штормовые ветры северного и южного направлений и большая меридиональная протяженность водоема. Максимальная высота волн в открытом море во время сильного шторма в 1954 г. достигала 14 м.

Штормовые процессы на Северном Каспии особенно интенсивны осенью и зимой. В средней части наиболее интенсивное волнение наблюдается при северо-западных ветрах (в Апшеронском районе максимальная высота волн с периодичностью 1 раз в 50 лет может достигать 15–17 м). К северо-востоку от Махачкалы волнение сильнее при юго-восточных ветрах. В средней и южной частях Каспия в осенний период ветровые и штормовые явления сменяются ветровыми затишьями и штилем со спокойной поверхностью моря.

Водный баланс и колебания уровня воды. Водный баланс моря, как замкнутого водоема, определяет динамику колебаний уровня воды в нем. Составляющие баланса характеризуются существенной временной изменчивостью, в результате чего и уровень моря подвержен долгосрочным колебаниям (продолжительным стоянием в диапазоне высоких и низких значений).

За период инструментальных наблюдений с 1830 г. по настоящее время амплитуда колебаний уровня моря составила 3,8 м, самое высокое значение уровня было зарегистрировано в 1882 г. – минус 25,2 м, самое низкое – в 1977 г. – минус 29,0 м. В 1995 г. среднегодовой уровень был равен -26,51 м. Можно выделить четыре временных периода, имеющих резко отличающиеся режимы изменения уровня моря: первый – до начала 30-х годов прошлого века, второй – до 1977 г., третий – до 2000 г., и четвертый – по настоящее

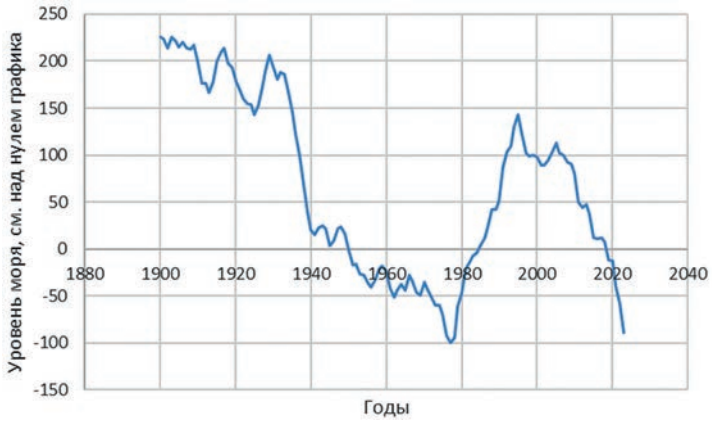


Рис. 2. Многолетние колебания уровня Каспийского моря за период инструментальных наблюдений.

время. Первый из этих периодов, длившийся около ста лет, имел наиболее устойчивые характеристики уровня, среднегодовое значение которого было около минус 26,1 м (рис. 2).

Для второго периода характерно резкое продолжительное понижение уровня моря. Начиная с 1930 г., уровень моря ежегодно снижался, и до 1941 г. ежегодное снижение уровня составляло 16 см. Позже уровень в целом продолжал падать, сменяясь небольшими подъемами в отдельные годы. Общее понижение уровня моря за весь второй период составило 2,8 м. В 1977 г. уровень моря достиг самой низкой отметки за весь период инструментальных измерений (-29,0 м).

Для третьего периода, начиная с 1979 г., характерен непрерывный (в течение 18 лет) подъем с интенсивностью около 14 см в год. Подъем уровня в 1995 г. составил 2,5 м.

Четвертый, современный период, характеризуется интенсивным падением на протяжении практически 25 лет, и в 2025 г. уровень моря опустился ниже критической отметки -29.0 м, наблюдавшейся в 1977-1978 гг.

Колебания составляющих водного баланса моря приводят к сезонным и долгопериодным колебаниям уровня воды в водоеме. Уравнение водного баланса Каспийского моря в наиболее простом виде записывается следующим образом:

$$x + y - z - q = \pm w \quad (1)$$

где: x – количество осадков на поверхности моря, y – поверхностный и подземный приток в море, z – испарение с поверхности моря, q – сток в Кара-Богаз-Гол, w – изменение объема воды в море. Размерность всех составляющих – м^3.

В приходной части водного баланса основную роль играет речной сток, особенно волжский, на долю которого приходится более 80% общего притока воды в море. Имеющиеся данные многолетних инструментальных наблюдений показывают, что колебания речного стока характеризуются группировками многоводных и маловодных лет. Такие ряды (группировки) могут продолжаться до нескольких десятилетий, существенно определяя колебания уровня воды в море.

Объем подземного притока в море оценивается на основе специальных гидрогеологических исследований, и составляет не более 3...6 км^3 в год. Отток морской воды в Кара-Богаз-Гол определяется в основном разницей уровней воды между морем и заливом.

Важнейшим элементом расходной части водного баланса моря является испарение с водной поверхности. Прямые измерения испарения с поверхности моря невозможны. Методы оценки и специальные натурные исследования позволяют оценить испарение, используя стандартные метеорологические наблюдения с береговых и островных станций, с судов и морских платформ. Средний слой годового испарения составляет около 960 мм воды, хотя в разных работах величины испарения немного разнятся (Архипова и др., 1970; Гидрометеорология…, 1992; Болгов и др., 2007).

На колебания уровня моря заметно влияет отток воды из моря в залив Кара-Богаз-Гол. С поверхности залива может испаряться до 20–25 км^3 воды в год. В 1980 г. пролив между морем и заливом был перекрыт плотиной с целью стабилизации уровня моря. Благодаря этому сооружению поступление воды в залив было прекращено, и залив полностью пересох в течение нескольких лет. В 1992 г. плотина была разрушена, но уже с целью предотвращения повышения уровня моря, и водообмен между морем и заливом был восстановлен.

Современные оценки водного баланса моря следующие: приток речной воды, приведенный к естественным условиям, составляет 315 км^3 в год, видимое испарение (испаряемость минус осадки) равно 0,75 м в год.

Сезонные колебания уровня моря. Для Каспийского моря характерны внутригодовые (сезонные) колебания уровня. Величина этих колебаний определяется в основном реч-

ным стоком, который отличается большой сезонной изменчивостью. С апреля по июнь, в результате прохождения весеннего половодья на р. Волга и других реках бассейна Каспия, происходит основное повышение уровня моря, и в июне обычно наблюдается максимум уровня воды. С июля по август, когда речной сток заметно сокращается, а испарение увеличивается, уровень моря опускается до зимнего минимума в декабре (Средний и Южный Каспий), в январе-феврале (Северный Каспий). Среднегодовая амплитуда сезонных колебаний уровня моря составляет 30 см, но в Северном Каспии она достигает 40 см.

Кратковременные колебания уровня моря. К кратковременным колебаниям уровня моря относятся преимущественно приливные (периодические), сейшевые, барические колебания.

Сейши (интерференция стоячих волн, возникающая в замкнутых водоемах) характеризуют естественные колебания уровня моря как замкнутого водоема. Измеряемые периоды сейш составляют 2,7–3,0; 4,4–4,7; 9,0–9,5 часов. Сейши с периодом в 24 часа носят бризовой характер. В мелководной северной части моря во время прохождения циклонов, наблюдается колебание уровня в течение синоптического периода (от 4 до 12 дней).

Наиболее опасными являются ветровые сгонно-нагонные колебания уровня моря, которые часто наблюдаются во время развития сильных штормов. В Северном Каспии из-за обширных мелководий складываются благоприятные условия для формирования значительных подъемов и спадов уровня, которые в глубоководных частях моря не превышают 10–20 см. В прибрежной зоне западной части Северного Каспия частые продолжительные юго-восточные и восточно-восточные ветры являются причиной ежегодных подъемов от 0,5 м до 1–1,5 м и такой же высоты на восточном побережье. Экстремальные значения отклонений уровня моря от статического горизонта перед штормом могут достигать 4,5 м. Береговая полоса во время максимального развития такого явления затапливается при таких наводнениях на 25–50 км.

Ледовый режим моря

Каспийское море является частично замерзающим водоемом, и мелководная северная часть моря ежегодно замерзает. В средней части лед у берегов появляется только в суровые зимы; в южной части моря лед не образуется. Зимой при нормальных температурных условиях ледообразование начинается в мелководных восточных районах Северного Каспия в первой половине ноября. Далее оно распространяется на запад, почти одновременно охватывая мелководный западный район и побережье дельты Волги.

В холодные и экстремально холодные зимы на всей акватории Северного Каспия образуется неподвижный лед. В очень теплые зимы на большей части Северного Каспия устойчивого замерзания не происходит, что наблюдается в последние годы.

Максимальная толщина льда естественного прироста, как правило, не превышает 60 см в северо-западной части моря и 90 см в северо-восточной части.

Ледяной покров в море чаще всего представлен в виде наслоений, торосов. Сильные ветры, особенно на начальной стадии формирования ледяного покрова, способствуют разрушению припая и его интенсивным подвижкам. При толщине льда от 1 до 30 см происходит его многократное расслоение и торосистость.

Высота торосов составляет 1–2 м, в некоторых местах она достигает 3 м. Торосы часто выделяются в гряды длиной от одного до нескольких километров и шириной в несколько десятков метров. Гряды располагаются примерно перпендикулярно господствующим ветрам.

На начальной стадии формирования ледяного покрова, когда граница молодого льда простирается от берега до глубин 2–3 м, во время подвижек льда образуются лежащие на грунте торосы – стамухи. Стамухи различаются по времени и месту их появления, а также по типу льда, из которого они образуются. Стамухи осеннего происхождения, как правило, имеют небольшие размеры в диаметре (5–20 м) и высоту 1–3 м. Такие стамухи образуются повсеместно в прибрежной полосе моря (от кромки воды до глубин 1–2 м) вдоль северного и восточного побережий Каспийского моря. Стамухи зимнего происхождения образуются изо льда толщиной 20–70 см и могут достигать 100–300 м, иногда 500 м в диаметре и высоты 10 м.

Ледовый покров является весьма чувствительной характеристикой, влияющей на условия воспроизводства каспийского тюленя. Изменения климата создают дополнительные риски для популяции нерпы, поскольку потепление приводит к уменьшению толщины льда, а снижение уровня моря – к слиянию островов с материковой сушей, тем самым делая лежбища нерпы доступными для диких животных и собак. Этому вопросу посвящена статья Ж.К. Наурозбаевой в этой же монографии (Наурозбаева, 2026, см. с. 79-88).

Долгосрочное прогнозирование колебаний уровня моря

Прогноз колебаний уровня воды в Каспийском море является сложной геофизической задачей. Слабая предсказуемость долгосрочной динамики гидрометеорологических процессов на сегодняшний день позволяет оценить лишь вероятностные характеристики будущих колебаний уровня Каспийского моря.

Водно-балансовый механизм колебаний уровня замкнутого водоема заключается в следующем. Вода, поступающая в водоем в виде речного стока и атмосферных осадков, расходуется в основном на испарение. Когда общий приток воды превышает испарение, уровень водоема повышается, что приводит к увеличению площади водной поверхности и, соответственно, к росту объема испарения. Если испарение превышает приток, уровень воды падает и поверхность испарения уменьшается. Соответственно, испарение уменьшается, что приводит к замедлению скорости снижения уровня воды. В результате в стационарных климатических условиях уровень внутреннего замкнутого водоема колеблется вокруг положения, соответствующего балансу среднегодовых величин (объемов) притока и испарения (так называемый уровень тяготения) (Крицкий и др., 1975).

Важный параметр расчётной (прогнозной) схемы уровня моря – безвозвратные потери воды в бассейне Каспия. Эти потери включают испарение с поверхности водохранилищ, безвозвратное изъятие стока для орошения, промышленного и коммунального водоснабжения. Объём безвозвратного водопотребления и потерь (с учётом потерь на испарение с поверхности водохранилищ) в части бассейна Каспия в пределах СССР с 1970 по 1980 гг. изменялся с 32 до 47 км^3 в год, далее оставался стабильным до 1991 г., позднее снижался, достигнув к 2001 г. 34 км^3 в год. В последние годы в целом для указанной части бассейна Каспийского моря этот показатель оценивается на уровне 43 км^3 (Шикломанов, Георгиевский, 2003; Демин, 2007). Следует отметить, что величины безвозвратного водопотребления в Иранской части бассейна Каспия в современный период практически неизвестны.

Задача прогнозирования уровня замкнутого водного объекта сводится к вероятностному прогнозу процессов речного стока и испарения и учету положительных и отрицательных взаимосвязей в исследуемой системе, описываемых стохастическим дифференциальным уравнением водного баланса. Прогнозные оценки, как правило, получаются методом имитационного моделирования.

Колебания уровня воды *h* бессточного водоёма могут быть описаны с помощью дифференциального уравнения первого порядка:

$$dh/dt = n(t) / F(t) – e(t), \quad (2)$$

где *n(t)* – приток воды в единицу времени, *e(t)* – слой видимого испарения (испарение минус осадки), *F(t)* – площадь зеркала водоёма.

Численное решение уравнения (2) осуществляется методом Монте-Карло (методом имитационного эксперимента) и предполагает генерацию (имитацию) искусственных последовательностей наполнения моря большой продолжительности, что необходимо для достижения требуемой точности вероятностных расчётов. Прежде всего, осуществляется моделирование величин притока и видимого испарения с водной поверхности как независимых друг от друга случайных величин. Речной приток моделируется непосредственно в виде последовательности объёмов годового стока по схеме простой цепи Маркова. Объем видимого испарения для конкретного интервала времени определяется с использованием площади зеркала воды на дату начала интервала, определяемой по зависимости, приведенной на рис. 3, и слоя видимого испарения, моделируемого также по схеме простой цепи Маркова.

Объёмы безвозвратного водопотребления (дополнительное испарение с поверхности водохранилищ, орошение, промышленное и коммунальное водопотребление) задаются сценарно, исходя из того или иного прогноза развития хозяйства на конкретную перспективу (обычно не более 30– 50 лет). Их следует учитывать и при оценке возможных изменений состояния каспийской экосистемы. Безвозвратные потери воды в бассейне Каспия состоят из потерь на дополнительное испарение с поверхности водохранилищ, потерь на испарение при орошении и промышленное и коммунальное безвозвратное водопотребление. В среднем за послевоенный период суммарные изъятия стока оцениваются примерно в 25 км^3/год. Располагая величинами притока, испарения и потерь, вычисляем приращение уровня для заданного *i*-того временного интервала:

$$\Delta Z_i = \frac{V_i - V_{КБГ}}{F_i} - e_i \quad (3)$$

и прибавляя его к уровню на начало расчётного интервала, получим значение уровня в конце этого интервала, т.е. численно решаем уравнение (2). Повторив эту процеду-

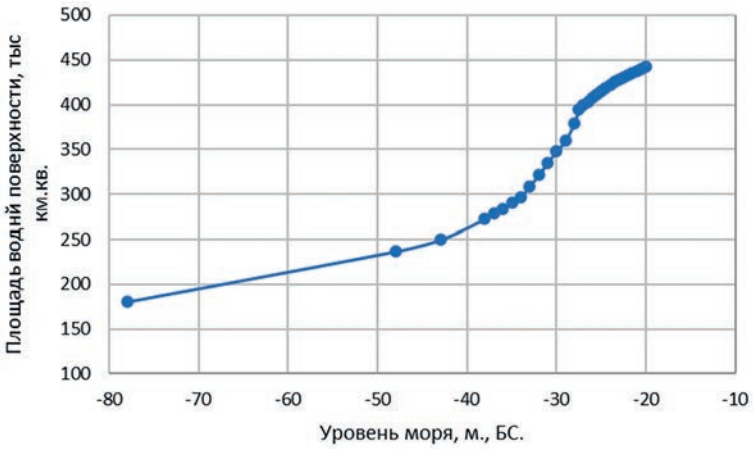


Рис. 3. Зависимость площади водной поверхности Каспийского моря от уровня воды (по: Болгов и др., 2007).

ру требуемое число раз, получим искусственную последовательность уровней водоёма необходимой длины. Статистическая обработка этой последовательности даёт возможность построить закон распределения уровня воды в Каспийском море, т.е. дать искомый вероятностный прогноз.

Рассмотренная схема формирования уровенного режима моря в виде суммы приращений за достаточно продолжительный период времени объясняет специфические свойства временного ряда уровней: суммирование разниц независимых случайных величин (разницы притока и испарения) приводит к тому, что, с одной стороны, уровень колеблется год от года случайным образом под действием случайной разницы притока и испарения, а с другой – суммирование этих приращений означает, что уровень моря «помнит» значения притока и испарения за многие предшествующие десятилетия (до 50 лет). Для Каспийского моря зависимость площади водной поверхности от уровня – существенный фактор, поэтому колебания уровня моря, имея тенденцию к образованию затяжных многоводных или маловодных периодов, тем не менее, реализуются внутри диапазона, вероятность которого можно рассчитать.

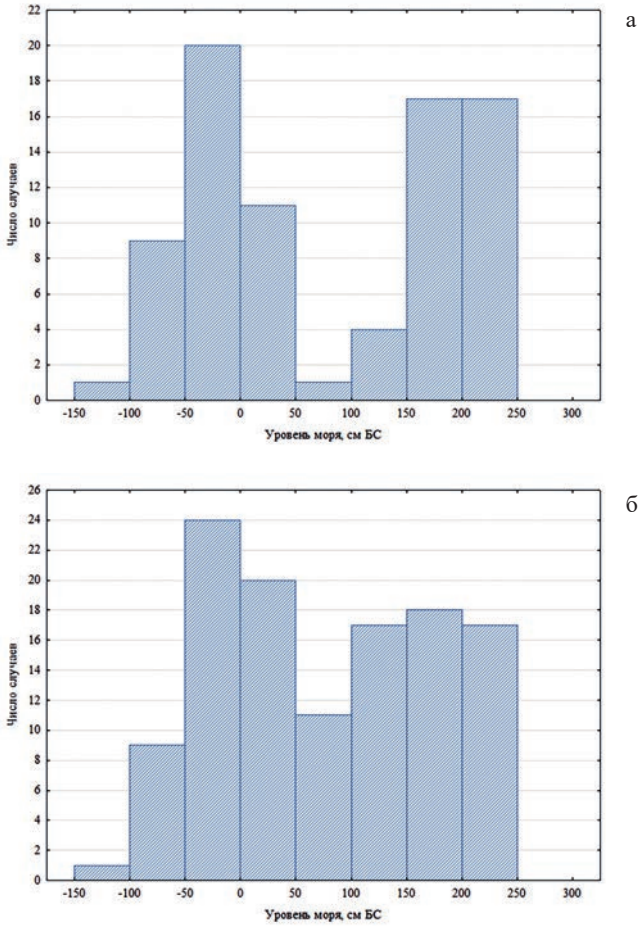


Рис. 4. Гистограмма распределения средних годовых значений уровня Каспийского моря за период 1900–1979 гг. (а) и период 1900–2016 гг. (б) (по: Болгов и др., 2018).

Прогнозирование уровня моря существенно усложняется из-за климатических и антропогенных изменений стока в бассейне и других факторов, плохо поддающихся предвидению. В период резкого подъёма уровня Каспия в 80–90-е годы прошлого века выдвигались различные гипотезы относительно механизмов формирования водного баланса, объясняющих столь аномальное изменение уровня воды. Одно из оригинальных предложений базировалось на идее наличия нескольких так называемых уровней тяготения моря, т.е. наличия двух устойчивых состояний этой сложной гидрологической системы, при которых приток к морю уравновешивается испарением с водной поверхности. Свидетельством в пользу этой гипотезы (Найденов, 1992) считалась двухмодальная гистограмма распределения уровня моря для периода с 1900 по 1979 гг. (рис. 4а). Если бы два уровня тяготения существовали, то аномальное поведение моря можно было бы объяснить «перескоком» системы из одного состояния в другое с соответствующей оценкой высокой вероятности такого рода события. Однако авторы идеи не приняли во внимание статистическую ошибку таких гистограммных оценок. Добавление 20 лет наблюдений к данным, имевшимся на начало подъёма уровня, показало, что уверенно выделить на новой гистограмме два устойчивых состояния уже нельзя (рис. 4б). Очевидно, что такие гистограммы, полученные по коротким рядам наблюдений, совершенно недостоверны и не могут использоваться для инженерных выводов, т.е. для обоснования проектных решений (высоты защитных дамб, судоходных глубин в каналах и портах, и других сооружений).

Приняв в качестве начальных условий современный уровень Каспия и средний объем безвозвратных изъятий, получим описанным выше методом имитационного моделирования вероятностный прогноз уровня воды. На рис. 4 представлен вероятностный прогноз с заблаговременностью до 50 лет в форме среднего прогнозного уровня (50% обеспеченности), и доверительного интервала в виде набора квантилей разной обеспеченности.

Среднее значение уровня моря стремится к уровню тяготения, при котором приток к морю уравновешивает испарение с его поверхности за вычетом оттока в Кара-Богаз-Гол. Из графиков на рис. 5, рассчитанных на основе актуальных оценок приходных и расходных частей водного баланса моря, видно, что в ближайшие годы должна сохраняться тенденция к его падению, но доверительный интервал прогноза остается большой. Поскольку большинство климатических сценариев указывают на рост температуры в аква-

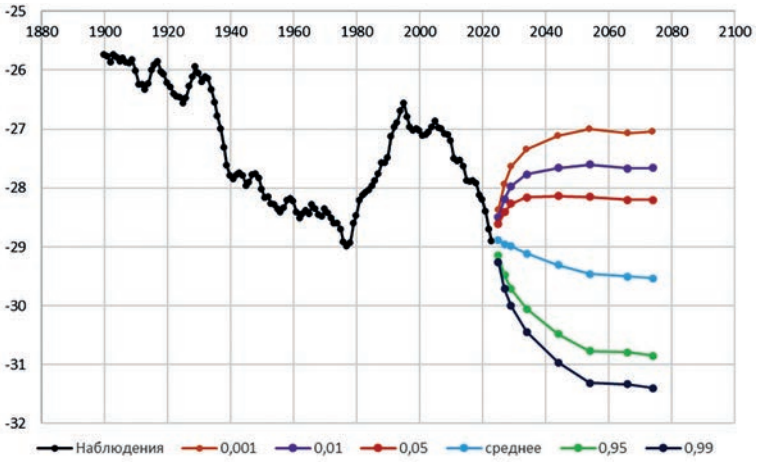


Рис. 5. Многолетние изменения уровня Каспийского моря и его прогноз.

тории моря, то будет расти и испарение с водной поверхности. В этом случае прогнозные значения уровня будут еще ниже.

Палеогеография Каспийского моря

Дополнительным источником сведений о динамике уровня Каспийского моря являются палеореконструкции. Согласно современным представлениям палеогеографов (Рычагов, 2011), современное Каспийское море сейчас находится в стадии глубокого регресса, который начался в конце плейстоцена – с тех пор уровень Каспийского моря не достигал 0 м абсолютной высоты. В целом Каспийское море в плейстоцене характеризовалось более высоким уровнем моря.

Современный регрессивный этап начался в раннем голоцене и продолжается до сих пор. Он состоит из нескольких регрессивных и трансгрессивных фаз и колебаний, таких как: Мангышлакская регрессия, Ново-Каспийская трансгрессия, современная регрессия, включая и нынешнее повышение уровня. На рис. 6 представлен полученный Г.И. Рычаговым график хода уровня за последние 12 тысяч лет. На основе этого графика Рычаговым был сделан вывод, что «зона риска», за которую в ближайшие десятилетия уровень воды не выйдет, находится в диапазоне отметок от -26 до -29 м БС. Насколько эти оценки могут быть полезными для инженерных приложений и состояния каспийской экосистемы, покажет будущее.

Возможность управления уровнем Каспийского моря

Возможность управления уровнем Каспийского моря обсуждается в ряде работ, начиная с известного проекта переброски северных рек на юг (Березнер, 1985, Проблема…, 1985). В 70-е годы прошлого века уровень моря продолжал падать, и в качестве одной из задач, стоявшей перед инженерами того времени, была задача стабилизации уровня моря. Удерживать уровень моря на оной отметке невозможно, поэтому рассматривалась задача вероятностная – можно ли, за счет технических средств, обеспечить нахождение уровня моря в желаемом (узком) диапазоне уровней с заданной вероятностью? В такой постановке М.С. Маркишем (1977) рассматривалась задача поиска оптимального управ-

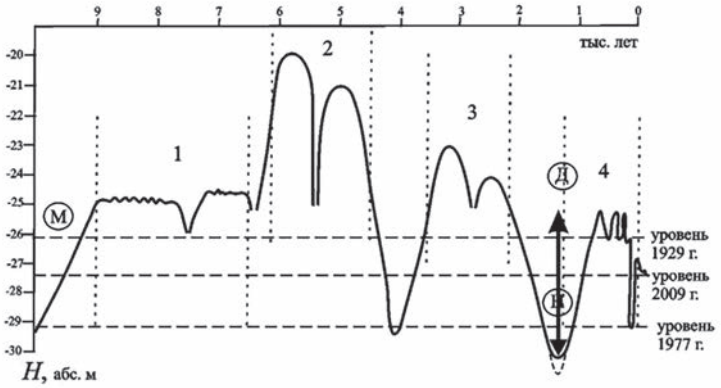


Рис. 6. Колебания уровня Каспийского моря в голоцене (по: Рычагов, 2011). Стадии новокаспийской трансгрессии: 1 – начальная (наиболее длительная), 2 – максимальная (туралинская), 3 – уллучайская, 4 – современная. Буквы в кружках: М – мангышлакская регрессия; Д – дербентская регрессия; Н – зона естественного колебания уровня моря в субатлантическую эпоху голоцена («зона риска»).

ления методом динамического стохастического программирования. Результаты показали, что при росте изъятий до 50 км^3/год, максимальное дополнительное питание моря находится в диапазоне от 50 до 75 км^3/год. По сути, речь идет о компенсации безвозвратных изъятий, что имело значение при обосновании проекта переброски стока Северных рек. Тем не менее, эта идея требовала создания дополнительной емкости, в которой можно накопить нужный объем воды, и из которой можно покрыть заявляемые объемы. Таких ресурсов в настоящее время в бассейне Волги нет.

Рассмотренный выше пример с перекрытием пролива, связывающего Кара-Богаз-Гол с Каспийским морем, также можно рассматривать как возможное управление уровнем моря. Однако его реализация связана с возможными большими экологическими проблемами, и вряд ли Туркменистан на это согласится.

Таким образом, прогноз (долгосрочный) гидрометеорологических составляющих водного баланса на конкретную календарную дату при современном уровне научного знания невозможен. Следовательно, невозможен и метод долгосрочного календарного прогноза уровня моря.

Задача долгосрочного прогноза компонент водного баланса сегодня не имеет решения с приемлемой для практики погрешностью. Возможны лишь вероятностные прогнозы, например, в виде среднего положения уровня моря и отклонения от этого положения заданной вероятности. Доверительный интервал таких прогнозов значителен, поэтому, при отсутствии возможности управления уровнем моря, хозяйственная деятельность на побережье должна вестись с учётом полученных оценок. С учетом таких оценок следует оценивать и возможные изменения каспийской экосистемы, в том числе составляющей ее биоты.

Самое сложное в рассматриваемой проблеме – это разработка адаптационных мер, поскольку прогноз уровня моря характеризуется большой неопределенностью (вероятностным характером). 90-процентный доверительный интервал прогноза при большой заблаговременности (25 лет) составляет около 2.5 м, а учет неопределенности климатических прогнозов расширяет этот диапазон.

Адаптация должна основываться на возможных стратегиях развития соответствующих отраслей экономики, которые, в свою очередь, опираются на технико-экономические оценки вариантов экономического развития, учитывающих (сравнивающих) последствия сценариев колебания уровня моря.

Соответственно, адаптационные мероприятия будут различными для разных отраслей экономики и должны учитывать специфику прикладных аспектов. Отрасли экономики: инженерная защита территорий, инфраструктура водного транспорта, добыча углеродного сырья, рыбное хозяйство, и в целом экология выставляют разные требования к оптимальным гидрологическим характеристикам моря.

Необходимы также новые характеристики уровня моря, которые подходят для решения адаптационных задач: экстремальные уровни моря за заданный период 20–50 лет, продолжительность стояния уровня моря выше или ниже заданного уровня за тот же период, и другие параметры, обеспечивающие решение и технических, и водно-экологических задач. И эти требования также будут иметь вероятностный характер.

Следует отметить также, что в рассмотренных меняющихся на протяжении длительного времени условиях биота каспийской экосистемы, в том числе каспийский тюлень, адаптировалась к происходящим изменениям (Бизиков и др., 2026; Сидоров и др., 2016).

Литература

Архипова Е.Г., 1957. Тепловой баланс Каспийского моря // Труды ИО АН СССР. Вып. 35. С. 3-101.

Архипова Е.Г., Потайчук М.С., Скриптунов Н.А., 1970. Современный баланс Каспийского моря // Труды ГОИН. Вып. 101. С. 34–73.

Багров Н.А., 1963. О колебаниях уровня бессточных озер // Метеорология и гидрология. № 6. С. 41–46.

Березнер А.С., 1985. Территориальное перераспределение речного стока европейской части РСФСР. Ленинград: Гидрометеоиздат. 160 с.

Бизиков В.А., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., 2026. История промысла каспийского тюленя // Статья в этой монографии. С. 34–49.

Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А., 2007. Каспийское море: Экстремальные гидрологические события. М.: Наука. 381 с.

Болгов М.В., Коробкина Е.А., Трубецкова М.Д., Филиппова И.А., 2018. Речной сток и вероятностный прогноз уровня Каспийского моря // Метеорология и гидрология. № 10. С. 17–26.

Болгов М.В., Филимонова М.К., 2005. Об источниках неопределенности при прогнозировании уровня Каспийского моря и оценке риска затопления прибрежных территорий // Водные ресурсы. Т. 32. № 6. С. 664–669.

Будыко М.И., Юдин М.И., 1960. О колебаниях уровня непроточных озер // Метеорология и гидрология. № 8. С. 15–19.

Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. IV. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева и А.А. Керимова. СПб.: Гидрометеоиздат. 1992. 359 с.

Демин А.П., 2007. Современные изменения водопотребления в бассейне Каспийского моря // Водные ресурсы. Т. 34. № 3. С. 1–7.

Зонн И.С., 1999. Каспий: иллюзии и реальность. М.: ТОО «Коркис». 467 с.

Касымов А.Г., 1994. Экология Каспийского озера. Баку: Изд-во АзерВНИРО. 238 с.

Катунин Д.Н., 2014. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги: монография. Астрахань: ФГУП «КаспНИРХ». 478 с.

Книпович Н.М., 1921. Гидрологические исследования в Каспийском море. Труды Каспийской экспедиции 1914–1915 гг. Петербург: Первая государственная типография. Т. 1. 943 с.

Книпович Н.М., 1923. Каспийское море и его промыслы. Берлин: ГИЗ РСФСР. 87 с.

Крицкий С.Н., Менкель М.Ф., 1964. Колебания уровня замкнутых водоемов // Труды Гидропроекта. № 12. С. 29-61.

Крицкий С.Н., 1973. Методика анализа и расчёта колебаний уровня замкнутых водоёмов // Водные ресурсы. № 6. С. 9–26.

Крицкий С.Н., Коренистов Д.В., Раткович Д.Я., 1975. Колебания уровня Каспийского моря (анализ режима и вероятностный прогноз). М.: Наука. 159 с.

Кулакова Л.С., 1986. Физико-географический очерк. Основные черты рельефа берегов и дна // В кн.: Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука. С. 13–19.

Маркиш М.С., 1977. Об оптимальном управлении уровнем бессточного водоема (на примере Каспийского моря) // Водные ресурсы. № 5. С. 42–46.

Музылев С.В., Привальский В.Е., Раткович Д.Я., 1982. Стохастические модели в инженерной гидрологии. М.: Наука. 184 с.

Найденов В.И., 1992. Нелинейная модель колебаний уровня Каспийского моря // Математическое моделирование. Т. 4. № 6. С. 50–64.

Наурозбаева Ж.К., 2026. Изменения толщины ледового покрова Каспийского моря: ретроспектива и прогноз в связи с изменениями климата // Статья в этой монографии. С. 79–88.

Николаева Р.В., 1986. Физико-географический очерк. Морфометрические характеристики / Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука. С. 6–13.

Проблема территориального перераспределения водных ресурсов. Под ред. Г.В. Ворропаева и Д.Я. Ратковича. М.: Изд-во АН СССР. Институт водных проблем. 1985. 504 с.

Раткович Д.Я., Болгов М.В., 1994. Исследование вероятностных закономерностей многолетних колебаний уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. Т. 21. № 4. С. 389–404.

Рычагов Г.И., 2011. Колебания уровня каспийского моря: причины, последствия, прогноз // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. № 2. С. 4–12.

Салманов М.А., 1999. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря: монография. Институт микробиологии АН Азербайджана. Баку: ИЦ Исмаил. 400 с.

Сафаралиев И.А., Рубан Г.И., Булгакова Т.И., 2019. Каспийская севрюга: распределение, оценка запаса и сценарии восстановления волжской популяции. М.: Изд-во ВНИРО. 156 с.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Климов Ф.В., Скольский В.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., 2026. Распределение и численность каспийского тюленя по данным авиаучетов в зимне-весенний период 2012–2024 гг. // Статья в этой монографии. С. 222–242.

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С., 2007. Поведение, миграции, распределение, и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Т-во научных изданий КМК. 241 с.

Хураськин Л.С., 1989. Тюлень // В кн. Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука. С. 198–205.

Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю., 2003. Влияние хозяйственной деятельности на водный баланс и изменения уровня Каспийского моря // Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. СПб.: Гидрометеоиздат. С. 267–277.

Ледовая фенология Каспийского моря

Платонов Н.Г., Соловьёва М.А., Рожнов В.В.

Каспийский тюлень – пагофильный вид ластоногих, использующий морской лёд для размножения, включая спаривание и лактацию, а также для отдыха в зимний период. Площадь покрытия акватории льдом и продолжительность ледового сезона определяют возможности выбора тюленями подходящих участков для залегания, а после появления детёнышей – их выживаемость и благополучие взрослого населения. Поэтому оценки сроков появления и исчезновения льда на различных участках акватории Каспийского моря дополняют набор параметров, используемых для оценки благополучия популяции каспийского тюленя, а анализ многолетних рядов данных позволяет осуществлять мониторинг ледовых местообитаний.

Морской лёд на Каспии формируется в северной, преимущественно мелководной части моря, подверженной более сильному прогреванию или охлаждению. В начале зимы это влияет на более поздний или ранний срок становления ледового покрова, который играет региональную климатообразующую роль за счёт положительных и отрицательных обратных связей. Уровень Каспийского моря подвержен значительным колебаниям. На мелководных участках моря понижение его приводит к формированию более тонкого льда за счёт более сильного прогрева дна. Осенние шторма увеличивают продолжительность начальных стадий формирования льда. В зимний период снег на поверхности льда увеличивает альбедо поверхности, сокращая поступление солнечной коротковолновой радиации и уменьшая прогрев поверхностного слоя моря. В весенний период разрушение ледового покрова начинается с увлажнения снежного покрова и таяния поверхностного слоя льда, развивающегося в появление лужиц талой воды. Поступление более прогретых вод с Южного и Среднего Каспия способствует базальному таянию льда.

Основные ледовые фенологические параметры – это сроки появления и исчезновения льда. Для определенной географической локации появление льда за какой-либо промежуток времени может быть обусловлено либо формированием льда, либо, в меньшей степени, его прибытием из другой локации (дрейф льда). То же относится к исчезновению льда, вызванному либо таянием льда, либо, в меньшей степени, его перемещением, без замещения, в другую локацию. Для Каспия мы не рассматриваем влияние дрейфа льда и оперируем только терминами появления и исчезновения льда.

Сроки появления и исчезновения льда определяют такие параметры, как продолжительность ледового периода и продолжительность периода открытой воды, а также максимальную площадь устойчивого сезонного ледообразования – фенокарты, единицами измерений которых являются даты. Ежедневные карты присутствия и отсутствия льда на протяжении нескольких месяцев отображаются на одной карте. Это хорошее сжатие данных, но при этом теряется информация о сплочённости льда.

В данной работе мы приводим оценку фенологических характеристик морского льда Каспийского моря, их пространственно-временную динамику, а также анализируем параметры окружающей среды, влияющие на ледовую фенологию Каспия.

Используемые данные. Для оценки сроков появления и исчезновения льда нами применён метод аппроксимации временного ряда сплоченности льда изотонической функцией (Turner, Wollan, 1997). Основной набор данных, используемый для работы – временной ряд ежедневного состояния ледового покрова озёр Северного полушария, включая Каспийское море, на основе данных AMSR-E и AMSR2 (Du et al., 2017) из Национального

центра данных по морскому льду США (NSIDC). Данные имеют пространственное разрешение 5×5 км в равноплощадной азимутальной проекции Ламберта «WGS 84 / NSIDC EASE-Grid 2.0 North» и временное разрешение 1 сутки и охватывают два непрерывных периода с 6 июня 2002 г. по 3 октября 2011 г. (период функционированиямикроволнового радиометра AMSR-E на спутнике Aqua) и с 24 июля 2012 г. по 31 декабря 2022 г. (период функционирования микроволнового радиометра AMSR2 на спутнике GCOM-W1, с текущим сроком обработанных данных). Для построения фенокарт сформирована сетка с числом столбцов 269 и числом строк 228 в равноплощадной азимутальной проекции Ламберта с широтой нулевых искажений 41.78° северного полушария и центральным меридианом 50.44° в.д. на эллипсоиде WGS84 с размером ячейки 1800×1800 м. Запись значений в ячейки новой сетки осуществлялась методом ближайшего соседа.

Для верификации результатов по основному набору данных, обозначенных в приведенных ниже таблицах как *PM*, были рассмотрены результаты ретроспективного анализа поверхностных океанографических данных MERRA-2 (Global Modeling And Assimilation Office, 2015) с размером ячейки 0.500° по долготе и 0.625° по широте в географической системе координат, с временным разрешением 1 час и периодом измерений с 1 января 1980 г. по 2 октября 2024 г. (данные доступны в режиме, близком к реальному времени), обозначенные в таблицах как *MERRA2*, и данные сплоченности морского льда в ежедневной оценке глобальной температуры поверхности моря на основе спутниковых наблюдений (Lopez, 2019) с пространственным разрешением 0.05×0.05° в географической системе координат, временным разрешением 1 сутки и временным охватом с 1981 по 2022 гг., обозначенные в таблицах как *VIR*.

Для оценки влияния параметров окружающей среды использовались пространственные данные по температуре воздуха (Global Modeling And Assimilation Office, 2015), скорость меридианного и зонального ветра (Global Modeling And Assimilation Office, 2015) и температура поверхности воды (Lopez, 2019), а также точечные данные по уровню моря (Copernicus Climate Change Service, 2020). Выявление зависимостей осуществлялось с помощью регрессионного анализа сводных (усредненных по региону) характеристик. Корреляционный анализ региональных связей использовался для выявления наиболее чувствительных районов акватории и выявления участков, наиболее сильно оказывающих влияние на фенологические характеристики чувствительных районов.

Обработка данных. Исходные данные из основного набора с категориями льда были преобразованы из номинальной в интервальную шкалу сплочённости льда, в которой категориям открытой воды присвоено значение 0%, ледовым категориям – 100%. Для тех ячеек, для которых такое преобразование было невозможно, оставлен флаг недоступности данных. Чтобы сократить пропуски данных, сначала применялась пространственная аппроксимация (низкочастотная фильтрация с распределенными по функции Гаусса значениями в фокальной матрице), а затем – временная интерполяция скользящим окном. Эти изменения затрагивали лишь значения с отсутствующими данными. Заключительным шагом было маскирование ячеек растра, для которых значения категорий принимали заведомо ложные значения в определённые периоды сезона: например, категория постоянного присутствия льда в летние месяцы или значения, попадающие на сушу.

Аппроксимация временных рядов. В целом, для отдельной географической локации в сезон таяния льда происходит уменьшение сплочённости с некоторого значения, определяющего наличие льда, до нулевого значения. Такое уменьшение можно аппроксимировать невозрастающей функцией, например, асимптотическими несимметричной функцией Гаусса или функцией Гомперца. При резком изменении сплочённости более эффективной оказывается кусочно-линейная функция. В период ледостава временной

ряд сплоченности возрастающий, и применима аппроксимация неубывающими функциями. Достоинством несимметричной функции Гаусса и кусочно-линейной функции является их применимость для локаций с краткосрочными ледовыми условиями. Выбор оптимальной функции для каждой локации индивидуален и может быть осуществлен по минимуму невязки.

Непараметрическая неубывающая или невозрастающая функция позволяет осуществить более адаптивную аппроксимацию сплочённости морского льда. К такой функции можно отнести изотоническую. Каспийское море расположено в регионе непродолжительного ледового периода, что позволяет применять унимодальную изотоническую функцию (Turner, Wollan, 1997): левая асимптота аппроксимирует появление льда, правая – его исчезновение.

Датой появления или исчезновения льда будет абсцисса пересечения аппроксимационной кривой с ординатой, соответствующей уровню сплоченности 15%. Этот порог обычно используется в Арктических морях для разделения зоны маргинального льда от сплоченного (NSIDC, 2022). Монотонность аппроксимирующей функции обеспечивает единственность пересечения. Аппроксимация временных рядов для каждой ячейки координатной сетки позволяет осуществить картирование фенологических показателей в том же пространственном разрешении, что и исходные данные.

В результате обработки данных нами получены следующие результаты.

Построение фенокарт и их анализ. Нами построены фенокарты сроков появления льда на Северном Каспии (рис. 1), сроков исчезновения льда (рис. 2) и по разности сроков (дат) исчезновения и появления льда – продолжительности ледового периода (рис. 3).

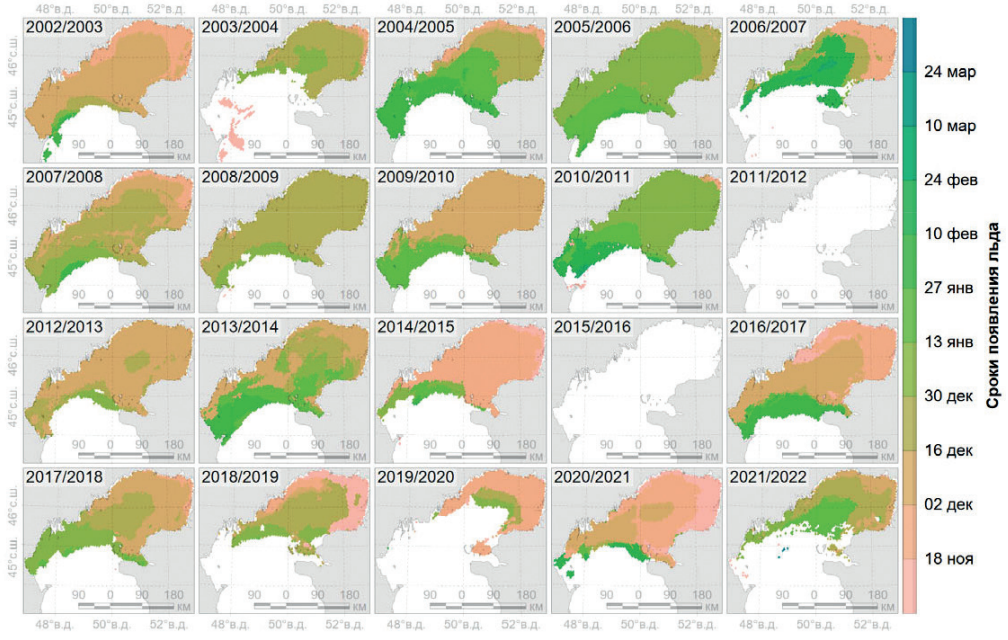


Рис. 1. Фенокарта сроков появления льда. Для сезона 2011/2012 гг. результаты отсутствуют из-за пропуска в исходных данных (Du et al., 2017), а для сезона 2015/2016 гг. результаты исключены из анализа из-за низкого качества в исходных данных, что не позволило провести аппроксимацию пропущенных значений временных рядов.

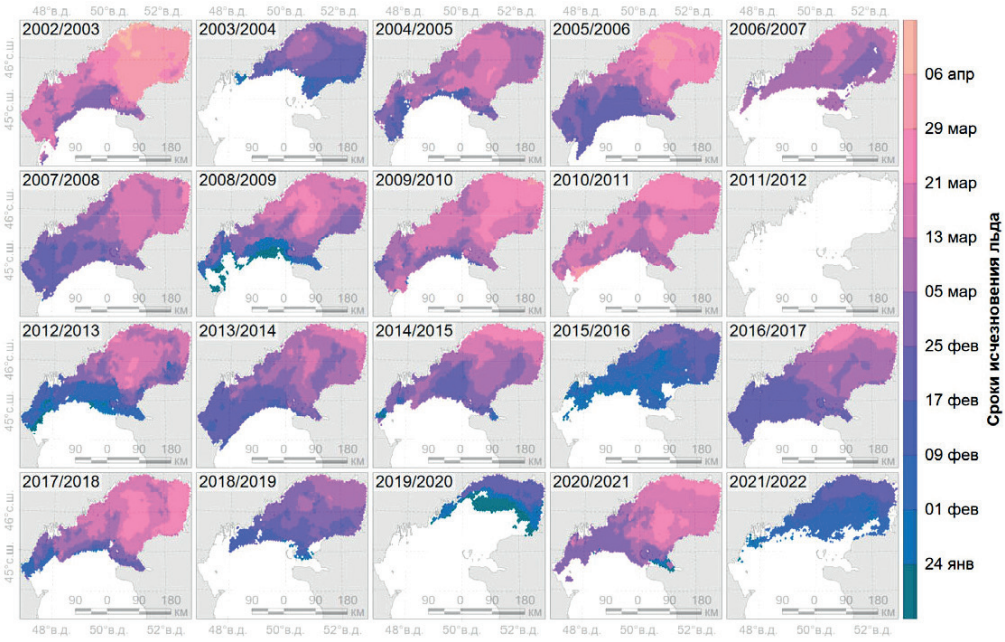


Рис. 2. Фенокарта сроков исчезновения льда. Результаты для сезона 2011/2012 гг. отсутствуют из-за пропуска в исходных данных (Du et al., 2017).

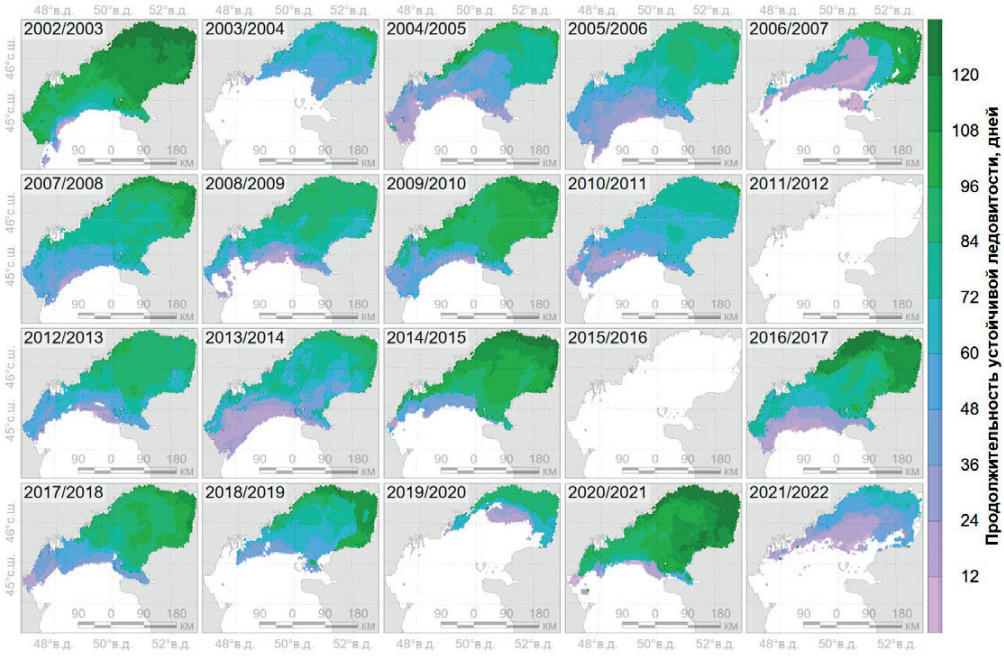


Рис. 3. Продолжительность ледового периода. Отсутствие данных (разности карт) для сезонов 2011/2012 гг. и 2015/2016 гг. обусловлено отсутствием любого оператора разности: уменьшаемого или вычитаемого.

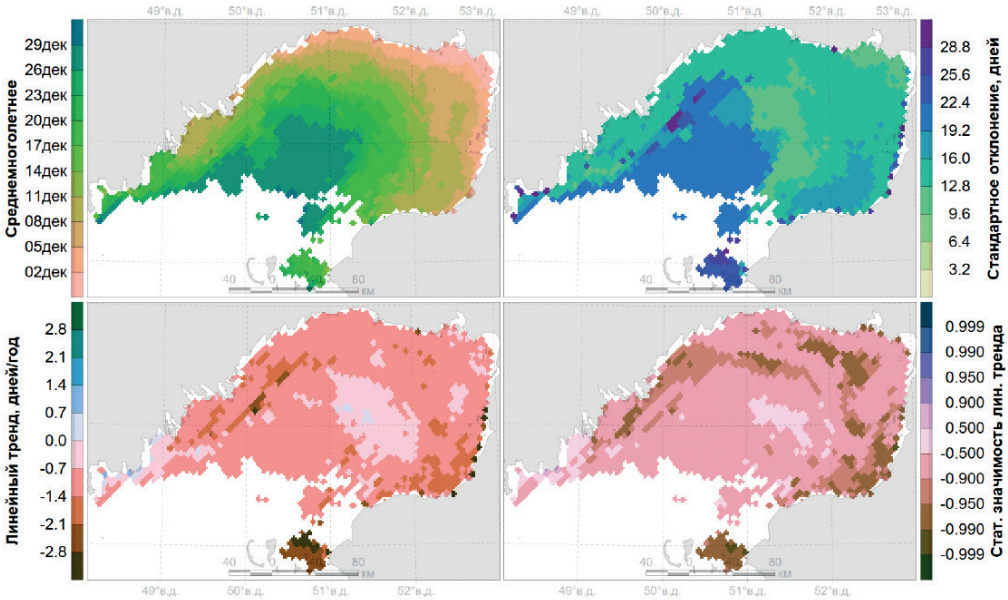


Рис. 4. Результаты статистического анализа каждой ячейки координатной сеткидля сроков образования льда.

По построенным фенокартам проведен статистический анализ каждой ячейки координатной сетки и выделены следующие характеристики: среднемноголетнее значение, стандартное отклонение, линейный тренд и статистическая значимость линейного тренда. На рис. 4 представлены результаты для сроков образования льда, на рис. 5 – для сроков исчезновения льда, на рис. 6 – для продолжительности ледового сезона.

Верификация. Для оценки применимости выбранного набора данных *PM* для построения фенокарт (Du et al., 2017) мы провели сравнение фенологических характеристик (сроки появления и исчезновения льда) и получаемых из них параметров (продолжи-

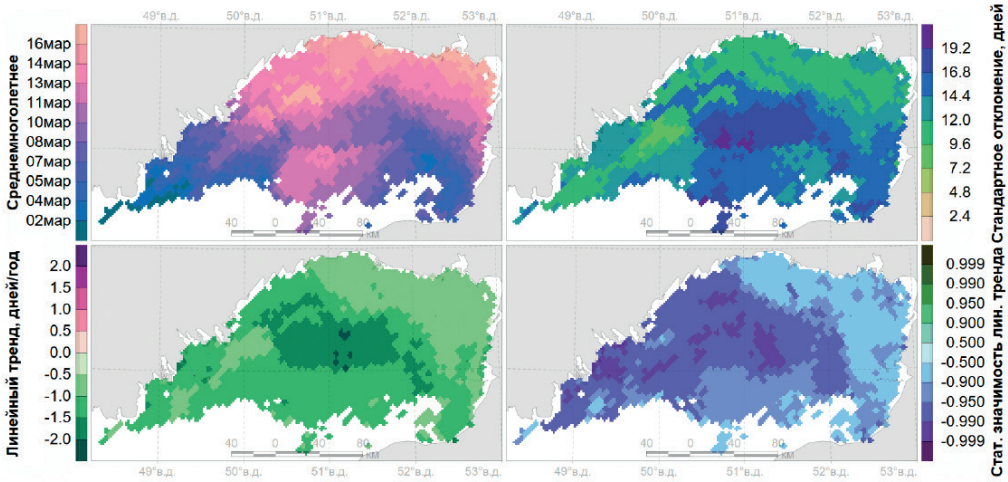


Рис. 5. Результаты статистического анализа каждой ячейки координатной сетки для сроков исчезновения льда.

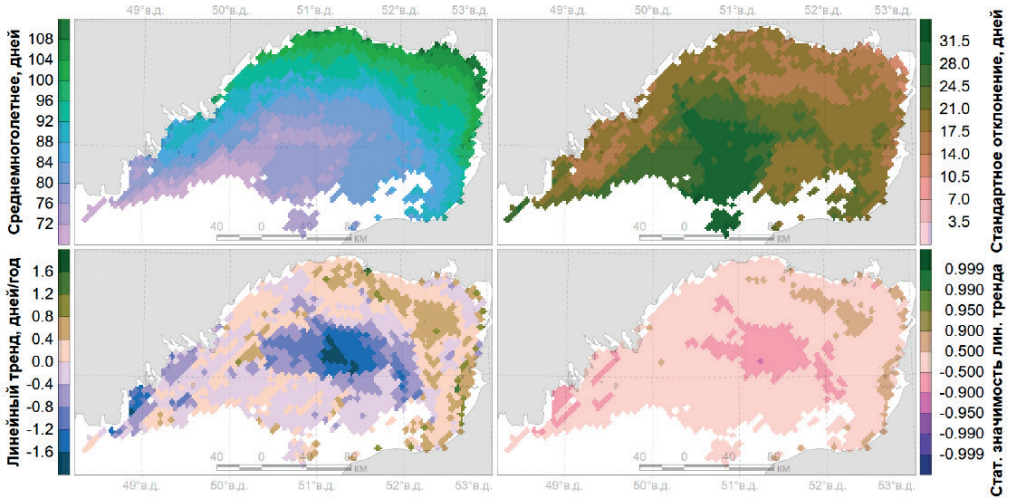


Рис. 6. Результаты статистического анализа каждой ячейки координатной сетки для продолжительности ледового сезона.

тельность ледового покрова, площадь устойчивого ледообразования) с наборами данных *MERRA2* (Global Modeling And Assimilation Office, 2015) и *VIR* (Lopez, 2019). Сравнение усредненных по региону фенологических характеристик проведено для сроков появления льда (рис. 7, табл. 1), сроков исчезновения льда (рис. 8, табл. 2), для продолжительности ледового сезона (рис. 9, табл. 3) и для максимальной площади устойчивого ледообразования (рис. 10, табл. 4). В табл. 1-4 приведены сезоны, в которых отмечались минимальные и максимальные значения, усреднённое значение с одним среднеквадратическим отклонением, линейный тренд со стандартной ошибкой и уровнем статистической значимости S, а также количество успешных для получения оценки сезонов по сравнению с суммарной продолжительностью наблюдений.

Ледообразование (появление льда) на замерзающей (не менее 9 раз за 10 лет) акватории Каспия происходит, в среднем, 15 декабря (стандартное отклонение 14 дней). Экстремальные значения наблюдались для зим 2020/2021 гг. (23 ноября) и 2010/2011 гг. (7 января). За многолетний период наблюдений отмечается всё более раннее появление льда (-1.0±0.5 дня/год, S=94%) – с 25 декабря (зима 2002/2003 гг.) до 6 декабря (зима 2021/2022 гг.) (рис. 7, табл. 1).

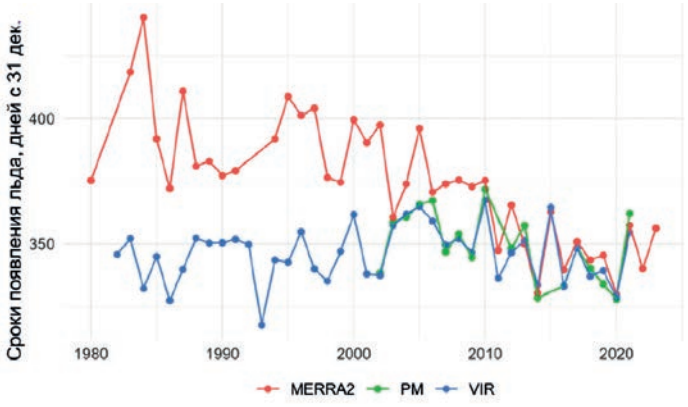


Рис. 7. Динамика сроков появления льда на Северном Каспии.

Таблица 1. Характеристики временных рядов, усредненных по срокам появления льда, оцененным по различным исходным данным

Данные	Раннее	Позднее	Среднее	Линейный тренд, дней/год	Наблюдений
PM	23 ноября (2020)	7 января (2010)	15 декабря ±13.7	-1.0±0.5 (S=0.94)	18/20 (2002-2021)
MERRA2	25 ноября (2020)	1 февраля (2002)	28 декабря ±19.9	-2.5±0.5 (S>0.999)	18/20 (2002-2021)
VIR	24 ноября (2020)	2 января (2010)	14 декабря ±11.5	-1.0±0.4 (S=0.97)	18/20 (2002-2021)
MERRA2	25 ноября (2020)	15 марта (1984)	10 декабря ±24.8	-1.5±0.2 (S>0.999)	40/44 (1980-2023)
VIR	14 ноября (1993)	2 января (2010)	12 декабря ±11.2	+0.1±0.2 (S=0.40)	40/40 (1982-2021)

Попарное сравнение сроков появления льда по исходным данным *VIR* и *PM* показало, что запаздывание появления льда по *PM*, по сравнению с *VIR*, составляет в среднем 1.1 суток (отличия статистически незначимы: 18 пар, t-критерий, P=0.25), при этом сами значения хорошо коррелируют друг с другом (корреляция Пирсона 0.97, F-критерий Фишера, 18 пар, P<0.001). Линейный тренд и для *PM*, и для *VR* похожий и статистически значимый (-1.0±0.4 дня/год, S=97%). Сравнение данных *PM* с данными *MERRA2* показало, что сроки появления льда по данным *PM* в среднем на 12 дней раньше (отличие статистически значимое: t-критерий, 18 пар, P=0.005, с поправкой Холма-Бонферрони 0.006), коэффициент корреляции Пирсона 0.58 не очень высокий, но статистически значимый (F-критерий Фишера, 18 пар, P=0.01). Сравнение сроков появления льда по данным *VIR* и *MERRA2* в те же сезоны, для которых получены оценки *PM* и *MERRA2*, показало, что по данным *MERRA2* они запаздывают в среднем на 13 суток (18 пар, t-критерий, P=0.002, с поправкой Холма-Бонферрони 0.01), корреляция Пирсона 0.63 (F-критерий Фишера, 18 пар, P=0.005). При анализе полного периода (1981-2024 гг.), запаздывание *MERRA2* с сезона 1981/1982 г. по сравнению с *VIR* составляет около 29 дней (t-критерий, 37 пар, P<0.001), и наиболее заметные отличия были выявлены до сезона 2002/2003 г. – коэф-

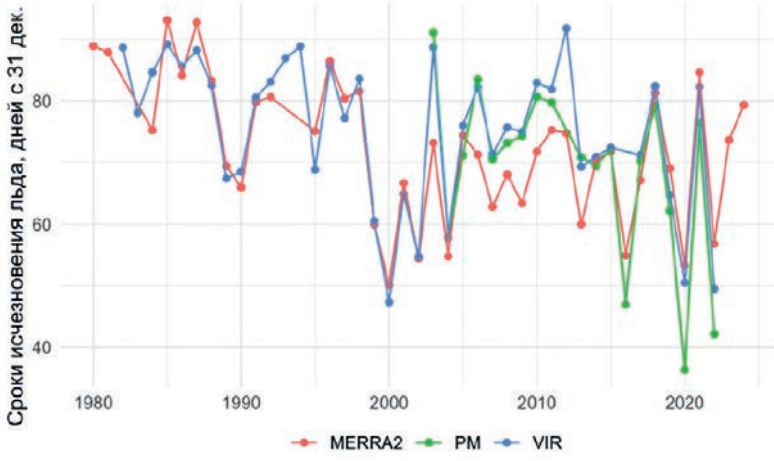


Рис. 8. Динамика сроков исчезновения льда на Северном Каспии.

фициент корреляции Пирсона 0.14 (F-критерий Фишера, 37 пар, P=0.41). По данным *MERRA2* за 40 и 44 возможных сезонов наблюдений с 1980/1981 г. по 2023/2024 г. отмечается статистически значимый отрицательный (появление льда с каждым годом раньше) линейный тренд -1.5±0.2 дня/год, S>99.9% (см. табл. 1).

Исчезновение льда. Замерзающая акватория Каспийского моря обычно освобождается ото льда в среднем 11 марта (стандартное отклонение 14 дней). Наиболее раннее ледотаяние наблюдалось зимой 2019/2020 г. (5 февраля), а наиболее позднее – зимой 2002/2003 г. (1 апреля). За сезоны с 2002/2003 г. по 2021/2022 гг. отмечается статистически значимая (S=97%) линейная тенденция более раннего исчезновения льда со скоростью 1.1±0.5 дня/год, с 21 марта в начале исследуемого периода до 28 февраля в конце (рис. 8, табл. 2).

Исчезновение льда по данным *PM*, в среднем, на 2.4 суток раньше, чем по данным *VIR* (18 пар, t-критерий, P=0.015, с поправкой Холма-Бонферрони 0.03). Это смещение систематическое, так как коэффициент корреляции Пирсона очень высокий (0.97, F-критерий Фишера, 18 пар, P<0.001). По данным *VIR*, так же как и для *PM*, отмечается отрицательный линейный тренд, но его абсолютное значение несколько меньше, а статистическая значимость – ниже (-0.7±0.4 дня/год, S=91%). Для двух экстремально ранних сроков исчезновения льда в сезоны 2019/2020 г. и 2021/2022 г. оценки по данным *PM* были раньше оценок по данным *VIR*. Третий экстремально ранний экстремум таяния льда также оценен по данным *PM* в сезоне 2015/2016 г., но для этого сезона данные *VIR* отсутствовали. Среднемноголетние сроки исчезновения льда по данным *PM* на 1.3 суток позднее, чем по данным *MERRA2*, и это отличие не статистически значимое (19 пар, t-критерий, P=0.57). В целом, смещённость оценок умеренная, значение коэффициента корреляции Пирсона составляет 0.76 (F-критерий Фишера, 19 пар, P<0.001). По данным *MERRA2* в эпоху *PM* не обнаруживается линейная тенденция изменения сроков исчезновения льда (+0.0±0.3 дня/год, S=10%). При сравнении сроков исчезновения льда по данным *VIR* и *MERRA2* в эпоху *PM* средняя разность оценок *VIR* и *MERRA2* статистически значимая и составляет 4.2 суток (18 пар, t-критерий, P=0.01, с поправкой Холма-Бонферрони 0.03). Коэффициент корреляции Пирсона достаточно высокий (0.82, F-критерий Фишера, 18 пар, P<0.001). При рассмотрении всех имеющихся пар оценок *VIR* и *MERRA2* с начала 1980-х гг. средняя разность *VIR* и *MERRA* 2.4 суток (36 пар, t-критерий Стьюдента, P=0.02), а коэффициент корреляции Пирсона 0.86 (F-критерий Фишера,

Таблица 2. Характеристики временных рядов, усредненных по срокам исчезновения льда, оцененным по различным исходным данным

Данные	Раннее	Позднее	Среднее	Линейный тренд, дней/год	Наблюдений
PM	5 февраля (2020)	1 апреля (2003)	11 марта ±13.5	-1.1±0.5 (S=0.97)	18/20 (2003-2022)
MERRA2	22 февраля (2020)	26 марта (2021)	9 марта ±8.6	+0.0±0.3 (S=0.10)	18/20 (2003-2022)
VIR	19 февраля (2022)	30 марта (2003)	14 марта ±11.1	-0.7±0.4 (S=0.91)	18/20 (2003-2022)
MERRA2	19 февраля (2000)	3 апреля (1985)	13 марта ±11.3	-0.4±0.1 (S>0.99)	41/45 (1980-2024)
VIR	16 февраля (2000)	1 апреля (2012)	16 марта ±11.9	-0.4±0.1 (S=0.99)	40/41 (1982-2022)

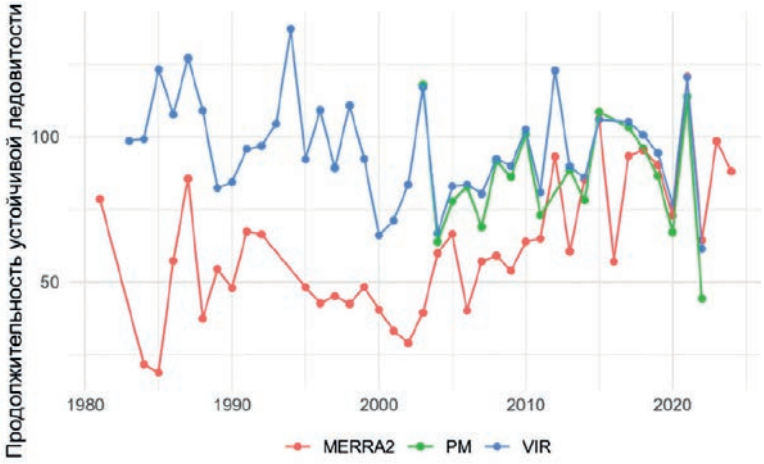


Рис. 9. Динамика продолжительности устойчивой ледовой обстановки на Северном Каспии.

36 пар, P<0.001). При этом линейная тенденция за этот период по обоим наборам данных схожая и статистически значимая: -0.4±0.1 дня/год (S>99%) для *MERRA2* и -0.4±0.1 дня/год (S=99%) для *VIR* (см. табл. 2).

Продолжительность ледового сезона замерзающей акватории Каспийского моря составляет, в среднем, 86 дней (стандартное отклонение 19 дней). Наиболее продолжительное покрытие акватории льдом наблюдалось зимой 2002/2003 гг. – 118 дней, наиболее короткое зимой 2021/2022 гг. – 44 дня. Линейная тенденция изменения длительности ледового периода не обнаруживается: -0.2±0.8 дня/год, S=16% (рис. 9, табл. 3).

Продолжительность устойчивой ледовитости по данным *PM*, в среднем, составляет 86 дней, а по данным *VIR* за тот же период – 91 день. Усредненная разность (4.8 дня) является статистически значимой (18 пар, t-критерий, P<0.001, с поправкой Холма-Бонферрони 0.002), но при этом коэффициент корреляции Пирсона составляет 0.98 (F-критерий Фишера, 18 пар, P<0.001), что свидетельствует о смещённости оценок. По обоим наборам данным не отмечается статистически значимой тенденции изменения продолжительности ледового периода. Средняя продолжительность устойчивой ледовитости по данным *MERRA2* в эпоху *PM* составляет 72 дня, что почти на 14 дней короче, чем по данным *PM* (18 пар, t-критерий, P=0.02, с поправкой Холма-Бонферрони 0.02). Коэффициент корреляции Пирсона 0.34 между 18 парами этих оценок статистически не значимый (F-критерий Фишера, P=0.17) и не свидетельствует о смещённости оценок. По данным *MERRA2* в эпоху *PM* обнаруживается статистически значимая линейная

Таблица 3. Характеристики временных рядов, усредненных по продолжительности ледового периода в днях, оцененной по различным исходным данным

Данные	Минимальное	Максимальное	Среднее	Линейный тренд, дней/год	Наблюдений
PM	44 (2022)	118 (2003)	86±19	-0.2±0.8 (S=0.16)	18/20 (2003-2022)
MERRA2	39 (2003)	121 (2021)	72±22	+2.6±0.6 (S>0.999)	18/20 (2003-2022)
VIR	61 (2022)	121 (2021)	91±16	+0.2±0.6 (S=0.26)	18/20 (2003-2022)
MERRA2	19 (1985)	121 (2021)	62±24	+1.1±0.2 (S>0.999)	40/44 (1981-2024)
VIR	61 (2022)	137 (1994)	96±18	-0.4±0.2 (S=0.89)	39/40 (1983-2022)

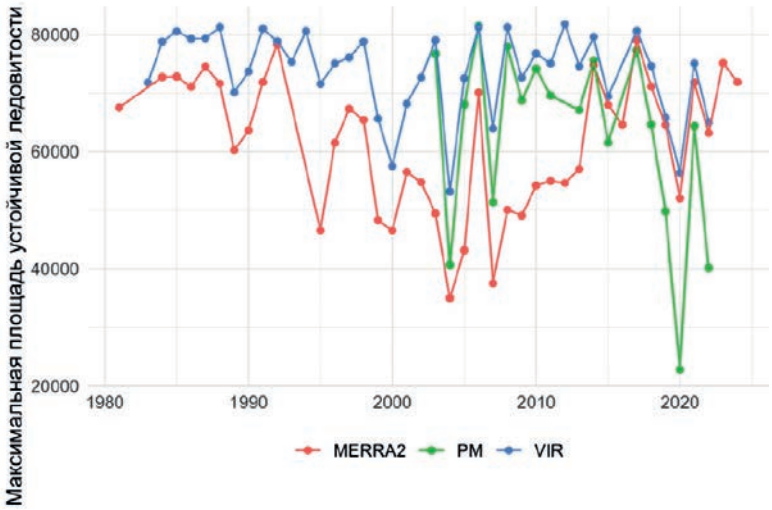


Рис. 10. Динамика максимальной площади устойчивой ледовитости на Северном Каспии.

тенденция удлинения ледового периода со скоростью -2.6±0.6 дня/год, S>99.9%. Продолжительность ледового сезона по данным *MERRA2* на 19 суток в эпоху *PM* (18 пар, t-критерий, P=0.001, с поправкой Холма-Бонферрони 0.003) и на 34 суток в перекрывающийся период (36 пар, t-критерий, P<0.001) меньше, чем по данным *VIR*. При этом наибольший систематический сдвиг – до начала периода оценок *PM*, когда любая оценка по данным *MERRA2* более чем на три недели меньше оценки по данным *VIR*. В эпоху *PM* отмечается пятилетний период (с 2005/2006 г. по 2009/2010 г.) высокой разности оценок *VIR* и *MERRA2*, но она не такая высокая, как в эпоху до *PM* оценок. Коэффициенты корреляции Пирсона статистически не значимые: 0.43 в эпоху *PM* (F-критерий Фишера, 18 пар, P=0.07) и 0.23 в перекрывающийся период (F-критерий Фишера, 36 пар, P=0.18). По данным *MERRA2* наблюдается статистически значимый тренд увеличения продолжительности сезона устойчивой ледовитости за период с 1980/1981 г. по 2023/2024 г.: +1.1±0.2 дня/год, S>99.9%, по 40 из 44 оценкам (см. табл. 3).

Площадь устойчивой ледовитости. Ежегодно в среднем 63 тыс. км^2 (стандартное отклонение 16 тыс. км^2) Каспийского моря покрывается льдом не менее чем на 6 дней. Больше всего такого льда было зимой 2005/2006 гг. – 81 тыс. км^2, меньше всего – зимой 2019/2020 гг., 23 тыс. км^2. Тенденция изменения этой площади составляет -1.0±0.6 тыс. км^2/год с умеренной статистической значимостью 90%. За период наблюдений с зимы 2002/2003 г. по зиму 2021/2022 г. площадь замерзающей акватории Каспия сократилась на 27% – с 73 до 53 тыс. км^2 (см. рис. 10 и табл. 4).

Максимальная площадь устойчивой ледовитости по данным *PM*, в среднем, на 9.2 тыс. км^2 меньше, чем по данным *VIR* (18 пар, t-критерий, P<0.001, с поправкой Холма-Бонферрони <0.001). Коэффициент корреляции Пирсона между этими оценками высок (0.94, F-критерий Фишера, 18 пар, P<0.001). Средняя разность между площадями, покрываемыми льдом, по данным *PM* и по данным *MERRA2* составляет 4.8 тыс. км^2 (18 пар, t-критерий, P=0.25). Коэффициент корреляции Пирсона 0.32 (F-критерий Фишера, 18 пар, P=0.20). В эпоху *PM* статистически значимый тренд ледовитости по данным *MERRA2* +1.4±0.4 тыс. км^2/год, S>99% (табл. 4). По данным *MERRA2* недооценка площади акватории, покрываемой льдом минимум на шесть суток, минимальна. Отличия

Таблица 4. Характеристики временных рядов площади устойчивого ледового покрова в тыс. км^2 по фенокартам, построенным по различным исходным данным

Данные	Минимальное	Максимальное	Среднее	Линейный тренд, тыс. км^2/год	Наблюдений
PM	23 (2020)	81 (2006)	63±16	-1.0±0.6 (S=0.90)	18/20 (2003-2022)
MERRA2	35 (2004)	79 (2017)	58±13	+1.4±0.4 (S>0.99)	18/20 (2003-2022)
VIR	53 (2004)	81 (2006)	72±8	-0.2±0.3 (S=0.43)	18/20 (2003-2022)
MERRA2	35 (2004)	79 (2017)	62±12	-0.1±0.2 (S=0.37)	40/44 (1981-2024)
VIR	53 (2004)	82 (2012)	74±7	-0.2±0.1 (S=0.92)	39/40 (1983-2022)

от *VIR* в эпоху *PM* составляют -14 тыс. км^2 (18 пар, t-критерий, P<0.001), коэффициент корреляции Пирсона 0.50 (F-критерий Фишера, 18 пар, P=0.03), что, в целом, не выделяет согласованности между этими данными. Недооценка *MERRA2*, по сравнению с *VIR*, в полный период перекрытия с начала 1980-х гг. составляет, в среднем, -13 тыс. км^2 (36 пар, t-критерий, P<0.001), коэффициент корреляции Пирсона оценок составляет 0.62 (F-критерий Фишера, 36 пар, P<0.001). По данным *PM* отмечается значительная недооценка площади для сезонов 2019/2020 г. и 2021/2022 г.

Факторы окружающей среды. Проанализированы данные с метеостанций Лагань (Архив погоды в Лагани, 2024), Пешной (Архив погоды в Пешном, 2024), о. Кулалы (Архив погоды в Кулалах, 2024), о. Тюлений (Архив погоды на о. Тюлений, 2024), Форт-Шевченко (Архив погоды в Форт-Шевченко, 2024) с ресурса rp5.ru (Расписание Погоды, 2024). Рассмотрены аномалия температуры воздуха в период образования льда, определяющая тепловой баланс, а также аномалия скорости и направления ветра, приводящая к перераспределению ледовых массивов в регионе, а также приводить к задержке формирования ледового покрова во время штормов. Статистически значимых связей с фенологическими характеристиками не обнаружено. Возможно, это связано с тем, что рассмотренные станции располагаются на побережье и по периметру рассматриваемой северокаспийской акватории.

На основе данных по уровню моря для точки 50°в.д. и 42°с.ш. (Copernicus Climate Change Service, 2020) выдвинуто предположение, что уменьшение объема водоёма за счёт понижения уровня воды отрицательно сказывается на формирование устойчивого ледового покрова из-за более сильного прогрева как минимум за счёт коротковолнового излучения. Однако статистически значимых связей с фенологическими характеристиками не обнаружено.

Температура воздуха сильнее всего влияет на образование и таяние льда, потому что она является первичным и прямым фактором, который управляет потоком тепловой энергии, необходимой для фазового перехода между водой и льдом. Она задаёт фундаментальное условие («замораживать» или «плавить»), в то время как другие факторы лишь регулируют интенсивность этого процесса. Поэтому исследование связи фенологии с температурой воздуха уделено больше внимания.

Для предиктанда использованы данные по температуре воздуха MERRA-2 (Global Modeling And Assimilation Office, 2015) в прямоугольной сетке с пространственным охватом от 45°56’15” до 55°18’75” в.д. и от 35°45’ до 48°15’ с.ш. в географической системе координат, с количеством столбов 15 и с количеством строк 25.

Прямоугольная область фенологических характеристик и максимальной площади устойчивого ледостава выбиралась по максимальному пространственному охвату многолетних данных, попавших в анализ.

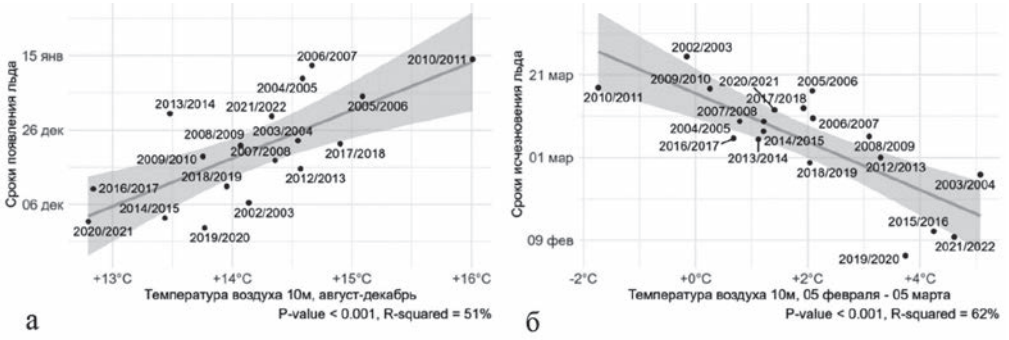


Рис. 11. Зависимость сроков появления (а) и исчезновения (б) льда Северного Каспия от температуры воздуха в определённые сезоны.

Появление льда. Выделен многомесячный период с августа по декабрь, окончание которого приходится на среднемноголетнюю дату появления льда, но основная продолжительность предшествует срокам начала ледообразования. Обнаруживается статистически значимая ($P<0.001$) положительная связь между сроками появления льда и температурой воздуха за этот период. Осенняя температура объясняет 51% изменчивости сроков появления льда (рис. 11а).

По корреляционной связи между температурой воздуха, усредненной за период с августа по декабрь, и сроками появления льда высокая статистическая значимость (низкое P-значение) форсинга обнаруживается над акваторией северного Каспия, как раз над районом формирования льдов. Также область высокой статистической значимости форсинга простирается обширной областью с севера на юг к востоку от восточного побережья Каспийского моря. Высокая статистическая значимость отклика обнаруживается в зоне раннего появления льда (см. рис. 4). На территорию, опоясывающую северную часть Каспийского моря, приходится высокое значение количества узлов форсинга. Высокое количество узлов отклика приходится на акваторию, прилегающую к дельте Волги и в северной и восточной части впадины Уральская Бороздина.

Исчезновение льда. Для анализа теплового фактора, оказывающего влияние на сроки исчезновения льда выделенный период с 05 февраля по 05 марта значительно короче, чем рассмотренный многомесячный период влияния на сроки появления льда (рис. 11а). Такая краткосрочность обусловлена короткой продолжительностью ледового сезона на Северном Каспии. Более прогретый воздух в феврале ускоряет таяние льда, и эта

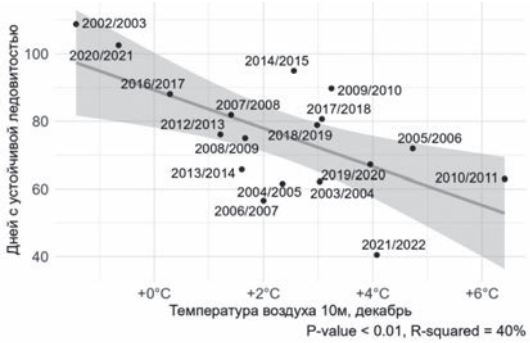


Рис. 12. Зависимость продолжительности устойчивого ледового покрова Северного Каспия от температуры воздуха в декабре.

связь статистически значимая (P<0.001). Температура воздуха за этот период объясняет 62% изменчивости сроков исчезновения льда (рис. 11б).

По корреляционной связи между температурой воздуха, усредненной за период с 5 февраля по 5 марта, и сроками таяния льда (P-значения в диапазоне от 0.005 до 0.0005) статистическая значимость предиктора увеличивается в широтном направлении с юга на север, с высокими значениями над Прикаспийской низменностью и сором Мёртвый Култук. Статистическая значимость отклика увеличивается, преимущественно, в противоположном ледотаянию направлении (рис. 5), с высокими значениями в районе впадины Уральская Бороздина.

Продолжительность ледового сезона. Для анализа теплового фактора, оказывающего влияние продолжительность ледового сезона выделен период с 01 по 31 декабря, который соответствует, преимущественно, сезону ледообразования, поэтому, вероятно, прогретые участки поверхности оказывают влияния на задержку появления льда. Температура воздуха за этот период объясняет 40% изменчивости продолжительности сезона с устойчивой ледовитостью на Северном Каспии (рис. 12), и эта зависимость статистически значимая (P<0.01).

По корреляционной связи между среднедекабрьской температурой воздуха и сроками таяния льда (P-значения в диапазоне от 0.01 до 0.001) для предиктора наибольшая статистическая значимость обнаруживается над Прикаспийской низменностью, особенно в районе Чёрных Земель, и над морем по границе Среднего и Северного Каспия, проходящей южнее покрываемой льдом акватории. Для отклика район с высокой статистической значимостью опоясывает побережье Прикаспийской низменности, то есть, соответствует области с более продолжительным ледовым сезоном.

Максимальная площадь устойчивого ледового покрова. Рассмотрено влияние температуры воздуха в двухмесячный зимний период с 25 декабря по 25 февраля на площадь ледового покрова Северного Каспия в период максимальной протяженности льда (рис. 13). Поскольку этот зимний сезон соответствует периоду как формирования льда, так и его таяния, то тепловое воздействие, объясняющее 60% вариабельности максимальной площади покрытия льдом (P<0.001), очевидно, осуществляется через поверхность льда,

По корреляционной связи между температурой воздуха, усредненной за период с 25 декабря по 25 февраля, и площадью максимального распространения льда (P-значения в диапазоне от 0.001 до 0.0001) высокая статистическая значимость обнаруживается

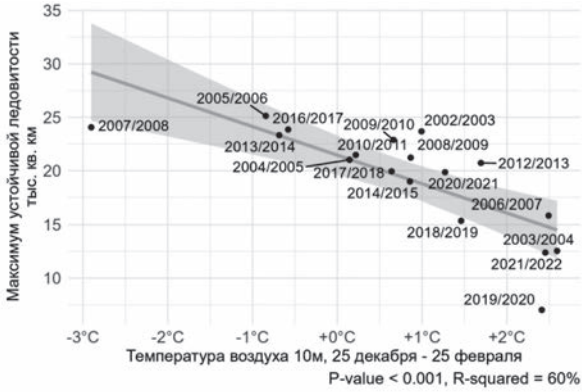


Рис. 13. Зависимость максимальной площади устойчивого ледового покрова Северного Каспия от зимней температуры воздуха.

для обширных пространств как непокрытой льдом акватории Каспийского моря, так и северной и восточной частями прилегающей к Каспию суши.

Подводя итог, можно сделать следующее заключение. Ежесуточные данные по ледовому покрытию Каспийского моря за последние две декады либо имеют очень низкое пространственное разрешение, либо не доступны в режиме реального времени. Ледовые фенокарты на основе оценок ледового покрова со спутниковых измерений пассивного микроволнового зондирования в сравнении с видимым и инфракрасным спектром обеспечивают близкие результаты, что может использоваться в ассимиляции продуктов. Сроки ледообразования и ледотаяния, продолжительность ледового покрова и площадь максимального распространения льдов имеют высокую вариабельность. Статистически значимая тенденция отмечается в уменьшении площади льдов и более раннем ледотаянии. Тепловой режим в предшествующий осенний период влияет на смещение сроков ледообразования, тогда как сроки ледотаяния больше зависят от текущих условий прогрева воздуха.

Литература

Архив погоды в Кулалах. 2024. ООО «Расписание Погоды». Санкт-Петербург, Россия. https://rp5.ru/archive.php?wmo_id=35907&lang=ru (дата обращения 09 августа 2024 г.).

Архив погоды в Лагани. 2024. ООО «Расписание Погоды». Санкт-Петербург, Россия. https://rp5.ru/archive.php?wmo_id=34984&lang=ru (дата обращения 09 августа 2024 г.).

Архив погоды в Пешном. 2024. ООО «Расписание Погоды». Санкт-Петербург, Россия. https://rp5.ru/archive.php?wmo_id=35705&lang=ru (дата обращения 09 августа 2024 г.).

Архив погоды в Форт-Шевченко. 2024. ООО «Расписание Погоды». Санкт-Петербург, Россия. https://rp5.ru/archive.php?wmo_id=38001&lang=ru (дата обращения 09 августа 2024 г.).

Архив погоды на о. Тюлений. 2024. ООО «Расписание Погоды». Санкт-Петербург, Россия. https://rp5.ru/archive.php?wmo_id=37089&lang=ru (дата обращения 09 августа 2024 г.).

Расписание Погоды. 2024. rp5 – сайт прогноза и архива погоды. ООО «Расписание Погоды». Санкт-Петербург, Россия. https://rp5.ru (просмотрено 23 марта 2024).

Copernicus Climate Change Service. 2020. Lake water levels from 1992 to present derived from satellite observations. ECMWF. DOI: 10.24381/CDS.5714C668.

Du J., Kimball J., Duguay C., 2017. Daily Lake Ice Phenology Time Series Derived from AMSR-E and AMSR2. Версия 1. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. (просмотрено 27 января 2024). DOI: 10.5067/HT4NQO7ZJF7M.

Global Modeling And Assimilation Office. 2015. MERRA-2 tavg1_2d_ocn_Nx: 2d,1-Hourly,Time-Averaged,Single-Level,Assimilation,Ocean Surface Diagnostics V5.12.4. NASA Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). Greenbelt, MD, USA. Maintained by Steven Pawson. (просмотрено 23 октября 2024). 10.5067/Y67YQ1L3ZZ4R.

Lopez A., 2019. Sea surface temperature daily data from 1981 to present derived from satellite observations. ECMWF. (просмотрено 24 октября 2024). DOI: 10.24381/CDS.CF608234.

NSIDC. 2022. National Snow and Ice Data Center - Cryospere Glossary – ice extent. National Snow; Ice Data Center. Boulder, Colorado USA. https://nsidc.org/learn/cryosphere-glossary/ice-extent (просмотрено 16 ноября 2022).

Turner T.R., Wollan P.C., 1997. Locating a maximum using isotonic regression // Computational Statistics & Data Analysis. V. 25(3). P. 305–320. DOI: 10.1016/s0167-9473(97)00009-1.

Изменения толщины ледового покрова Каспийского моря: ретроспектива и прогноз в связи с изменениями климата

Наурозбаева Ж.К.

Для каспийского тюленя ледовый покров играет критически важную роль. Этот вид относится к пагофильной группе и его размножение, выкармливание детенышей, спаривание и линька происходят исключительно на льдах Северного Каспия в период с января по март. Таким образом, стабильность и наличие достаточного ледового покрова и его толщины являются жизненно важными условиями для выживания и воспроизводства популяции каспийского тюленя.

Северная часть Каспийского моря мелководная и ежегодно покрывается льдом. В центральной части моря лёд формируется лишь в условиях суровых зим, а в его южной части замерзание не наблюдается вовсе. Ледовый период в Северном Каспии продолжается, как правило, с ноября по март. Образование устойчивого припая происходит севернее линии островов Чечень-Кулалы. В холодные и экстремально холодные зимы припай может распространяться до изобаты 20 м. Начальные ледовые явления, как правило, происходят в мелководных восточных районах. В тёплые зимы ледостав может быть неустойчивым или вовсе отсутствовать. Разрушение ледяного покрова и очищение акватории ото льда начинается в марте. Средняя продолжительность периода со льдом в этом регионе составляет около 150 суток. Средняя многолетняя толщина льда в Северном Каспии колеблется от 25–30 до 60 см, однако в условиях суровых зим может достигать более одного метра. При наслаивании льда его общая толщина возрастает до 2–3 м (Гидрометеорологические условия …, 2010; Ogorodov et al., 2019; Островская и др., 2023).

Толщина льда, рекомендованная для проведения измерений наблюдателем метеорологической станции, должна быть не менее 15 см: принято считать, что лёд толщиной около 20 см может выдержать вес среднестатистического человека и вполне безопасен для бурения лунки, чтобы провести измерения. Вес тюленя составляет в среднем 50–60 кг и, таким образом, лёд толщиной 15 см способен выдерживать его вес. Тем не менее, ориентировочно, следует полагаться на толщину льда в 20 см, так как в феврале самка, как правило, находится на льду вместе с детенышем. Таким образом, в умеренные и суровые зимы условия подходящие, а в тёплые зимы толщина льда в северной акватории достигает 20 см (Агаев, 2005, Казаков, Петренко, 2012; Kholoptsev, Naurozbayeva, 2022).

Изменение климата, приводящее к сокращению акватории и изменению режима ледовой обстановки на акватории Северного Каспия, приводит к сокращению мест размножения и линьки каспийского тюленя и отрицательно сказывается на выживаемости детёнышей. Одним из основных климатических показателей, влияющих на ледовый режим Каспийского моря, является температура воздуха в холодный сезон, а именно сумма отрицательных температур. В настоящее время экосистемы в северо-восточной части акватории Каспийского моря претерпевают ряд негативных изменений. Причины, их вызывающие, имеют как естественный, так и антропогенный характер.

Уменьшение толщины льда в связи повышением температуры воздуха негативно сказывается на местообитаниях тюленей. За весь период наблюдений, начиная с 1929 г. (самые ранние наблюдения начались на посту Пешной, а в основном станции ведут наблюдения с 1960-х гг.), максимальная толщина льда уменьшилась на северо-востоке на 20–28 см, на северо-западе Северного Каспия на 20–25 см, в Среднем Каспии – на 13–

17 см. Толщина льда на Среднем Каспии уже достигла критических значений, участились годы безлёдного зимнего периода. Помимо уменьшения ледового покрова, важную роль играет и продолжительное падение уровня моря. В рассматриваемом районе тюлени образуют лежбища и на искусственных островах вдоль Северо-Каспийского морского канала (Baimukanov et al., 2017a; Баймуканов и др., 2020). Падение уровня Каспийского моря влияет на многие острова и вызывает их присоединение к материку, например острова Дурнева, мелкие острова в восточной части Тюленьего архипелага. Также высыхают и превращаются в пустыню внутренние плёсы крупных островов, таких как Морской, Подгорный, Новый западный. Продолжающая регрессия Каспийского моря в настоящее время приводит к тому, что места весенне-осенних залежек тюленей в Комсомольском заливе утрачиваются и звери перемещаются к северо-востоку на вновь образовывающиеся Ремонтные шалыги и мелкие Новые острова Дурнева, расположенные севернее и южнее Северо-Каспийского морского канала. Появление новых намывных кос и шалыг в отношении мест залёжек для тюленей рассматривается как положительный фактор (Бухарицин и др., 2014; Baimukanov, 2017, 2022; Baimukanov et al., 2017a,b; Chen et al., 2017; Баймуканов и др., 2020).

В данном разделе представлен детальный анализ термического и ледового режимов, динамики уровня Каспийского моря, а также комплексное воздействие этих изменений на каспийского тюленя и более широкие социально-экономические аспекты региона. Основой для анализа послужила оценка перспектив изменения толщины ледового покрова Северного Каспия до конца XXI в. на основе климатического сценария BCC-CSM2-MR (Molavi-Arabshahi et al., 2016; Лобанов, Наурозбаева, 2021a; IPCC, 2021), входящего в состав проекта CMIP6, с акцентом на декадные тренды и возможные климатические риски. Кроме того, представлены комплексные рекомендации по сохранению популяции каспийского тюленя в условиях быстро меняющегося климата и уменьшению ледового покрова.

Сценарное моделирование с применением высокоразрешающей климатической модели показывает, что при удвоении концентрации CO_2 температура поверхности Каспийского моря увеличивается на ~2,5 °C, что сопровождается усилением испарения и снижением уровня моря на ~10 см в год. Особенно уязвима северная часть Каспия, значительную часть которой составляет казахстанская акватория, где потепление достигает максимальных значений (8-е Национальное сообщение …, 2022). В этой же работе рассматривается и обратный эффект – влияние вариаций акватории Каспийского моря на климат региона. Расширение водной поверхности приводит к усилению испарения, формируя отрицательную обратную связь, ускоряющую усыхание. При этом на макроклиматическом уровне фиксируются ослабление зимнего сибирского антициклона и аномальное потепление в Восточной Евразии. Исследования, выполненные на основе данных наблюдений, фиксируют рост температуры воздуха на 1 °C за последние 30 лет, усиление ветрового режима и сокращение ледового покрова. Эти изменения уже оказывают влияние на каспийскую экосистему, включая каспийского тюленя (Лобанов, Наурозбаева, 2021a). Значимая в прошлом связь уровня Каспийского моря с количеством осадков, особенно весной, постепенно ослабевает: в последние два десятилетия она становится менее определяющей из-за усиления испарения и снижения снежного покрова (Баймуканов и др., 2020; Lahijani et al., 2023).

Мониторинг на туркменском побережье выявляет усиление экстремальных погодных явлений, рост температуры и солёности, что указывает на быстрое изменение климата прибрежной зоны и необходимость локальных адаптационных стратегий (Molavi-Arabshahi et al., 2016; Mukhamedov, 2022; Hoseini et al., 2025). Современное моделирование на базе CMIP6 подтверждает, что при высоком сценарии выбросов уровень

Каспийского моря может снизиться до 4,4 м к концу XXI в. Это подчеркивает необходимость включения сценариев изменения площади Каспия в региональное планирование (Холопцев, Наурозбаева, 2024). Падение уровня моря сказывается на зоне формирования ледового покрова, а именно лёд будет образовываться уже в более глубоководной части, которая в свою очередь более солёная, чем в мелководной северной части. Кроме того, толщины льда не будут столь большими. Частая повторяемость экстремальных явлений, сгонно-нагонных явлений могут провоцировать разрушение ледового покрова и появление крупно- и мелкобитого льда, дрейфа льда, что также неблагоприятно для самок с детенышами.

Исходная информация и метод исследования. Для оценки возможных изменений толщины льда использовались данные климатической модели BCC-CSM2-MR, а также фактические наблюденные значения температуры воздуха за период 1961–2023 гг. и толщины льда на станциях Северного и Среднего Каспия за аналогичный период.

Для формирования качественной базы данных проведены статистические расчёты и критические проверки на однородность данных, которые приняты в климатической практике. При оценке однородности эмпирических рядов метеорологических параметров использованы критерии Стьюдента, Фишера, Калмыкова-Граббса. В соответствии с принятой в настоящее время международной практикой при проверке однородности метеорологических рядов наблюдений наиболее целесообразным признано использовать комбинированный статистический подход для оценки однородности рядов (Закс, 1976). Существенность вклада трендовой составляющей в общую дисперсию временного ряда температуры воздуха оценивалась с помощью коэффициента детерминации (D). Тренд считался значимым, если коэффициент детерминации превышал 5%. Для оценки будущих значений метеорологических параметров были использованы климатические модели, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), взятые из базы данных Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) (Eyring et al., 2016; IPCC, 2021).

Общее количество моделей, которые используются в CMIP6, более 30. Для исследуемой территории были отобраны наиболее подходящие, которые отличаются высокой детализацией и отражают и улавливают региональные климатические условия страны. Одной из таких моделей является модель Китайского метеорологического агентства BCC-CSM1-2 с разрешением 100 км (1.1°×1.1°), основанной на глобальной модели циркуляции атмосферы и океана, включающая данные спутниковых наблюдений, атмосферного давления, осадков и парниковых газов (Eyring et al., 2016; Huang et al., 2021; Naurozbayeva et al., 2025).

В ходе обработки данных выявлены систематические погрешности модели при сравнениях с фактическими наблюденными данными по температуре воздуха, которые связаны с недоучетом азональных факторов. Вполне естественно, что эти погрешности будут проявляться и в сценарных оценках. Поэтому необходимо корректировать сценарные средние температуры воздуха и вводить как систематическую, так и градиентную поправки, как было предложено и реализовано в некоторых работах (Лобанов, Наурозбаева, 2021б).

Градиентная поправка основывается на расчёте среднего градиента между тремя сценарными нормами и сопоставлении его с градиентом норм последнего периода наблюдений и первого сценарного периода.

Средний сценарный градиент норм температуры (dT) вычисляется по формуле:

$$dT = (Тн3-Тн1)/2, \quad (1)$$

где Тн1, Тн3 – нормы температур за периоды 2021–2040 гг., и 2081–2100 гг., а градиент между наблюденными и сценарными нормами (dT’) рассчитывался как:

$$dT' = (Тн1-Тн0), \quad (2)$$

где Тн0 – нормы температур за последний наблюденный период 1991–2020 гг.

Если dT'-dT>1 °С, то сценарные нормы уменьшались на эту разность, а если Тн1-Тн0<0, т.е. сценарные нормы были меньше наблюденных, то градиентная поправка рассчитывалась как Тн0-Тн1+dT и, соответственно, на неё сценарные нормы увеличивались.

Отрицательные температуры воздуха, согласно результатам модели, были суммированы и по эмпирической зависимости между суммами отрицательных температур и толщиной льда было получено распределение толщины на перспективу (Лобанов, Наурозбаева, 2021а,б).

Такой междисциплинарный подход, при котором данные из одной области (климатическое моделирование) подтверждаются или корректируются данными из другой (гидрологические наблюдения или спутниковая съёмка), минимизирует неопределённости, присущие каждому отдельному методу. Это позволяет получить более полную и точную картину сложных процессов, таких как изменения климата и их влияние на Каспийское море, что является критически важным для формирования обоснованных рекомендаций и управленческих решений.

Результаты исследования. Современные климатические изменения, проявляющиеся в ускоренном таянии льда и сокращении периода устойчивого ледового покрова, требуют пристального внимания. Особенно это актуально в связи с тем, что каспийский тюлень размножается и отдыхает на ледяных полях. Поэтому прогнозирование изменений термического и ледового режимов имеет стратегическое значение для будущего региона и для местообитания животных. Формирование и развитие ледяного покрова напрямую связаны с температурными условиями осени и зимы. В условиях глобального потепления происходят значительные сдвиги в сезонности, продолжительности и интенсивности морозных периодов, что требует научного анализа и точного прогноза (Giralt et al., 2003; Островская и др., 2023; Court et al., 2025).

Оценка изменения термического режима северной акватории Каспийского моря проводилась на основе данных станций и постов Казахстана и России за продолжительный период наблюдений. Выполнен статистический анализ средней месячной, сезонной и годовой температуры воздуха и её распределения над акваторией моря за два тридцатилетних периода: 1961–1990 гг., 1991–2020 гг.

Оценку изменения температуры воздуха проводили следующими методами: (1) путем сравнения средних многолетних значений за два последовательных периода 1961–1990 гг. и 1991–2020 гг.; (2) путем оценки статистической значимости разницы в значениях средних температур за два периода (1991–2020 гг. относительно 1961–1990 гг.) с использованием t-критерия Стьюдента при уровне значимости α=0,05. Существенность вклада трендовой составляющей в общую дисперсию временного ряда температуры воздуха оценивали с помощью коэффициента детерминации (D): если коэффициент детерминации был более 5%, тренд принимали как значимый (Закс, 1976).

В табл. 1 представлены коэффициенты линейного тренда, характеризующие среднюю скорость изменения температуры воздуха по месяцам за период 1991–2020 гг., и её статистическая значимость, рассчитанная по f-критерию Фишера.

В зимний период тренды температуры воздуха положительны, статистически значимые значения отмечаются в западной части средней акватории моря и составляют 0,55–0,80 ºС/10 лет. Наибольшая скорость роста температуры воздуха отмечается в весеннее-летний период и составляет 0,36–1,04 ºС/10 лет и также является статистически значимой. Интенсивное повышение температуры за весенний и летний периоды в 1991–2020 гг. отмечается в северной части Каспийского моря (МС Атырау 1,03 ºС/10 лет). Для

Таблица 1. Коэффициент линейного тренда (°С/10 лет) температуры воздуха по станциям на северной акватории Каспийского моря за период 1991–2020 гг.

Станция	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Северо-восточная часть												
Атырау	-0,11	0,74	**1,48**	0,19	**1,42**	**0,98**	**1,08**	**1,06**	**0,8**	0,15	0,52	0,68
Пешной	-0,32	0,52	**1,37**	0,07	**1,02**	0,41	0,44	0,28	0,05	-0,59	0,02	0,39
Кулалы остров	-0,37	0,39	**1,01**	0	**1,07**	**0,9**	**0,62**	0,43	**0,6**	0,1	0,34	0,28
Северо-западная часть												
Астрахань	-0,11	0,66	**1,01**	0,2	**1,17**	**1,02**	**0,87**	**0,91**	**0,73**	0,17	0,48	0,86
Лагань	-0,01	0,71	**0,98**	0,04	**0,9**	**0,87**	**0,66**	**0,64**	0,49	0,03	0,45	0,97
Тюлений	0,17	0,7	**0,67**	0,1	**0,9**	**0,83**	**0,58**	0,36	**0,65**	-0,01	0,25	0,87

Статистически значимые значения линейного тренда выделены жирным шрифтом.

теплого периода года (с мая по сентябрь) характерно усиление тенденции к повышению температуры воздуха в последнее тридцатилетие. Осенью наблюдается как отрицательный, так и положительный тренд.

Хотя общий тренд потепления очевиден, представленные данные указывают на его неравномерность. Существуют региональные различия (например, между северо-восточной и северо-западной частями, а также между Северным, Средним и Южным Каспием) и сезонные особенности. Например, в то время как среднегодовая температура поверхности моря увеличилась по всему Каспию, в Северном Каспии зимой наблюдался значительный отрицательный тренд температуры его поверхности. Это может указывать на усиление температурных контрастов, что способно оказать крайне негативное влияние на сроки размножения тюленей. Это подчеркивает необходимость более детального регионального и сезонного анализа для разработки точных стратегий сохранения вида.

Временной ход толщины льда представлен на рис. 1. Максимальная толщина льда наблюдалась в 1953 г.: на посту Пешной она составляла 107 см, а на о. Кулалы 73 см. Даже в западной части акватории толщина льда достигла 45 см. Минимальная толщина льда на посту Пешной наблюдалась в 2019 г. – она составила 10 см, на станции о. Кулалы минимальная толщина льда наблюдалась в 1990, 1996, 1998 и 2003 гг. – она составила 1 см. Можно заметить, что начиная с 1990-х гг. толщина льда на рассматриваемых станциях становится заметно меньше, чем была ранее. Это связано с изменением климата в сторону потепления. Средняя температура воздуха претерпевает изменения в последние десятилетия, а сумма отрицательных температур воздуха, как основного фактора формирования ледового покрова, становится меньше.

Согласно климатическому сценарию, в будущем будет наблюдаться дальнейший рост температуры воздуха и, соответственно, сумма отрицательных температур будет меньше, что имеет непосредственное воздействие на формирование ледового покрова. Таким образом, толщина льда в будущем будет значительно меньше в сравнении с современным периодом (Syrlybekkyzy et al., 2014; Водный баланс …, 2016).

Проведенное моделирование (Лобанов, Наурозбаева, 2021а) показало устойчивую тенденцию к снижению средней максимальной толщины ледяного покрова в зимний период. В 2020-х гг. средняя толщина составляла порядка 62 см, в 2030-х гг. – 53–56 см, в

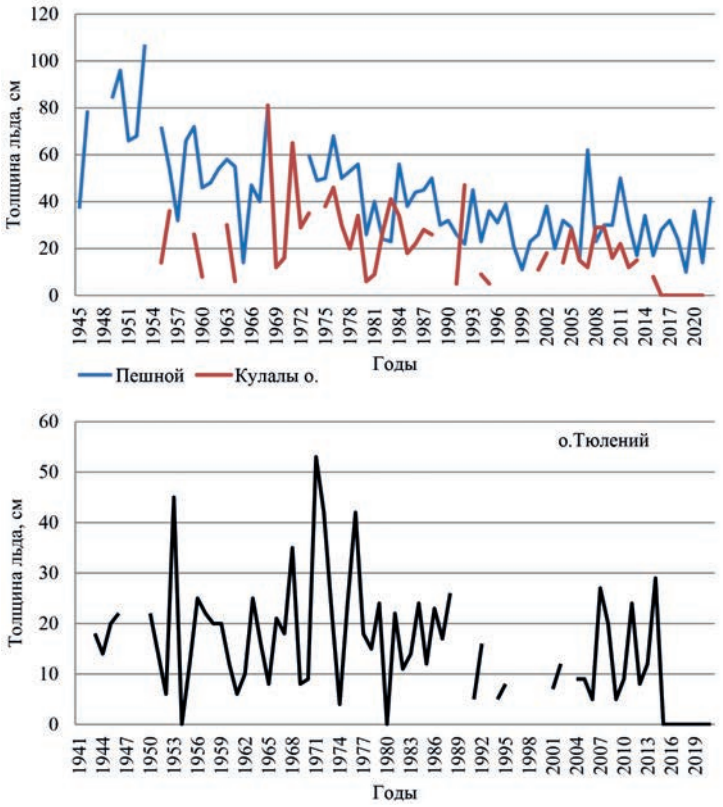


Рис. 1. Толщина льда на станциях Пешной, о. Кулалы и о. Тюлений.

2050-х гг. – около 45 см, а в 2060-х гг. достигнет минимума в 37 см. К 2090-м гг. предполагается стабилизация толщины ледяного покрова около отметки 43 см.

На примере поста Пешной показано ретроспективное и прогнозное декадное снижение толщины льда (рис. 2), которое свидетельствует о прогрессирующем потеплении и сокращении продолжительности ледового периода.

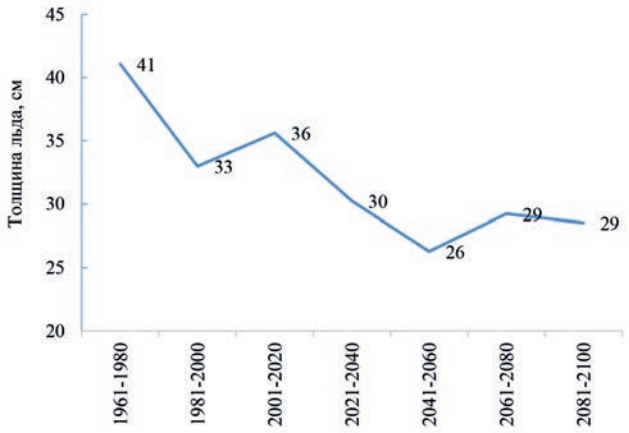


Рис. 2. Ретроспектива и прогноз средней максимальной толщины льда на посту Пешной.

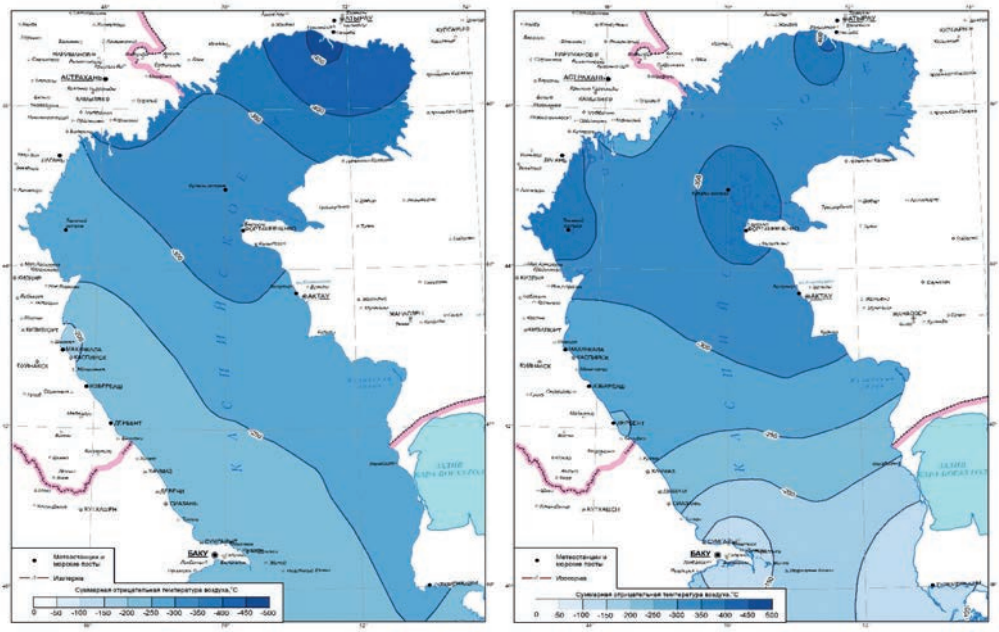


Рис. 3. Ожидаемые суммы отрицательных температур над Каспийским морем по сценариям SSP2-4.5 до конца столетия: 2021–2040 гг. (слева), 2081–2100 гг. (справа).

На рис. 3 представлены ожидаемые значения сумм отрицательных температур воздуха за периоды 2021–2040 гг. и 2081–2100 гг.

Анализ по сценарию SSP2-4.5 (рис. 3) указывает на последовательное сокращение площади с устойчиво отрицательными температурами, особенно в северной и северо-восточной части Каспийского моря. В период 2021–2040 гг. холодный климат сохраняет своё влияние на северные районы акватории, однако уже к середине века ожидается заметное ослабление температур. К концу века отрицательные температуры становятся крайне редкими, только в прибрежной зоне, что свидетельствует о существенном ослаблении зимнего температурного минимума.

В условиях сценария с высокими выбросами парниковых газов и отсутствием целенаправленных климатических мер прогнозируется ускоренное и более выраженное снижение сумм отрицательных температур воздуха. Уже в ближайшие два десятилетия предполагается значительное сокращение площади распространения отрицательных температур, особенно в северо-западной части моря. В последующие периоды снижение будет усиливаться и к 2081–2100 гг. практически вся акватория Каспия оказывается в зоне с отсутствием устойчивых отрицательных температур.

Сумма отрицательных температур в нашей модели уменьшилась с разной интенсивностью, в среднем до -200 °С. Повторяемость мягких и умеренных зим, согласно принятой типизации зим, увеличивается. Период ледостава уменьшился в обоих секторах Каспийского моря: в Северном Каспии в среднем на 18 дней (Пешной), в Среднем – на 27 дней (о. Кулалы). Следует отметить, что в Среднем Каспии увеличилась повторяемость количества зим с отсутствием устойчивого льда с 28% до 48% от общего числа зим. Уменьшение периода ледостава обусловлено тем, что дата начала ледостава стала позже на 13 дней для Пешного и на 5 дней для о. Кулалы, а дата окончания наступает раньше на 6 дней для Пешного и на 22 дня для о. Кулалы. Дата появления первых ледовых явле-

ний в Пешном стала позже в среднем на 4 дня, а на о. Кулалы – на 24 дня, и тем самым переходит на январь следующего года. Что касается дат фиксирования максимальной толщины льда, то на станции Пешной они сместились на 13 дней к началу года, а на о. Кулалы не изменилась.

Влияние на популяцию каспийского тюленя и экосистему. Каспийский тюлень является видом, размножение и отдых которого критически зависят от ледяных полей Северного Каспия. Распределение и плотность популяции тюленей на льду неоднородны и зависят от сформированного ледового покрова, глубины воды (не менее 2 м), типа льда и доступа к воде (трещины или заводи на льду). Тюленей также можно встретить на дрейфующих льдинах, которые могут перемещаться под действием ветра, унося тюленей и щенков в любом направлении.

Исторически численность популяции каспийского тюленя сократилась на 90% за прошедшее столетие: с 1.2 млн. особей в начале XX в. до 75 000–270 000 особей в настоящее время. С 2000 г. резко возросла смертность, ежегодно умирают сотни или даже тысячи особей. Текущее снижение популяции составляет 3–4% в год. В 2005 г. количество щенков составляло приблизительно 21 тыс. особей, а общая численность популяции – больше 100 тыс. особей. В период между 2005–2006 гг. и 2007–2008 гг. наблюдался дальнейший спад численности щенков (60%) и популяции взрослых особей (30%) на поверхности льда. Рождаемость каспийского тюленя в 2009–2010 гг. оценивалась в 15 и 7 тыс. щенков соответственно. Однако анализ данных за 2012, 2020, 2021 и 2022 гг. показал некоторое увеличение численности воспроизводства щенков в 2022 г. на 25,7% в сравнении с данными 2012 г. и на 7,5% в сравнении с данными 2021 г. Расчетная общая численность тюленей на ледовом поле в 2021 г., с учетом нижней границы приплода, составила 302,016 тыс. особей, зимой 2022 г. – 311,381 тыс. особей тюленя. Несмотря на эти краткосрочные колебания, каспийский тюлень был внесен в Красный список МСОП как вымирающий вид в 2008 г. (Баймуканов и др., 2020; Baimukanov, 2017, 2022).

Изменение климата оказывает существенное влияние на тюленей. Сокращение акватории и изменение режима ледовой обстановки приводят к сокращению мест размножения и линьки, отрицательно сказываясь на выживаемости потомства. Продолжающаяся регрессия Каспийского моря привела к тому, что места весенне-осенних залежек тюленей в Комсомольском заливе утрачены и звери переместились к северо-востоку на вновь образующиеся Ремонтные шалыги и мелкие Новые острова Дурнева. Прогнозируемое падение уровня моря на 5 м может привести к потере до 81% ледовых мест размножения тюленей, а при дальнейшем падении – к их полному исчезновению. Тонкий лед и раннее таяние делают ледовые поля ненадежными, вынуждая самок тюленя и их детёнышей перемещаться в более рискованные места и подвергая уязвимых бельков смертельному переохлаждению, если их шерсть намокнет (Бухарицин и др., 2014; Baimukanov et al., 2017b; Editorial Office, 2024).

Таким образом, исследование подтверждает устойчивую тенденцию к значительному потеплению в Каспийском регионе, проявляющуюся в статистически значимых положительных трендах температуры воздуха по всей акватории моря, достигающих 0,55–1,04 °C/10 лет. Это потепление напрямую ведет к сокращению ледового покрова Северного Каспия: прогнозируется снижение средней максимальной толщины льда до 30% к концу XXI в., достигая минимума в 37 см к 2060-м гг. Падение уровня Каспийского моря, обусловленное в первую очередь усилением испарения из-за повышения температуры и сокращением речного стока из-за антропогенного воздействия, является критическим. Прогнозируемое снижение уровня моря на 9–21 м к концу столетия приведет к высыханию огромных территорий – до 112 000 км^2. Каспийский тюлень находится под экзистенциальной угрозой из-за потери до 81% ледовых мест размножения.

Литература

8-е Национальное сообщение и 5-й двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана. 2022. 349 с.

Агаев А.А., Мусаев Е.А., 2005. Ледовая обстановка на Каспийском море. М.: Наука. 234 с.

Баймуканов М.Т., Баймуханова А.М., Баймуканов Т.Т., Исбеков К.Б., Дауенев Е.С., Рыскулов С.Е., 2020. Результаты подсчета численности каспийских тюленей (*Pusa caspica*) на островных отложениях в казахской зоне Каспийского моря в 2015–2018 годах // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных работ. Т. 2. М. С. 48–59.

Бухарицин П.И., Болдырев Б.Ю., Новиков В.И., 2014. Комплексная система гидрометеорологического обеспечения безопасности судоходства, портов и транспортных комплексов на Каспийском море. Астрахань. 319 с.

Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогнозирование. Е.С. Нестеров (ред.). М.: ООО «Триада». 2016. 378 с.

Гидрометеорологические условия Каспийского моря. Государственный гидрологический институт. Вып. 3. Санкт-Петербург: ГГИ. 2010. 178 с.

Закс Л., 1976. Статистическое оценивание. М.: Статистика. 598 с.

Казаков Ю.А., Петренко И.В., 2012. Морской лед Каспийского моря: структура, динамика и влияние на экосистему // Вестник Российской академии наук. № 4. С. 48–57.

Лобанов В.А., Наурозбаева Ж.К., 2021а. Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия. Монография. СПб.: РГГМУ. 140 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f9fc95690a374fa38903ed7cdd3be28b.pdf

Лобанов В.А., Наурозбаева Ж.К., 2021б. О возможных изменениях толщины морского льда в Каспийском море в текущем столетии // Гидрометеорология и экология. № 62. С. 75–95. doi: 10.33933/2074-2762-2021-62-75-95

Островская Е.В., Гаврилова Е.В., Гонтовая И.В., Татарников В.О., Очеретный М.А., 2023. Гидрометеорологические показатели состояния российского сектора Каспийского моря в условиях изменения климата // Известия РАН. Серия географическая. Т. 87. № 6. С. 914–929. DOI: 10.31857/S2587556623060109

Холопцев А.В., Наурозбаева Ж.К., 2024. Связи межгодовых вариаций среднемесячных уровней Каспия, сумм атмосферных осадкой в его бассейне и их изменения при современном потеплении климата География и водные ресурсы. № 3. С. 21–36. https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-3-21-36.23

Baimukanov M., 2017. History of Caspian seal hunting and research // Ecological Courier. No. 1. P. 595.

Baimukanov M.T., 2022. On the impact of climate change and the regression of the Caspian Sea on the distribution and population of the Caspian seal (*Pusa* caspica) // Proceedings of the International Scientific Conference “Climate Change in the Caspian Sea Region”. P. 172–174.

Baimukanov M.T., Isbekov K.B., Asylbekova S.Zh., Zhdanco L.A., Baimukhanova A.M., 2017a. Recommendations on measures to reduce anthropogenic impact on the Caspian seal (*Pusa caspica*) population. Almaty. 17 p.

Baimukanov M.T., Zhdanco L.A., Isbekov K.B., Asylbekova S.Zh., Zharkeno D.K., 2017b. Recommendation on the creation of a specially protected natural area for the conservation of the Caspian seal (*Pusa caspica*). Almaty. 15 p.

Chen J.L., Pekker T., Wilson C.R., Tapley B.D., Kostianoy A.G., Cretaux J.-F., Safarov E.S., 2017. Long-term Caspian Sea level change // Geophys. Res. Lett. V. 44. P. 6993–7001. doi:10.1002/2017GL073958.

Court R., Lattuada M., Shumeyko N., Baimukanov M., *Goodman S.J.*, 2025. Rapid decline of Caspian Sea level threatens ecosystem integrity, biodiversity protection, and human infrastructure // Commun. Earth Environ. V. 6. P. 261.

Editorial Office, E. (2024, February 08). Caspian Seal // In: *Encyclopedia*. https://encyclopedia.pub/entry/54923

Eyring V., Bony S., Meehl G.A., Senior C.A., Stevens B., Stouffer R.J., Taylor K.E., 2016. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization // Geosci. Model Dev. V. 9. P. 1937–1958. doi:10.5194/gmd-9-1937-2016

Giralt S., Julia R., Leroy S., Gasse F., 2003. Cyclic water level oscillations for the KaraBogazGol-Caspian Sea system // Earth and Planetary Science Letters. V. 212. P. 225–239. doi:10.1016/S0012-821X(03)00259-0.

Hoseini S.M., Soltanpour M., Zolfaghari M.R., 2025. Projected changes in Caspian sea level under CMIP6 climate change scenarios: probabilistic and deterministic approaches // Climate Dynamics. V. 63: 44. DOI: 10.1007/s00382-024-07548-w

Huang L., Lee S.S., Timmermann A., 2021. Caspian Sea and Black Sea response to greenhouse warming in a high-resolution global climate model // Geophysical Research Letters. V. 48: e2020GL090270. DOI: 10.1029/2020GL090270

IPCC, 2021. Climate Change 2021. The Physical Science Basis.

Kholoptsev A.V., Naurozbayeva Z.K., 2022. The Northern Caspian levels and its ice regime changing during current climate warming // In: V.I. Karev (ed.). Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 133–146. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-99504-1

Lahijani H., Leroy S.A.G., Arpe K., Crétaux J.-F., 2023. Caspian Sea level changes during instrumental period, its impact and forecast: A review // Earth-Science Reviews. V. 241. doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104428.

Molavi-Arabshahi M., Stone D.A., Allen M.R., Miller R.G., Noori H., Azizi G., 2016. Precipitation and temperature variability in the southwest Caspian Sea region // International Journal of Climatology. V. 36(2). P. 837–855. DOI: 10.1002/joc.4483

Mukhamedov M.G., 2022. Climate research in the Turkmen part of the Caspian Sea // Proceedings of the scientific conference on climate change in the Caspian region. Ashgabat. P. 66–68.

Naurozbayeva Zh.K., Monkaeva G.E., Zhunisova M.A., Rakhmatulla N.E., Erkinova G.A., 2025. Expected changes in air temperature and precipitation according to the BCC-CSM1-2 climate model for the Syr Darya River basin // Geography and Water Resources. No. 1. P. 109–124. https://doi.org/10.55764/2957-9856/2025-1-109-124.11

Ogorodov S.A., Magaeva A.A., Maznev S.V., Yaitskaya N.A., Vernyayev S., Sigitov A., Kadranov Ye., 2020. Ice features of the Northern Caspian under sea level fluctuations and ice coverage variations // Geography, Environment, Sustainability. V. 13(3). P. 129-138. https://doi.org/10.24057/2071-9388-2020-77

Syrlybekkyzy S., Kenzhetayev G., Togasheva A., Tayzhanova L., 2014. 17-year periods of rising and falling water levels in the Kazakhstan section of the Caspian Sea // European Researcher. V. 69 (2-2). P. 401–413.

О флюидодинамике Каспийского моря

Путанс В.А., Либина Н.В., Иванов А.Ю., Ковачёв С.А.

Собранные в ряде экспедиций различных производственных и научных организаций, включая Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), данные высокоточной сейсморазведки позволяют предполагать, что под дном Каспийского моря существуют трубообразные тела. На сейсмических записях эти образования имеют различный размер и глубину проникновения в осадочную толщу, однако общими их признаками являются: (а) округлая или изометричная в плане форма диаметром от десятков до первых сотен метров – последнее является характерным и для многих других акваторий (Kruglyakova et al., 2000; Baraza et al., 1999); (б) трубы пронизывают насквозь осадочный чехол и донные осадки, прослеживаются до глубин более 2000 м и, вероятно, проникают в доюрские слои; (в) могут иметь инверсионное строение слоёв внутри самой трубки: в нижней части – признаки нагнетания или подъёма слоёв, а в верхней – признаки их просадки, которые на дне образуют покмарки (круглые или продолговатые депрессии); (г) на отдельных горизонтах обрамляются малоамплитудными (первые метры) разрывными нарушениями, а также мульдами, которые могут возникать в результате неравномерного уплотнения слоёв осадочного чехла (Бобров, 1968); (д) приурочены к участкам, на которых флюидоупорные глины майкопской серии имеют небольшую мощность, что влияет на изменения фильтрационных свойств. В Восточном Предкавказье и в пределах морского продолжения вала Карпинского такие участки соответствуют очагам разгрузки подземных вод мезозоя (Сергиенко, 1971).

На основе данных о геологическом строении соседних территорий Скифско-Туранской плиты можно предполагать, что в осадочных толщах под дном Каспия присутствуют многочисленные трубообразные тела трёх основных категорий: инъективные дислокации, карстово-гравитационные воронки и конкреционные футляры.

При этом многоканальная производственная сейсморазведка (МОГТ) способна пока только оконтурить трубообразные тела первой и второй категорий. В то же время, с помощью современных методов высокоточной сейсмоакустики (НСП) можно оконтурить районы распространения мелких тел третьей категории, что существенно дополняет знания о палеогеографии и флюидодинамике осадочного чехла. Вместе с тем, для достоверного разделения трубообразных тел по признаку генезиса необходимо комплексирование обычной и высокоточной сейсморазведки с другими методами геофизики (многолучевой эхолот – мультибим, гидролокация бокового обзора) и геохимии (анализы придонной воды и осадков). Вопрос о природе и функционировании трубообразных тел под дном Каспийского моря решается в настоящее время с учетом того, что: (а) флюидодинамика всех структурных этажей Северо-Каспийской группы осадочных нефтегазоносных артезианских бассейнов регулируется режимом новейших и современных тектонических движений, особенностями новейшего магматизма и прогрева недр, а также инфильтрационными свойствами регионального флюидоупора (в данном случае глин майкопской серии); (б) термодинамическое состояние, циркуляция и другие виды движения подземных вод и газов, включая гидроразрывы слоёв, в подмайкопском, надмайкопском и собственно майкопском флюидодинамических этажах взаимосвязаны; (в) флюидоупор определяет интенсивность и глубину карста в карбонатных породах миоцена под дном Каспия.

Гипотеза о подземной гидросфере и уровень Каспийского моря. Гипотеза о «подземной гидросфере», залегающей под котловиной Каспийского моря, высказывалась

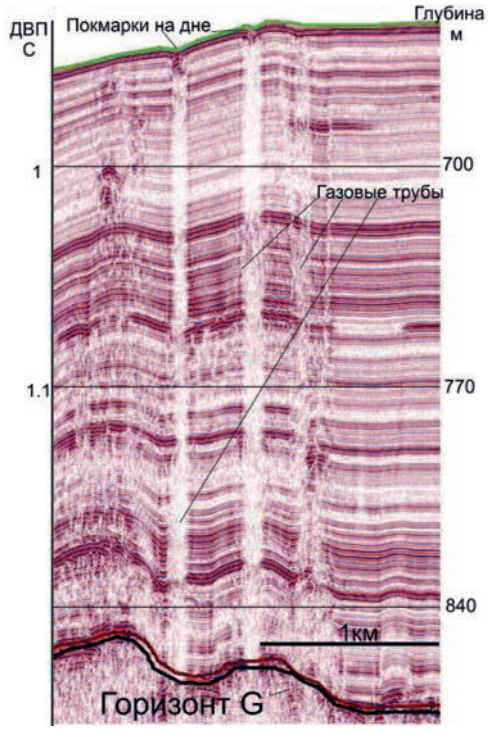


Рис. 1. Фрагмент сейсмоакустического профиля (временной разрез НСП (ДВП − двойное время пробега), материалы ИО РАН; положение дано на рис. 4). Горизонт G (газонасыщенные осадки, зона латеральной миграции) и исходящие из него газовые трубы с уже существующими и потенциальными покмарками на морском дне.

исследователями давно (см., например, Холодов, 1983). В настоящей работе мы основывались на работах Д.А. Лилиенберга (2001), исследованиях (Шило, 1989) и подробных разработках Б.Н. Голубова (1994). Однако только обнаружение вертикальных аномалий («труб») на сейсмических разрезах (рис. 1) и расчет вертикальной миграции, исходя из натурных наблюдений, позволили сделать обоснованное предположениее о механизме переноса флюидов из «подводной гидросферы» в море и обратно (Голубов и др., 2003; Хаустов, 2006; Волож и др., 2019). Схематическая модель этого процесса представлена на рис. 2. Ключевые параметры гипотезы разрабатывал Б.Н. Голубов.

Обозначенный на рис. 1 и 2 горизонт G – зона латеральной миграции флюидов, которые просачиваются из «подземной гидросферы» сквозь осадки и далее прорываются на поверхность по трубам. Горизонт G выделяется на сейсмоакустических разрезах, полученных ИО РАН в 2004–2018 гг. (рис. 1, 3), и ранее интерпретировался как зона диссоциации газовых гидратов (Gerivani et al., 2020). Наблюдаемые на разрезах постседиментационные деформации (резкое увеличение мощности толщи, субвертикальные разломы), а также сейсмоакусти-

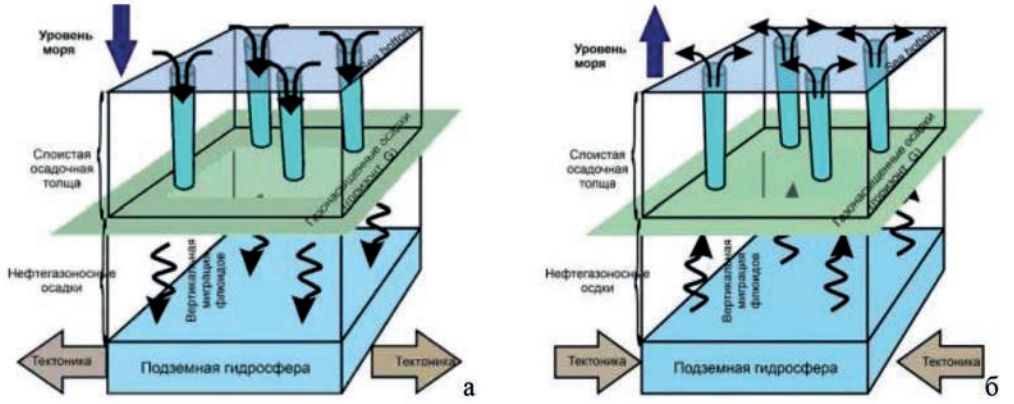


Рис. 2. Геофлюидодинамическая модель. Принципиальный механизм изменения уровня моря: а – понижение уровня моря, б – повышение уровня моря (по: Putans et al., 2023).

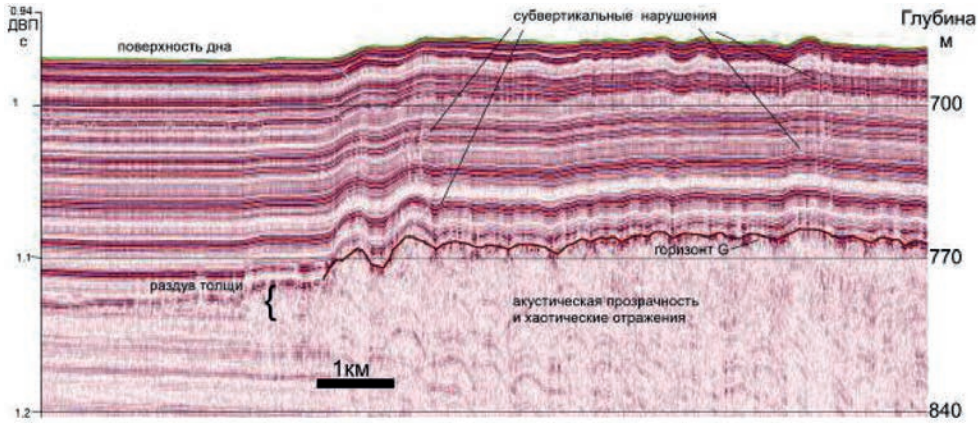


Рис. 3. Сейсмоакустический профиль (временной разрез, ДВП − двойное время пробега) и горизонт G. Данные ИО РАН, положение профиля дано на рис. 4.

ческая волновая картина (резкое увеличение амплитуд отражений на самом горизонте и акустическая прозрачность и хаотичность отражений ниже него), говорят о наличии резкого перепада акустического импеданса, а значит физических свойств (плотности породы и скорости звука в ней). При этом акустическая тень местами имеет разрывы, в которых видна ненарушенная слоистость. Таким образом, подтверждается вывод о существовании ограниченного в пространстве газофлюидонасыщенного слоя, который является «перевалочным пунктом» на пути вертикальной миграции флюидов. Выход нарушений на поверхность морского дна говорит о сравнительно молодом возрасте наблюдаемых деформаций (рис. 3).

Для проверки гипотезы о «гидросфере» и её взаимодействия с толщей вод Каспийского моря посредством труб, ИО РАН в сотрудничестве с Институтом динамики геосфер им. М.А. Садовского, была рассчитана гидрогеодинамическая модель. Модель строилась в двух постановках физических проявлений активности труб:

Трубы-стоки, когда в результате локального тектонического растяжения и, как следствие, перераспределения пластовых давлений вода (флюид) толщи вод Каспия фильтруется вниз по трубам. Так исследовалось возможное влияние газофлюидных труб на уменьшение уровня моря. Модель задавалась при различных коэффициентах фильтрации (10^{-9}, 10^{-6}, 10^{-3} м/с).

Трубы-источники, когда в результате локального тектонического сжатия и, как следствие, перераспределения пластовых давлений, вода (флюид) толщи вод Каспия фильтруется вверх по трубам. Исследовалось возможное влияние газофлюидных труб на увеличение уровня Каспия при различных коэффициентах фильтрации (10^{-9}, 10^{-6}, 10^{-3} м/с).

Поскольку гипотеза подразумевает непосредственную связь активности труб в виде фильтрации через них флюидов с уровнем Каспийского моря (УКМ), расчёты делались для соответствующих временных периодов. Колебания УКМ часто носят аномальный и временами непредсказуемый характер, когда реальная кривая изменений уровня не совпадает с прогнозами (Водный баланс …, 2016). Многолетние аномальные колебания уровня представляют собой главную проблему для стран Каспийского региона, поскольку отличаются большим размахом и имеют большие экономические и экологические последствия. Существует много подходов к исследованию этих многолетних изменений. В большинстве случаев принимается гипотеза о стабильности климата на протяжении последних десятилетий.

Таблица 1. История изменения объема Каспийского моря

Год	Уровень моря, м	Динамика объёма моря	Длительность промежутка, лет	Относительное изменение уровня, м	Приток/отток, $x10^2$ км^3
1840	-25,9	уменьшение	19	-0,7	-2,6
1859	-26,6	увеличение	24	1	3,7
1883	-25,6	уменьшение	47	-0,4	-1,5
1930	-26	резкое уменьшение	11	-1,84	-6,8
1941	-27,84	уменьшение	36	-1,16	-4,3
1977	-29	увеличение	18	2,5	9,25
1995	-26,5	уменьшение	6	-0,67	-2,5
2001	-27,17	увеличение	4	0,47	1,7
2005	-26,7	уменьшение	10	-1,2	-4,4
2015	-27,9				

Для расчётов влияния флюидодинамических труб была взята обобщённая кривая колебаний УКМ (Водный баланс …, 2016) и выделены самые значимые периоды понижения и повышения уровня (табл. 1). Результаты расчётов для всех промежутков времени для разных коэффициентов фильтрации приведены в табл. 2. В случае «трубы – стоки», при минимальном коэффициенте фильтрации ещё следует учитывать нестационарный фильтрационный режим, тогда как для больших коэффициентов фильтрации приток устанавливается достаточно быстро и временем установления можно пренебречь. В случае «трубы – источники» нестационарную фильтрацию следует учитывать только для минимальных значений коэффициента фильтрации.

Из табл. 2 видно, что разброс рассчитанных значений общего объёма прошедшей сквозь трубы (отфильтровавшейся через осадочную толщу) жидкости за рассматриваемый промежуток времени в зависимости от коэффициента фильтрации очень большой, причем реальное изменение объёма Каспия ближе к нижней границе расчётных значений. Это говорит о том, что влиянием газовых труб на изменение объёма Каспийского

Таблица 2. Рассчитанные изменения объёмов Каспийского моря и его уровня

Продолжительность периода, лет	Относительное изменение уровня, м	Приток/отток, $x10^2$ км^3	Модельные расчётные объёмы притока/оттока, км^3		
			$K = 10^{-9}$	$K = 10^{-6}$	$K = 10^{-3}$
19	-0,7	-2,6	1,54E+01	8,35E+03	8,35E+06
24	1	3,7	5,62E+02	3,19E+05	3,19E+08
47	-0,4	-1,5	3,30E+01	2,07E+04	2,07E+07
11	-1,84	-6,8	1,04E+01	4,84E+03	4,84E+06
36	-1,16	-4,3	2,61E+01	1,58E+04	1,58E+07
18	2,5	9,25	4,48E+02	2,39E+05	2,39E+08
6	-0,67	-2,5	7,24E+00	2,64E+03	2,64E+06
4	0,47	1,7	1,82E+02	5,32E+04	5,31E+07
10	-1,2	-4,4	9,76E+00	4,40E+03	4,40E+06

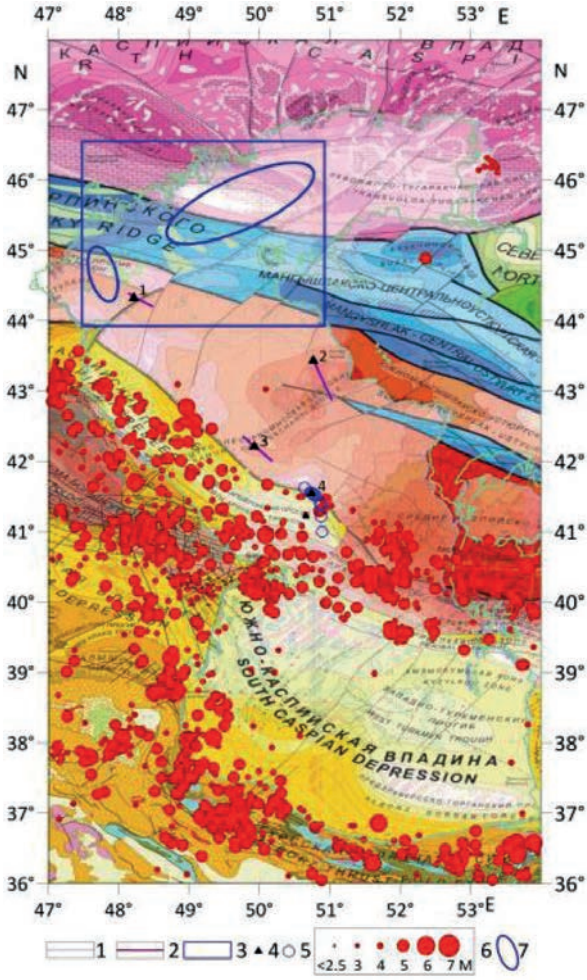


Рис. 4. Распределение эпицентров землетрясений, активных разломных зон и выявленных флюидодинамических труб (по: Голубов, личн. сообщения и архив; Putans et al., 2023) на тектонической карте Каспийского моря (Международная тектоническая карта …, 2003), некоторые разломы по данным НСП (ИО РАН) и Active Faults of Eurasia Database (AFEAD, 2024). Цифрами обозначены: 1 − береговая линия, 2 − профили НСП, 3 − контур площадки многочисленного газовыделения (рис. 5), точки пересечения профилями НСП разломов, представленных на рис. 1 (точка 4), рис. 3 (точка 3), рис. 7 (точка 2) и рис. 8 (точка 1), 4 − трубы флюидодинамики, обнаруженные методом НСП, 5 − распределение землетрясений (USGS), 6 − области газовыделения (рис. 5).

моря пренебрегать нельзя и позволяет говорить о необходимости внесения поправок за флюидодинамику в уравнение водного баланса Каспия.

Современная геофлюидодинамика Каспийского моря и землетрясения. В тектоническом отношении Каспийский регион представляет собой гетерогенную структуру весьма сложного глубинного строения, где происходит сочленение разновозрастных структур: Восточно-Европейской докембрийской платформы, Скифской и Туранской эпипалеозойских плит на севере и альпийских складчатых сооружений на юге (Уломов и др., 1999), рис. 4, 5. Изучая вопрос с точки зрения изменения УКМ как признака тектонической активности региона, можно увидеть, что по данным Лилиенберга (2001)

вклад только вертикальных тектонических движений оценивается в 10-20%, а вклад горизонтальных движений – еще больше, так как скорость горизонтальных движений существенно превышает скорость вертикальных движений.

Согласно этой гипотезе, в 1978 г. произошла смена знака движения земной коры, что совпало с радикальными изменениями УКМ. В рамках этой же гипотезы этапам трансгрессий (с некоторым опережением их во времени) обычно соответствовали периоды регионального сжатия, интенсивного складкообразования, сокращения пространства, перестройка морфологии и объёма Каспийской впадины в целом и котловин Каспийского моря. Соответственно, регрессионные фазы связаны с эпохами локального растяжения земной коры. Активизация грязевого вулканизма и сейсмичности приходятся на фазы растяжения и понижения УКМ. Резкие скачки высвобождения сейсмической энергии сопровождаются импульсными фазами снижения или подъёма уровня моря, а сильные землетрясения – значительными невязками водного баланса.

Поскольку предствленная выше геофлюидодинамическая модель предполагает, что флюиды мигрируют по вертикальным каналам (трубам) в результате воздействия локальных тектонических событий, нами было проведено исследование возможной связи современной флюидодинамики и проявлений тектоники в виде землетрясений. Основной метод – корреляция распределения газовых «труб» в Среднем Каспии (разрезы ИО РАН, полученные методом НСП в 2012–2013 гг.) и современных землетрясений с 2017 по 2020 гг. Использовались сейсмические каталоги Американской геологической службы (USGS) и Базы данных «Землетрясения России», каталог которой включает данные о слабых сейсмических событиях (магнитуда менее 4). Распределение очагов показано на рис. 4, выходы труб на Северном Каспии подробно картированы на рис. 5 (Голубов, личн. сообщения и архив). Именно группирование слабых землетрясений может выявлять зоны межблоковой тектонической разгрузки, трещиноватости и разуплотнения пород, что существенно влияет на изменение флю-

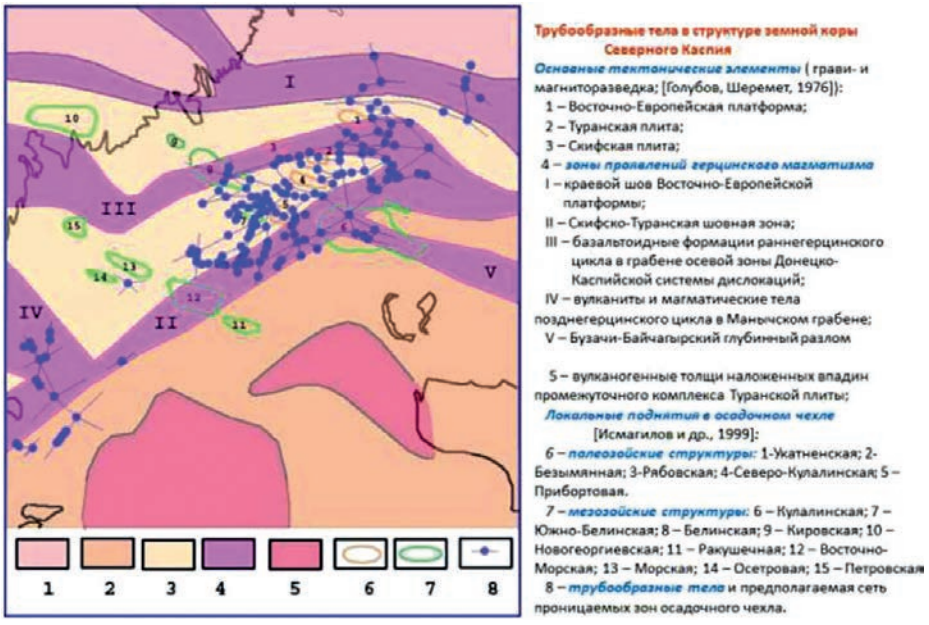


Рис. 5. Тектоника северной части Каспийского моря и район распространения флюидодинамических труб (по: Голубов, личн. сообщения и архив).

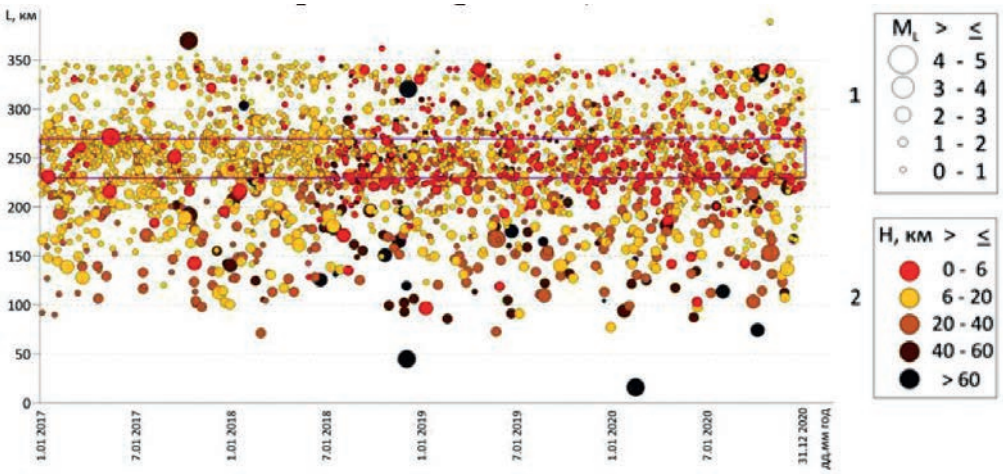


Рис. 6. График пространственно-временной динамики сейсмичности за 2017–2020 гг. L – расстояние от середины зоны распространения труб до эпицентров землетрясений, дд.мм год – дата землетрясения; 1 – шкала магнитуд M_L, 2 – шкала глубин землетрясений; сиреневый прямоугольник – область наибольшей сейсмической активности.

идодинамики. Также исследовалось наличие современных разломов или деформаций в тонкой структуре осадочной толщи.

Ранее нами (Путанс, Либина, 2024) была представлена гипотеза о взаимосвязи тектонических событий (землетрясений) и изменения уровня Каспийского моря. Так, на расстоянии 230–270 км от условного центра расположения зоны «труб» (роя) выделяется зона максимальной концентрации очагов слабых землетрясений (рис. 6). Характерно, что эти землетрясения происходят как на суше (Кавказский хребет), так и в море, в районе «перегиба» Мангышлагского порога и бровки шельфа Северного Каспия, хотя обычно эпицентры землетрясений в акватории Каспийского моря в основном концентрируются вдоль Апшеронского порога и западного склона Дербентской котловины – наиболее активных разломных зон (рис. 7). При этом неподалеку от бровки Мангышлакского порога наблюдаются зоны разломов, в том числе доходящих до морского дна, по которым происходит высачивание флюидов (рис. 7, 8).

В западной части перегиба Мангышлакского порога, по данным предыдущих исследований (Глумов и др., 2004; Голубов, личн. сообщения и архив), наблюдается зона раз-

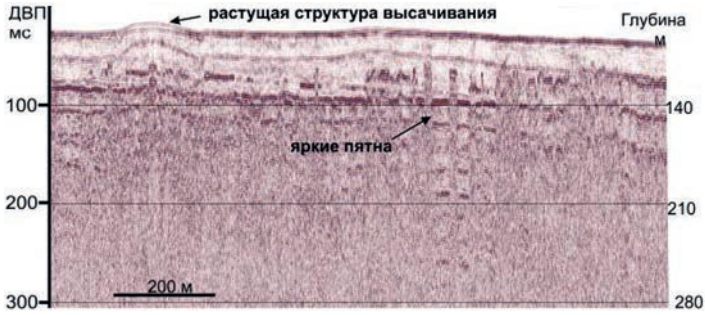


Рис. 7. Сейсмоакустический профиль, западная часть Каспийского моря. Подповерхностные газонасыщенные осадки в виде акустических аномалий «яркое пятно; положение профиля дано на рис. 4.

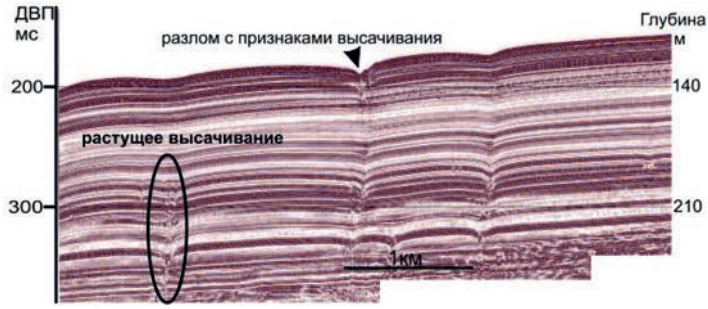


Рис. 8. Сейсмоакустический профиль, восточная часть Каспийского моря, структуры высачивания; положение профиля дано на рис. 4.

грузки элизионных подземных вод. При этом зона сильных землетрясений приурочена к разломам и разрывным нарушениям, выходящим на морское дно. С 2018 г. наблюдается смена глубины очагов землетрясений: возросла доля мелкофокусных (от 0 до 6 км), а также глубокофокусных (более 40 км), но более мощных землетрясений, некоторые из которых фиксируются в непосредственной близости от труб (см. рис. 5, 6). Поскольку и зона разгрузки, и разломы/трещиноватость являются проницаемыми зонами, такое распределение очагов землетрясений хорошо согласуется с одним из постулатов гипотезы и параметрами модели: «локальные тектонические события приводят к смене флюидодинамического режима».

В настоящее время с 2018 г. происходит резкое падение уровня Каспия, которое лишь частично объясняется климатическими факторами. По рассчитанной модели период уменьшения уровня соответствует периоду «трубы-стоки», когда перераспределение пластовых давлений приводит к просачиванию воды и флюидов вниз по разрезу. На первый взгляд, это также согласуется и с ростом числа землетрясений, и с резкой сменой глубинности очагов и магнитуды самих событий (рис. 6), что может непосредственно влиять на уровень моря (см. выше).

Тем не менее, для проверки гипотезы о зависимости уровня Каспия от региональной сейсмичности из базы данных геологической службы США (USGS…, 2024) была извлечена информация о землетрясениях Каспийского региона и примыкающих частей суши за период наблюдений с 1900 по 2025 г. Минимальный магнитудный порог землетрясений составил M_L=3, диапазон глубин очагов – 0–45 км. Вычислялась энергия каждого сейсмического события, а также параметры сдвиговых деформаций (Ковачёв и др., в печати). По итогам проверки был сделан вывод, что полученные в результате расчетов параметры сейсмодислокаций в слое осадков (1 мм) не являются значимыми, т.е. землетрясения с магнитудами M=4.5 и менее не могут повлиять на состояние газовых труб в осадках Каспийского моря в смысле увеличения и уменьшения их проницаемости для газо-водообмена. Согласно документу ГОСТР 57546-2017 при таких сейсмических воздействиях небольшие трещины появляются только в рыхлых грунтах. В то же время, оно достаточно для высачивания.

В нефтегазоносных осадочных бассейнах высачивания проявляют себя в виде выбросов подземных вод (гидровулканов), нефтей, газов, разжиженных глин (грязевых вулканов и глиняных диапиров), внедрения классических даек, жил веществ в растворенном состоянии и т.д. Наиболее благоприятными природными факторами активизации высачиваний являются крупные активные разломы, а также дефектные ловушки и флюидоупоры, неспособные постоянно удерживать нефть, газ и пластовые воды от внедрения в

вышележащие горизонты и, как следствие, от формирования вторичных залежей углеводородов или их выбросов на дно моря.

Чтобы выяснить природу появления высачиваний в северной части Каспийского моря нами было выполнено сопоставление моментов их появления с региональной сейсмической активностью. Для этого из каталога Геологической службы США (USGS, 2023) были выбраны землетрясения, которые произошли в радиусе 1500 км от Северного Каспия за период 2011–2015 гг. По результатам расчётов (Ковачёв и др., в печати) стало видно, что моменты появления высачиваний не совпадают с моментами роста региональной сейсмической активности и не предваряются периодами сейсмического затишья.

Для попытки объяснения природы высачиваний было выполнено сопоставление моментов их появления с временами возникновения сильнейших землетрясений на Земном шаре. Данные о землетрясениях с магнитудой M≥7.5 за период наблюдений с января 2011 г. по март 2016 г. были взяты с сайта Геологической службы США (USGS, 2023). Магнитуда землетрясения была пересчитана в сейсмическую энергию и построен график, который сопоставляли с колебаниями уровня Каспийского моря. Оказалось, что моменты появления высачиваний на Северном Каспии предваряются сильнейшими землетрясениями, происходящими на Земном шаре: в начале 2011 г. высачивания наблюдались после катастрофического землетрясения в Тихом океане (Тохоку Оку, M=9), в 2012 г. перед появлением высачиваний произошло сильнейшее землетрясение в Индийском океане в районе Северной Суматры (M=8.6), в 2013, 2014 и 2015 гг. до появления высачиваний произошли землетрясения у Соломоновых островов (M=8, Тихий океан), в Чили (M=8.2) и Непале (M=7.9) соответственно.

Таким образом, гипотеза о подземной гидросфере и её взаимодействии с водным слоем Каспия претерпела следующие изменения: предполагается, что при всех сильных землетрясениях на Земном шаре (8 и более баллов) интенсивные поверхностные волны и собственные колебания Земли вызывают колебания резервуаров, давление в резервуарах увеличивается и, как следствие, происходит «вышибание пробок» (эффект шампанского). Из осадочного чехла начинается миграция газа, который замещается поверхностной водой (в отличие от нефтегазовых высачиваний, за которыми можно следить со спутников, высачивания чистого газа дистанционно обнаружить сложно), уровень Каспия падает. Затем при отсутствии воздействий каналы закупориваются и уровень моря растёт.

В заключение, однако, необходимо отметить, что это направление работы является только первым этапом изучения связи колебаний уровня Каспийского моря с глобальными сейсмическими и тектоническими процессами. Необходимо продолжение исследований с привлечением более подробных данных по уровню моря и мониторинга деформаций и наклонов морского дна.

Флюидодинамическая активность из космоса. В 2009–2019 гг. проходил мониторинг северной части Каспийского моря, который был нацелен на поиск источников нефтяных загрязнений и в рамках которого были обнаружены мелкие естественные нефтепроявления. Хорошо известно, что нефть, нефтепродукты и их фракции создают на поверхности моря области выглаживания мелкомасштабного ветрового волнения (волн ряби), которые благодаря этому отображаются на радиолокационных изображениях (РЛИ) в виде темных пятен. Векторизованные и собранные в специальном веб-ГИС проекте эти пятна стали основой карты (рис. 9), анализ которой показал приуроченность совокупности наблюдаемых из космоса пятен нефти на Северном и Среднем Каспии к морскому продолжению системы дислокаций Горного Мангышлака. Эта система осложняет строение молодой Скифско-Туранской плиты и разделяет две группы осадочных нефтегазоносных бассейнов: Северо-Каспийскую и Средне-Каспийскую, именуемую

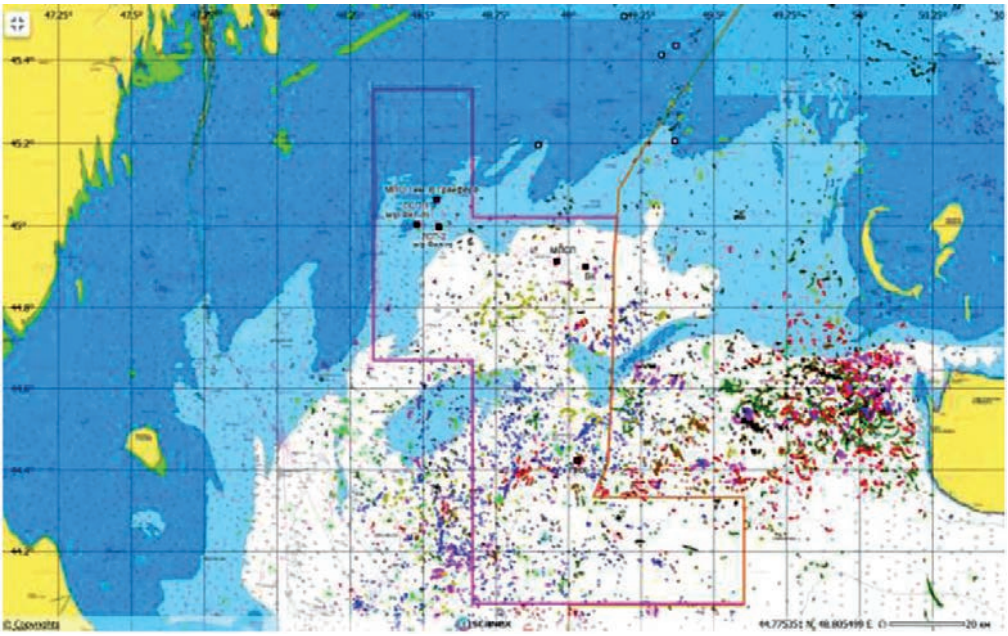


Рис. 9. Сводная карта естественных микронефтепроявлений, обнаруженных в Северном и Среднем Каспии в 2011–2018 гг. в ходе спутникового радиолокационного мониторинга (по: Иванов и др., 2014) (показан лицензионный участок ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть» и его нефтегазовые объекты); светло-коричневая линия – морская граница российского сектора моря; положение карты дано на рис. 10.

также Центрально-Мангышлакской системой поднятий. Она охватывает пространство восточной части Мангышлакского порога, который протягивается в виде мелководья с глубинами до 10 м от п-ова Тюб-Караган к банке Кулалинской и далее к о. Чечень.

На основе анализа распределения пятен, обнаруженных на РЛИ, определено положение основных источников нефти на дне. Подавляющее число обнаруженных эруптивных форм приурочено к морскому продолжению системы дислокаций Горного Мангышлака, которая прослеживается под дном моря в виде Тюб-Караганского вала и флексуры его южного крыла на границе с Беке-Башкудукским валом. Море здесь мелководное; крупных залежей нефти и газа, несмотря на бурение двух скважин вблизи п-ова Тюб-Караган, пока обнаружить не удалось. Вместе с тем промышленная нефтегазоносность отложений мезозоя и кайнозоя ряда локальных структур в этой части молодой Туранской плиты давно известна и несомненна. Подтверждением тому служит добыча углеводородов на морских месторождениях им. Ю. Корчагина, им. В. Филановского и «Хвалынское».

Поэтому явление, обнаруженное в ходе многолетнего радиолокационного мониторинга на границе Северного и Среднего Каспия, получило название «микрогрифонная активность» (Иванов и др., 2013, 2014; Голубов, Иванов, 2014; Путанс и др., 2019а). Его суть заключается в появлении на морской поверхности в весенне-летний период большего количества мелких пятен нефтепроявлений (образованных лёгкими фракциями нефти, которые регистрировались исключительно в данных космической радиолокации) (рис. 9). Наиболее часто они появлялись в 2012–2017 гг., позже активность явления пошла на спад. В 2018 г. в районе обнаружения была проведена экспедиции ИО РАН и путём совмещения данных гидролокатора кругового обзора (ГБО) и пятен-сликов, обнаруженных

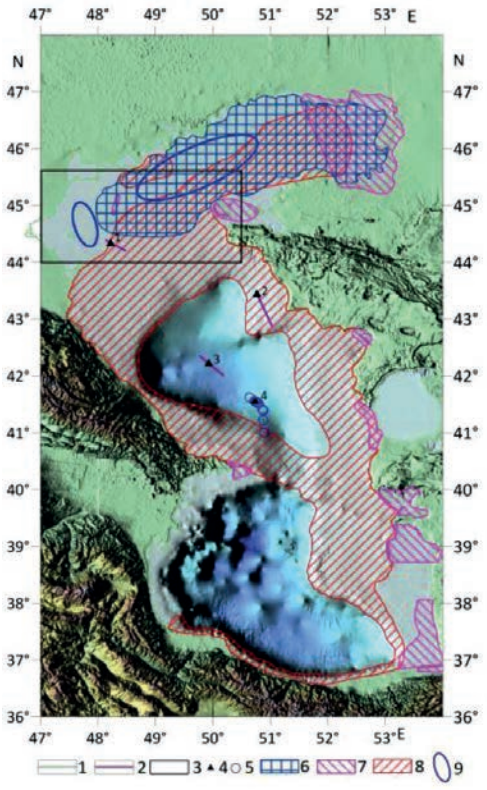


Рис. 10. Зоны флюидодинамической активности, совмещённые с местами обитания, распространения и размножения тюленей в Каспийском море. Цифрами обозначены: 1 − береговая линия, 2 − профили НСП, 3 − контур района микрогрифонной активности, обнаруженной по данным ДЗЗ (см. карту на рис. 9), 4 − точки пересечения с профилями НСП разломов, представленных на рис. 1 (т. 4), 3 (т. 3), 7 (т. 2), 8 (т. 1); 5 − трубы флюидодинамики обнаруженные методом НСП. Также показаны: 6 − зона размножения тюленей (зима-весна), 7 − районы лёжек тюлений для линьки и отдыха (весна-лето), 8 − районы нагула и сезонных миграций (лето-осень) (Marine Mammal Protected Areas, 2025), 9 − области вероятных газовыделений (см. рис. 5).

на радиолокационных изображениях, было установлено достаточно хорошее соответствие структурных элементов дна – наличие на дне крупного покмарка под точкой концентрации поверхностных сликов (Путанс и др., 2019б). Таким образом, было верифицировано наличие грифонов/сипов – мелких донных эруптивных форм на дне, обеспечивших выброс пластовых флюидов (вода с растворенными углеводородами) из недр моря («подземной гидросферы»).

Наблюдаемые пятна-слики зачастую появлялись повторно в одних и тех же местах, часто образуя на поверхности моря повторяющиеся двойные-тройные плёночные проявления (которые говорили о кратковременной периодичности явления) длиной до сотен метров длиной и площадью от 0,002 до 1,1 км^2, но в целом имели эпизодический характер появления (рис. 9). Отмечена их пространственно-временная группировка фактически в трёх районах моря: наибольшая напротив п-ова Тюб-Караган в казахстанском секторе моря, вторая в границах лицензионного участка ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть» и третья – в западной части Северного Каспия. Подобные пятна, но в значительно меньшем количестве, впервые стали обнаруживаться здесь на радиолокационных изображениях ещё в 2009–2010 гг. Возникло подозрение, что эти пятна грифонного происхождения, а их появление обусловлено выходами нефтеуглеводородов из осадочных пород. Последующие последовательные съёмки конца апреля–июня в 2012–2018 гг. убедительно показали, что рассматриваемое явление носит повторяющийся характер и требует пристального внимания. С помощью радиолокационной съёмки были установлены координаты ряда крупных подводных источников нефти и выполнена их привязка к соответствующим геологическим структурам. Это явление может однозначно считаться индикатором определенных геолого-геофизических процессов, в частности флюдодинамических, происходящих в осадочном чехле Каспийского моря. Совместный анализ данных радиолокации и данных о землетрясениях позволил установить, что на активизацию грифонов могла оказать влияние сейсмическая активность в Дагестане и Азербайджане.

Таким образом, трубообразные тела в той или иной форме проявляют свою современную активность, что отражается в поведении донных осадков и ледового покрова Северного Каспия, а также в распределении мест обитания живых организмов (рис. 10). Более того, космическая радиолокационная съёмка позволила обнаружить факт активизации грифонов в районе Мангышлакского порога и северо-восточной части Дербентской котловины. От уточнения форм этой геологической активности зависит решение ряда практических проблем, затрагивающих вопросы эффективности и безопасности освоения недр, сохранения и воспроизводства биоресурсов Каспийского моря, а также адаптации ряда отраслей хозяйства к аномальным колебаниям его уровня. Факт обнаружения трубообразных тел, пронизывающих на большую глубину осадочный чехол Каспия, подтверждает необходимость следующих действий: уточнить форму связи моря с подземной гидросферой, пересмотреть концепцию формирования водного баланса моря только за счёт экзогенных факторов, пересчитать ресурсный потенциала недр Каспийского моря в связи с потенциальной возможностью поступления в осадочный чехол глубинных флюидов, способных оказывать воздействие на геологическую среду и биоту.

Заключая анализ представленного материала, следует отметить, что флюидодинамическая активность в настоящее время проходит на фоне резкого понижения уровня моря, увеличения числа и магнитуды землетрясений и значительного снижения уровня микрогрифонной активности, что говорит скорее об инверсивном поступлении воды и флюидов, т.е. о миграции флюидов вниз. В то же время, при текущем перераспределении пластовых давлений, возможны эпизодические локальные эруптивные выходы газов в водную толщу через активные разломы на морском дне. Влияние этих факторов на распространение и качество жизни тюленей ещё только предстоит изучать.

Литература

Амбросимов А.К., Голубов Б.Н., 2013. Металлоносность вод и донных осадков Северного Каспия как показатель субмаринной разгрузки флюидов из его недр // Экологические системы и приборы. № 5. С. 50–63.

Бобров Ю.П., 1968. Структуры уплотнения. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. 82 с.

Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз, 2016. Под ред. Е.С. Нестерова. М.: Триада ЛТД. 378 с.

Волож Ю.А, Трохименко М.С., Калимов А.Л., Единбаев М.Т., 2019. Каспийский регион: кольцевые вертикальные структуры, покмарки, и экс-покмарки // Нефть и Газ. № 6 (114). С. 15–50.

Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В., 2004. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. М.: Недра-Бизнесцентр. 342 с.

Голубов Б.Н., 1994. Аномальный подъем уровня Каспийского моря и техногенная стабилизация недр // Изв. РАН. Сер. Географ. № 1. С. 27–36.

Голубов Б.Н., Иванов А.Ю., 2014. Активизация выбросов нефти из недр Северного и Среднего Каспия в апреле–июне 2012 г. по спутниковым и геолого-геофизическим данным // Исследования Земли из космоса. № 2. С. 67–81.

Голубов Б.Н., Исмагилов Д.Ф., 2003. Трубообразные тела под дном Северного Каспия и флюидный режим его недр. Генезис нефти и газа // Труды Всеросс. конференции. Москва 15-18 апреля 2003. Под ред. Д.Н. Дмитриевского, А.Э. Конторовича. М.: ГЕОС. С. 78–80.

Иванов А.Ю., Голубов Б.Н., Затягалова В.В., 2007. О нефтегазоносности и разгрузке подземных флюидов в южной части Каспийского моря по данным космической радиолокации // Исслед. Земли из космоса. № 2. С. 62–81.

Иванов А.Ю., Голубов Б.Н., Евтушенко Н.В., 2013. Активизация грифонов в Северном Каспии по данным космической радиолокации // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. № 16. С. 114–119.

Иванов А.Ю., Колмыков Е.В., Бобков А.А., Филимонова Н.А., Антонюк А.Ю., Ускова А.А., 2014. О характере и причинах возникновения мелкомасштабных пленочных сликов в Северном Каспии,

обнаруженных по данным спутникового радиолокационного мониторинга // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 12. С. 17–22.

Ковачев С.А., Миронюк С.Г., Либина Н.В., Крылов А.А., Путанс В.А., Егоров А.В. Вариации уровня Каспийского моря и сильнейшие землетрясения на Земном шаре // Вулканология и сейсмология. (в печати)

Лилиенберг Д.А., 2001. Феномен Каспия и новая тектоно-гидроклиматическая концепция колебаний уровня внутренних водоемов // Науки о Земле. Баку: Изд-во Nafta-Press. № 3. С. 3–11.

Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления, масштаб: 1:2500000, составлена: Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 2003 г. URL: https://www.geokniga.org/maps/11315.

Путанс В.А., Либина Н.В., 2024. Современные землетрясения как фактор резкого изменения уровня Каспийского моря // Геофизика. № 3. С. 82–88.

Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Иванов А.Ю., 2018. Признаки флюидодинамической активности Каспийского моря // Евразийский союз ученых. Т. 54. № 9, ч. 4. С. 9–13.

Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Иванов А.Ю., Амбросимов А.К., 2019а. Проявления современной флюидодинамической активности на Северном Каспии (геофизические данные) // Океанологические исследования. Т. 47. № 5. С. 98–115.

Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Амбросимов А.К., Иванов А.Ю., 2019б. Флюидодинамические аномалии Каспийского моря // Neftegaz.RU (Offshore). № 1(85). С. 74–77.

Сергиенко С.И., 1971. Гидрогеотермический режим недр Восточного Предкавказья. М.: Наука. 152 с.

Уломов В.И., Полякова Т.П., Медведева Н.С., 1999. Динамика сейсмичности бассейна Каспийского моря // Физика Земли. № 12. С. 76–82.

Хаустов В.В., 2006. О влиянии геодинамического фактора на водный баланс Каспия // Вестник СПбГУ. Сер. 7. Вып. 4. С. 20–36.

Холодов В.Н., 1983. Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах (на примере Восточного Предкавказья). (Труды ГИН АН СССР. Вып. 372). М.: Наука. 150 с.

Шило Н.А., 1989. Природа колебаний уровня Каспия // Доклады АН СССР. Т. 305. № 2. С. 412–416.

[eqru] База данных «Землетрясения России» Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН). URL: http://eqru.gsras.ru/events/run/. Дата обращения 20.06. 2021.

AFEAD (Active Faults of Eurasia Database), 2024. URL: https://neotec.ginras.ru/index/english/database_eng.html

Baraza J., Ercilla G., Nelson C.H., 1999. Potential geologic hazards on the eastern Gulf of Cadiz slope (SW Spain) // Marine Geology. V. 155. No. 1–2. P. 191–215. DOI: 10.1016/S0025-3227(98)00147-9.

Gerivani Y., Putans V., Modaretes M., 2020. Characteristics of features formed by gas hydrate and free gas in the continental slope and abyssal plain of the Middle Caspian Sea // Marine Georesources & Geotechnology. DOI: 10.1080/1064119X.2019.1709585. Corpus ID: 213465253.

Kruglyakova R.P., Byakov Y.A., Kruglyakova M.V., Chalenko L.A., Shevtsova N.T., 2004. Natural oil and gas seeps on the Black Sea floor // Geo-Marine Letters. V. 24. P. 150–162.

Marine Mammal Protected Areas, 2025. https://www.marinemammalhabitat.org/factsheets/caspian-seal-transitory-migration-and-feeding-area-imma/

Putans V., Trimonova M., Merklin L., 2023. Hidden hydrosphere under the Caspian Sea: Geophysical evidence and sea-level influence // Interpretation. V. 11(1). P. 1F-Z4ISSN (print):2324-8858ISSN (online):2324-8866. doi: https://doi.org/10.1190/int-2021-0102.1\

USGS. Search Earthquake Catalog. URL: https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/. Дата обращения 15.08.2023.

Пленочные нефтезагрязнения Северного и Среднего Каспия по данным радиолокационного мониторинга в 2023-2024 гг.

Иванов А.Ю., Никитский А.Н., Юнина А.В., Балагуров А.А., Книжников А.Ю.

Одна из важных экологических проблем Каспийского моря обусловлена загрязнением вод нефтью и нефтепродуктами в результате добычи и транспортировки нефти и газа в водах Российской Федерации, Казахстана, Азербайджана и Туркменистана, а также поступлением разнообразных загрязняющих веществ из р. Волги и других рек, впадающих в море, и «жизнедеятельностью» прибрежных городов, таких как Махачкала, Каспийск, Дербент и др. Значительная доля загрязнений, в том числе содержащих нефть и нефтепродукты, попадает в море благодаря деятельности человека, и образует достаточно устойчивое и постоянное нефтяное загрязнение (Нельсон-Смит, 1977; Патин, 2017).

Космический мониторинг является одной из лучших оперативных систем постоянного наблюдения и контроля подобных загрязнений. В настоящее время он проводится в рамках проекта «Прозрачный мир на Каспии». Район мониторинга нефтесодержащих загрязнений включает северную и среднюю части Каспийского моря. Для этого применяется методика оперативного радиолокационного спутникового мониторинга, разработанная в Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН) и апробированная в ИТЦ «СКАНЭКС», ООО «Прозрачный мир» и в других компаниях (Иванов и др., 2004, 2005, 2012, 2013а).

Данный подход при спутниковом мониторинге подразумевает использование радиолокационных изображений (РЛИ), полученных радиолокаторами с синтезированной апертурой (РСА – активный микроволновый дистанционный прибор, позволяющий получать радиолокационные изображения земной поверхности независимо от метеорологических условий и солнечной освещенности) в сочетании с дополнительной гидрометеорологической и геопространственной информацией и при необходимости результатами моделирования.

Методика спутникового мониторинга включает два этапа: (1) поиск, обнаружение и идентификация пленочных загрязнений (нефть, нефтепродукты, прочие маслянистые и поверхностно-активные вещества) морской поверхности с помощью данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), выделение среди них антропогенных загрязнений, определение их происхождения, возможных источников и причин появления в море; (2) создание информационных продуктов, позволяющих визуализировать и анализировать результаты мониторинга в виде интегральных карт пленочных загрязнений; они позволяют определять районы наиболее критичного загрязнения моря нефтью и нефтепродуктами и необходимы для задач защиты и контроля окружающей среды Каспийского региона.

Методика мониторинга

Для обнаружения плёночного загрязнения на морской поверхности используют современные средства ДЗЗ в широком диапазоне длин электромагнитных волн (ультрафиолетовом, видимом, ближнем/дальнем инфракрасном и микроволновом). Однако при использовании спутниковых средств ДЗЗ, наиболее эффективными являются радиолокационные методы, так как они являются всепогодными, т.е. качество информации на РЛИ не зависит от солнечной освещённости, наличия облачности и осадков.

Возможность обнаружения из космоса плёночного (нефтяного) загрязнения на морской поверхности в активном микроволновом диапазоне определяется эффектом выгла-

живания маслянистыми плёнками высокочастотной составляющей морского волнения (мелкомасштабных ветровых волн). Присутствие плёнок нефти и нефтепродуктов на взволнованной морской поверхности приводит к уменьшению радиолокационного рассеяния в сторону антенны РСА по сравнению с чистой взволнованной поверхностью воды и резкому уменьшению яркости на РЛИ – появлению тёмных пятен (Иванов, 2007). При этом выглаживание морской поверхности может быть вызвано не только нефтесодержащими плёнками, но и самыми разнообразными процессами в верхнем слое моря и нижнем слое атмосферы. Зоны ветровой тени, штилевые области, дождевые ячейки, зоны конвергенции течений, плавающая растительность, плёнки биогенного происхождения, мелководная батиметрия и т.п. могут создавать похожие поверхностные проявления на РЛИ, которые можно легко спутать с сигнатурами нефтяных разливов.

Поэтому в процессе обнаружения и дешифрирования пятен на РЛИ выделяются участки, отличные по яркости от фоновой морской поверхности. Далее осуществляется интерактивный анализ и идентификация (в последнее время с использованием методов искусственного интеллекта), и окончательная классификация обнаруженных пятен-сликов (с помощью квалифицированных экспертов) с выделением пленочных и нефтяных загрязнений на основе анализа формы, размеров, текстуры, контраста и т.п., а также с учётом других факторов и дополнительной географической, батиметрической, гидрометеорологической, судовой (навигационной) и спутниковой информации, что подразумевает использование геоинформационного (ГИС) подхода и его методологии (Иванов, Затягалова, 2007).

Данные спутниковой радиолокационной съёмки

В 2023–2024 гг. для спутникового мониторинга северной части Каспийского моря использовались радиолокационные изображения (РЛИ) европейского спутника Sentinel-1A. РЛИ Sentinel-1A, полученные в режиме съёмки Interferometric Wide, с размером пиксела 10x10 м, шириной полосы обзора 250 км и поляризацией сигнала VV+VH. Радиолокационные продукты, поставляемые Европейским космическим агентством (ESA), поддерживаются большинством программных пакетов для обработки данных ДЗЗ и предоставляют широкие возможности для решения практических задач мониторинга нефтяных загрязнений.

В период оперативного мониторинга с 20.07.2023 г. по 31.12.2024 г. было получено, обработано и проанализировано 978 радиолокационных сцен (или РЛИ размером 250×250 км). После предварительной обработки они оперативно размещались в портале аналитической платформы CLASS.PRO (https://class-cloud.ru/products/class) для визуализации и дальнейшего анализа (рис. 1). Дополнительно для идентификации и классификации пятен пленочных загрязнений моря с 2024 г. стал применяться программный модуль автоматической семантической сегментации MapFlow, который может работать под оболочкой кроссплатформенной ГИС-системы QGIS.

Главный результат мониторинга – интегральная карта всех плёночных/нефтяных загрязнений, обнаруженных в 2023–2024 гг. (рис. 2); она позволяет анализировать результаты, полученные в рамках мониторинга, и выявлять основные источники загрязнения. За два года были обнаружены и выделены 339 пятен/групп пятен, общей площадью около 536,9 км^2. Полностью информация об обнаруженных плёночных загрязнениях содержится в отчетах за 2023 и 2024 гг. (выложены в Телеграм, https://transparentworld.tech/31/33/).

Благодаря применению ГИС-подхода, были установлены основные источники загрязнения Северного и Среднего Каспия (рис. 2–4). Наиболее часто плёночные загрязнения в 2023–2024 гг. появлялись в российском секторе моря (254 случая, общая

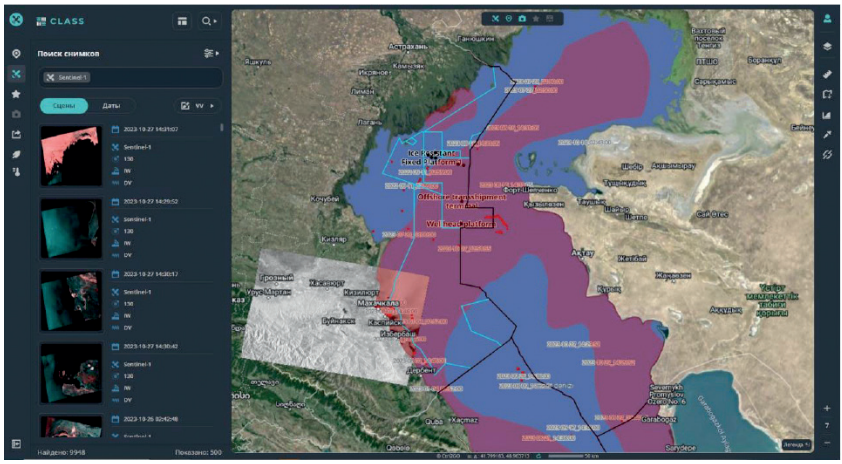


Рис. 1. Интерфейс аналитической платформы CLASS.PRO (https://class-cloud.ru/products/class) для интерактивной работы с данными дистанционного зондирования Земли.

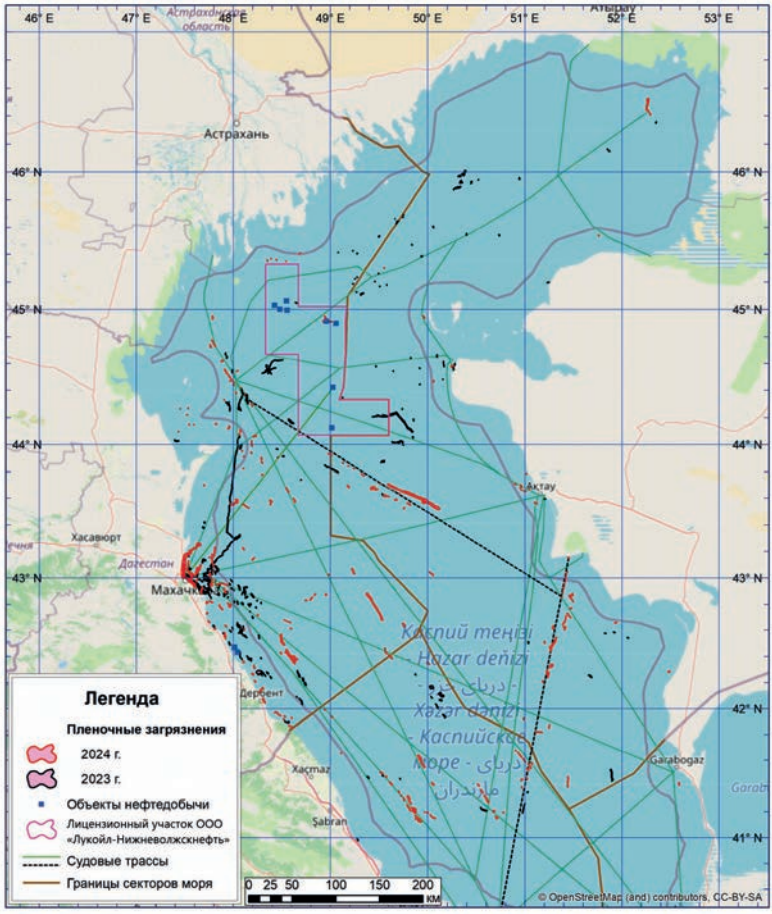


Рис. 2. Сводная карта плёночных нефтезагрязнений, обнаруженных во время мониторинга Северного и Среднего Каспия в период 2023–2024 гг.

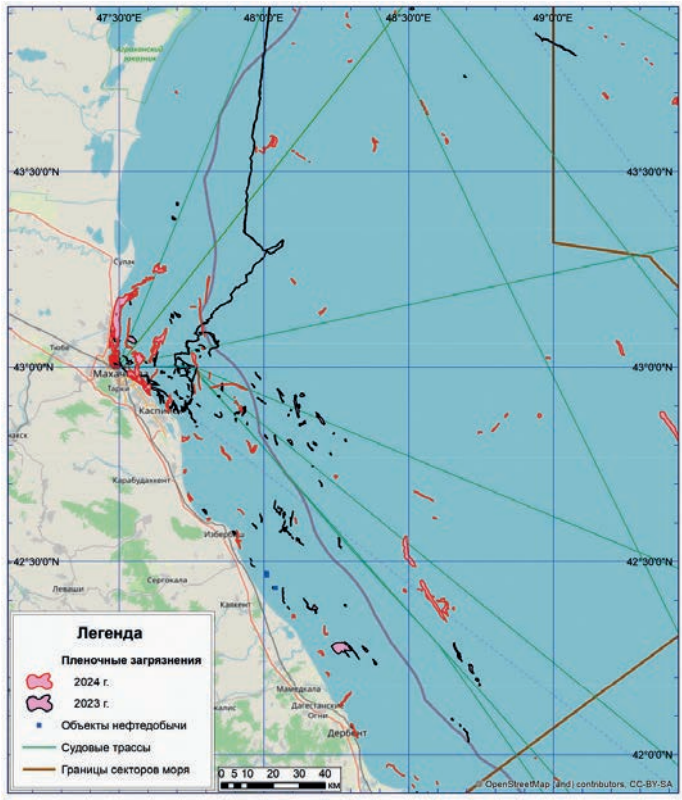


Рис. 3. Сводная карта плёночных нефтезагрязнений, обнаруженных в 2023–2024 гг. у побережья Республики Дагестан, в районе Махачкалинской агломерации, прибрежной зоне гг. Каспийск, Избербаш и Дербент.

площадь 321 км^2), главным образом на судовых трассах и в дагестанских водах в районе Махачкалинской агломерации (рис. 3). В казахстанских водах отмечено 57 случаев общей площадью 157 км^2 (в трёх случаях загрязнения пересекали границу с российским сектором), в северных азербайджанских водах – 26 случаев общей площадью 55,7 км^2 – все они были представлены главным образом судовыми разливами. Мелкие пятна, обнаруженные в северных и восточных частях российского и казахстанского секторов моря (рис. 5л), могут быть обусловлены естественными нефтепроявлениями на дне (грифонами и сипами), регистрируемыми здесь ранее неоднократно (Иванов и др., 2013б). Характерные примеры обнаруженных пленочных загрязнений приведены на рис. 5а-п.

Судовые разливы в море однозначно идентифицировались благодаря тому, что имели линейную или линейно-фрагментированную форму; время от времени они наблюдались непосредственно у судов-загрязнителей. Максимальные по длине и площади судовые разливы были обнаружены: 10.03.2023 г. (длина 137 км, протянулся от Махачкалы до о. Чечень; площадь 24 км^2; рис. 5а) в российском секторе; 21.06.2023 г. (40,3 км; ~32 км^2; рис. 5б) на границе российских и казахстанских вод (частично в пределах лицензионного участка); 16.04.2024 г. (47,5 км, 62 км^2; рис. 5е) в казахстанском секторе моря; 10.05.2024 г. (длина 25,6 км; площадь 21 км^2; рис. 5ж) в российском секторе (рис. 2–4). В рамках мониторинга выявлены две загруженные судоходные трассы, на которых

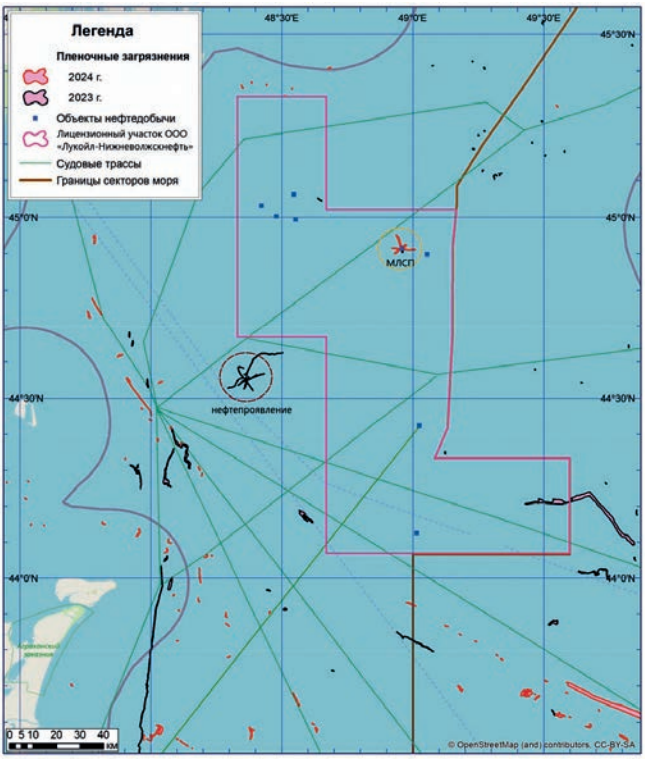


Рис. 4. Сводная карта плёночных нефтезагрязнений, обнаруженных в районе Астраханского морского рейда, основных судоходных трасс и лицензионного участка ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть» в Северном Каспии в 2023–2024 гг. Сливковые образования, детектированные у МЛСП на месторождении им. Ю. Корчагина в 2024 г., с большой вероятностью могут быть редкими сбросами производственных вод.

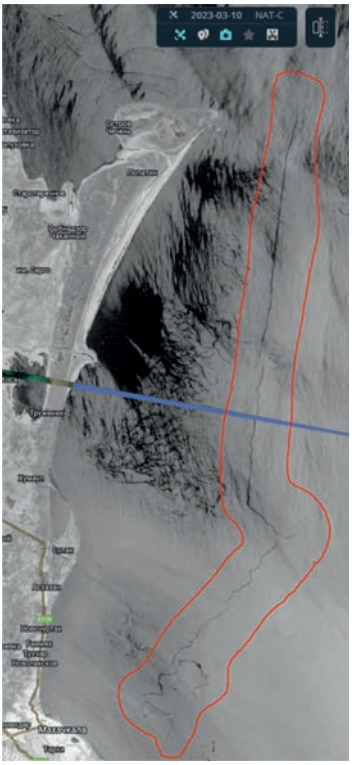


Рис. 5а. Самый протяженный судовой разлив (137 км), обнаруженный в российском секторе моря на радиолокационном изображении Sentinel-1A 10.03.2024 г. © ESA.

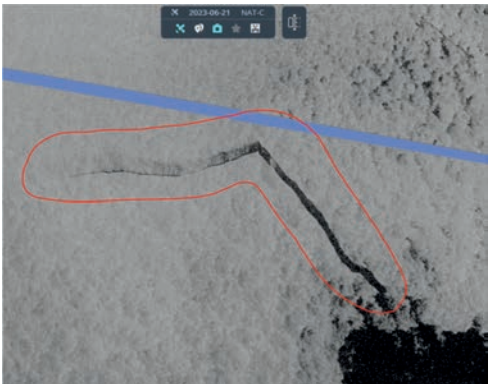


Рис. 5б. Крупный судовой разлив (32 км^2), обнаруженный в казахстанском секторе моря (на границе российских и казахстанских вод) на радиолокационном изображении Sentinel-1A 21.06.2023 г. © ESA.

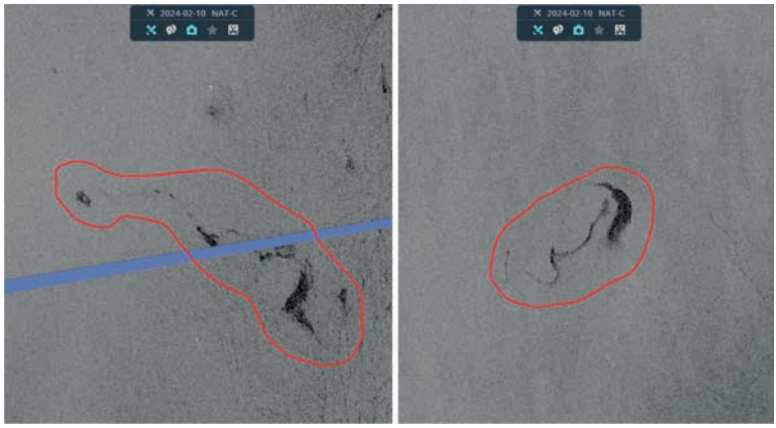


Рис. 5в. Крупные судовые разливы, обнаруженные на радиолокационном изображении Sentinel-1A 10.02.2024 г.: в 41 км к СВ от Дербента (слева); в 47 км к СВ от Сулака (справа). © ESA.

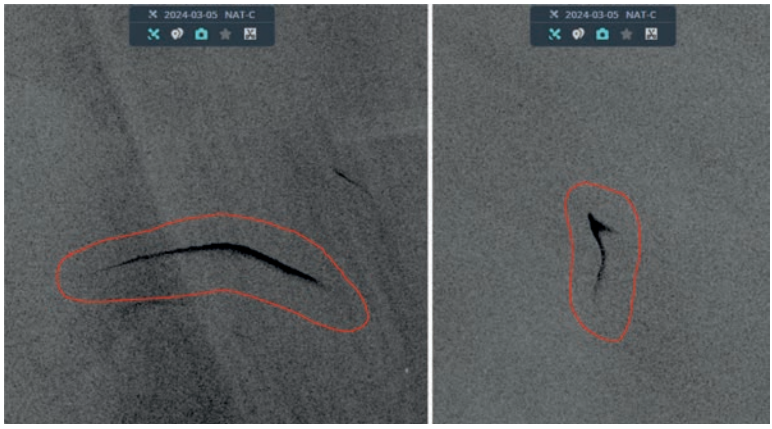


Рис. 5г. Судовые разливы, обнаруженные на радиолокационных изображениях спутника Sentinel-1A 5.03.2024 г. в 18 км (слева) и 96 км (справа) мористее г. Каспийска (российский сектор). © ESA.

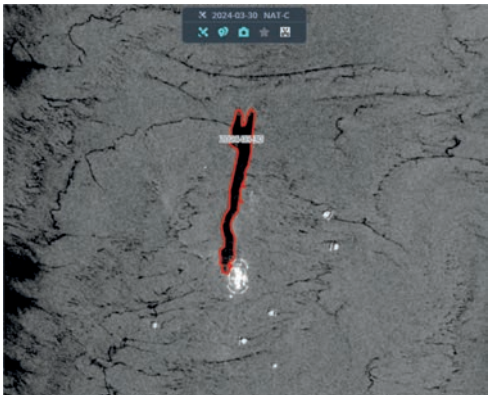


Рис. 5д. Вероятный выброс производственных вод на казахстанском месторождения Кашаган, обнаруженный на радиолокационном изображении Sentinel-1A 30.03.2024 г. © ESA.



Рис. 5е. Самый крупный по площади судовой разлив (62 км^2), обнаруженный в казахстанском секторе моря на радиолокационном изображении Sentinel-1A 16.04.2024 г. © ESA.

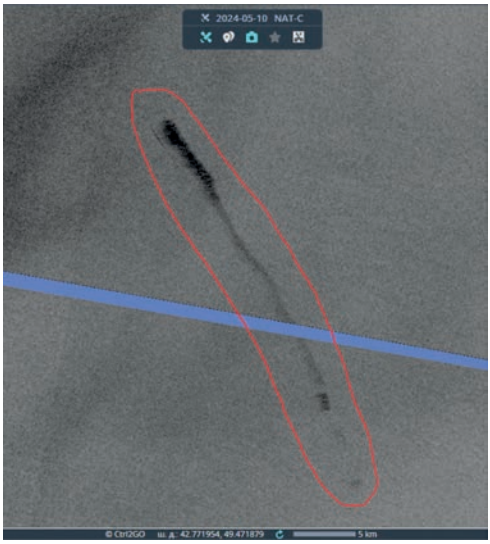


Рис. 5ж. Крупный судовой разлив, обнаруженный в российском секторе на радиолокационном изображении Sentinel-1A 10.05.2024 г. © ESA.

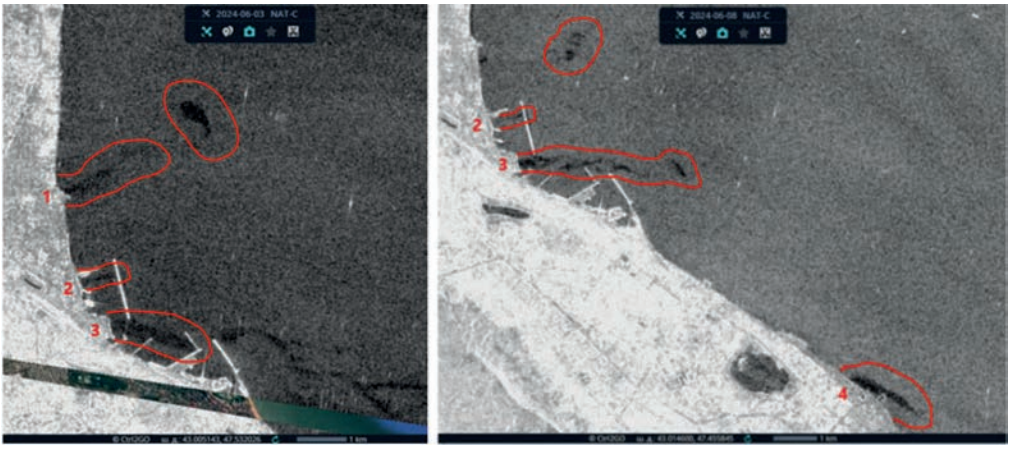


Рис. 5з. Фрагменты РЛИ спутника Sentinel-1 на акваторию Махачкалинской агломерации от 3.06.2024 г. (слева) и 8.06.2024 г. (справа). Основные источники загрязнений: (1) нефтехранилище, (2) нефтегавань, (3) судоремонтный завод, (4) выпуск сточных вод. © ESA.

часто происходят нефтеразливы – это трассы Баку-Порт Курык и Порт Курык-Астраханский рейд (черный пунктир на рис. 2).

Более детально распределение плёночных загрязнений в водах Дагестана показано на рис. 3. На нём однозначно выделяются группы пятен, привязанные к судовым каботажным трассам (судовые загрязнения), к акватории порта Махачкала и прибрежным промышленным объектам суши: махачкалинскому порту (портовые загрязнения), нефтебазе и коммунальным источникам (местам сбросов) на побережье Дагестана. Здесь они, как неоднократно подтверждалось, обусловлены сбросами нефтесодержащих вод как с судов в портах и на якорных стоянках, так и сбросами бытовых вод различных хозяйственных объектов на суше (см. СКАНЭКС, 2023). В итоге, как показал монито-

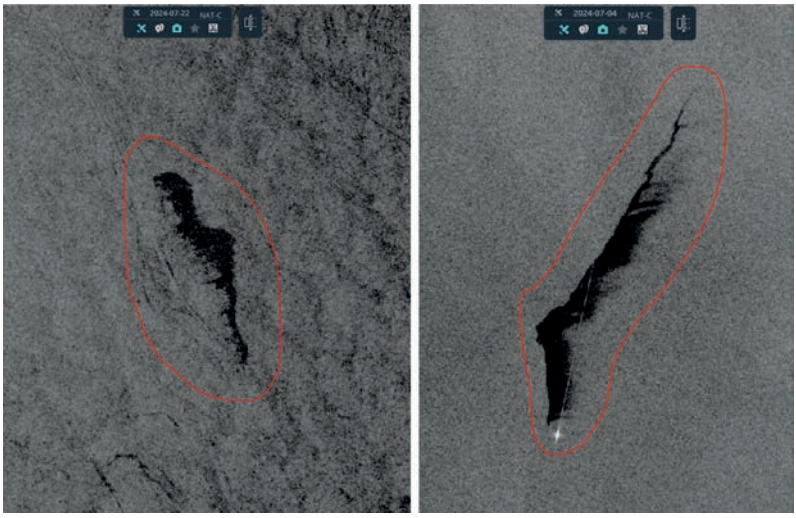


Рис. 5и. Судовые разливы в казахстанском (4.07.2024 г.) и азербайджанском (22.07.2024 г.) секторах моря на РЛИ Sentinel-1A. © ESA.

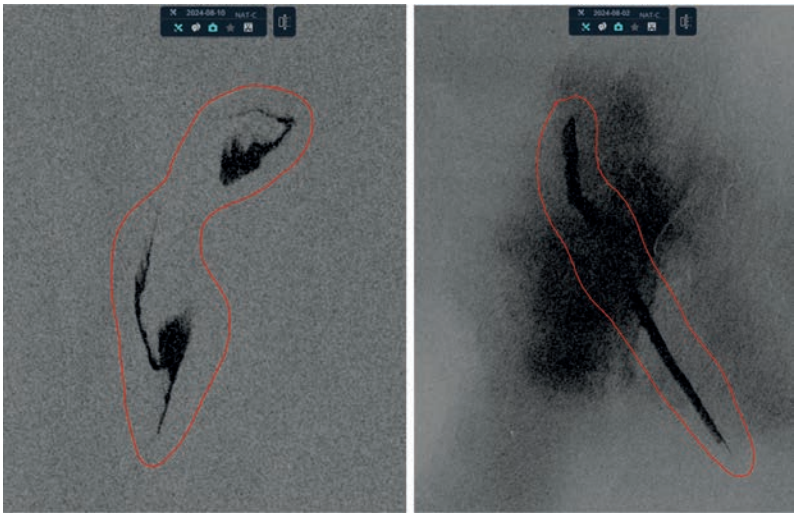


Рис. 5к. Судовые разливы в российском (2.08.2024 г.) и казахстанском (10.08.2024 г.) секторах моря на РЛИ Sentinel-1A. © ESA.

ринг 2023–2024 гг., пленочные загрязнения (нефть, нефтепродукты, прочие технические маслянистые и поверхностно-активные вещества), поступающие с расположенных на дагестанском берегу коммунально-бытовых и промышленных объектов, являлись достаточно частыми событиями; при благоприятных ГМУ они регистрировались в течение всего периода мониторинга (рис. 5з, 5м, 5о). Наибольший разлив в прибрежной зоне площадью около 28 км^2 был обнаружен 14.08.2024 г.: он примыкал к устью реки-канала Шураозень, его источники располагались на берегу (рис. 5п).

Анализ распределения плёночных загрязнений в районе лицензионных участков ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть» и прилегающей к ним акватории (см. рис. 4) показал

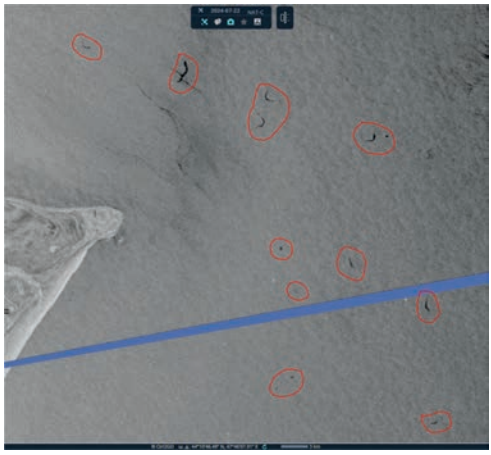


Рис. 5л. Грифонные проявления естественного происхождения к востоку от о. Чечень (российский сектор) на РЛИ Sentinel-1A 22.07.2024 г. © ESA.

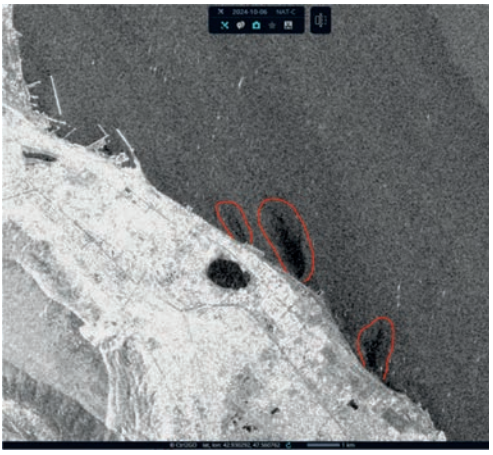


Рис. 5м. Загрязнения с выносами рек и сточных вод в районе Махачкалинской агломерации на РЛИ Sentinel-1A 6.10.2024 г. © ESA.

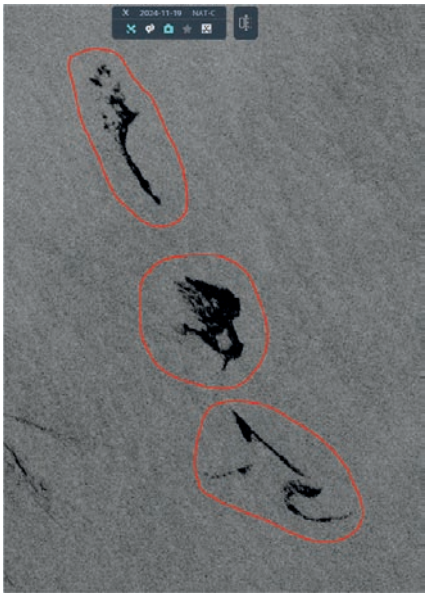


Рис. 5н. Судовые разливы в азербайджанских территориальных водах на РЛИ Sentinel-1A 19.11.2024 г. © ESA.

отсутствие явных нефтяных загрязнений около объектов нефтегазового комплекса (центральная часть Северного Каспия), расположенных в границах лицензионного участка. Суда на трассах, связывающих Астраханский морской рейд с портами Казахстана и Туркмении, время от времени пересекали лицензионные участки и были наиболее вероятными источниками редких плёночных загрязнений, обнаруженных в пределах лицензионного участка в 2023 г. Разливы от судов в границах лицензионного участка «Лукойл-Нижневолжскнефть», в 2024 г. обнаружены не были. Однако у платформы МЛСП на месторождении им. Ю. Корчагина 4.04.2024 г., 5.04.2024 г., 23.05.2024 г. и

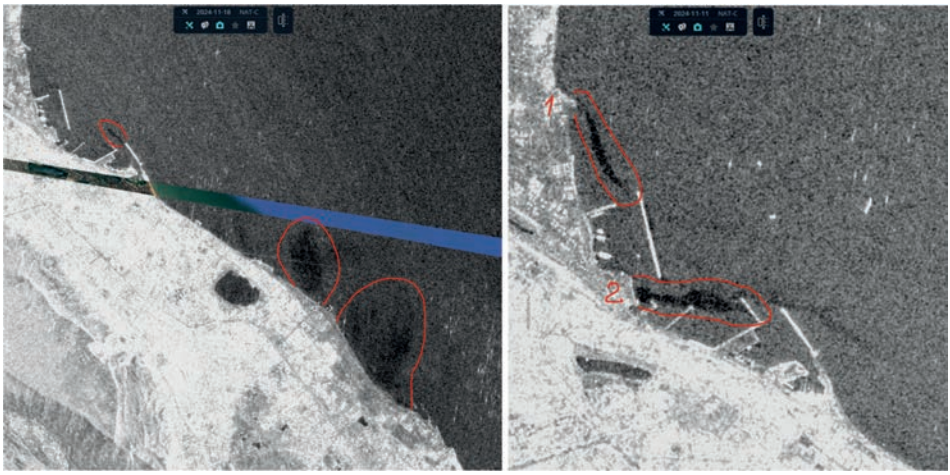


Рис. 5о. Загрязнения в районе Махачкалинской агломерации на фрагментах РЛИ Sentinel-1A 11.11.2024 г. и 18.11.2024 г. Основные источники: (1) нефтехранилище, (2) судоремонтный завод, прочие береговые объекты. © ESA.

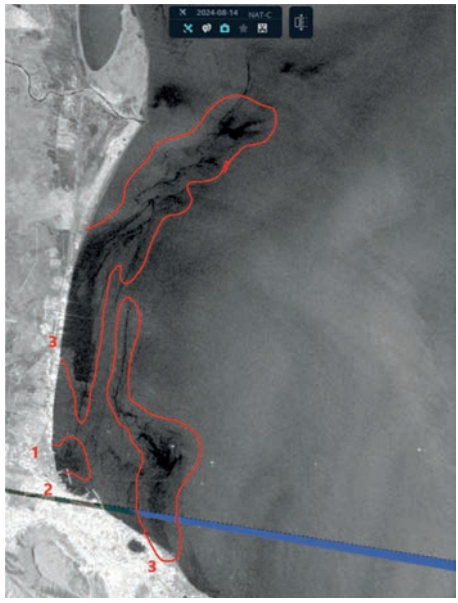


Рис. 5п. Фрагмент РЛИ спутника Sentinel-1 на район Махачкалинской агломерации от 14.08.2024 г. Основные, наиболее вероятные источники обширных пленочных загрязнений: (1) нефтехранилище, (2) нефтегавань, (3) река-канал Шурозень, а также другие загрязнения, вынесенные с речным стоком. © ESA.

12.12.2024 г. были обнаружены небольшие пятна-слики (см. рис. 4): есть подозрение, что они образовались в результате случайных сбросов производственных вод или выбросов каких-то других отходов, образующихся во время нефтедобычи. На месторождении «Кашаган» (казахстанские воды) 30.03.2024 г. было обнаружено плёночное загрязнении площадью около 6,8 км^2, которое, однако, подспутниковыми методами верифицировано не было (рис. 5д). Анализ результатов мониторинга показывает, что наиболее часто на

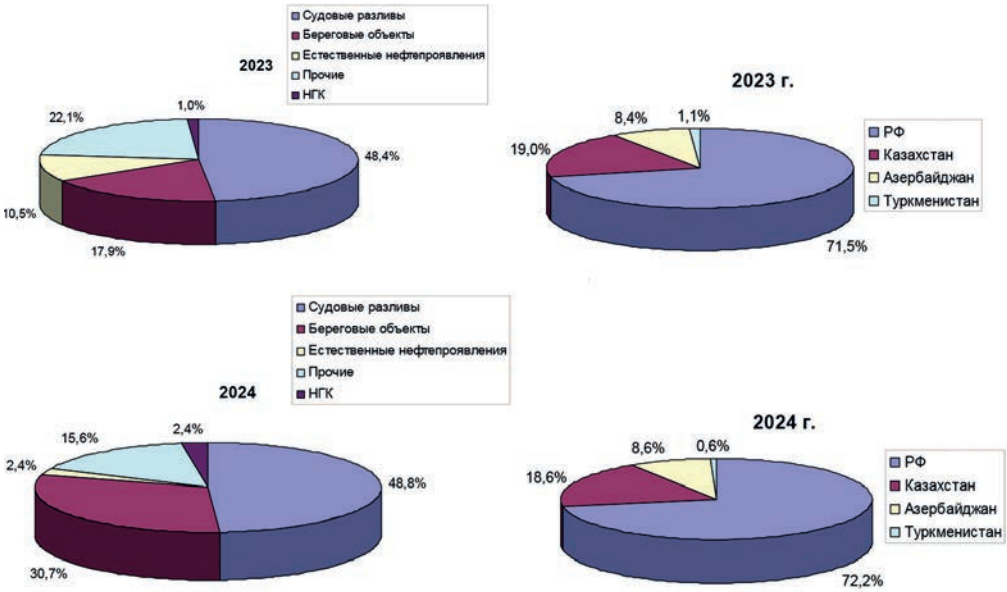


Рис. 6. Диаграммы распределения нефтезагрязнений, обнаруженных во время мониторинга 2023 и 2024 гг., по типам загрязнения (слева) и госсекторам моря (справа)

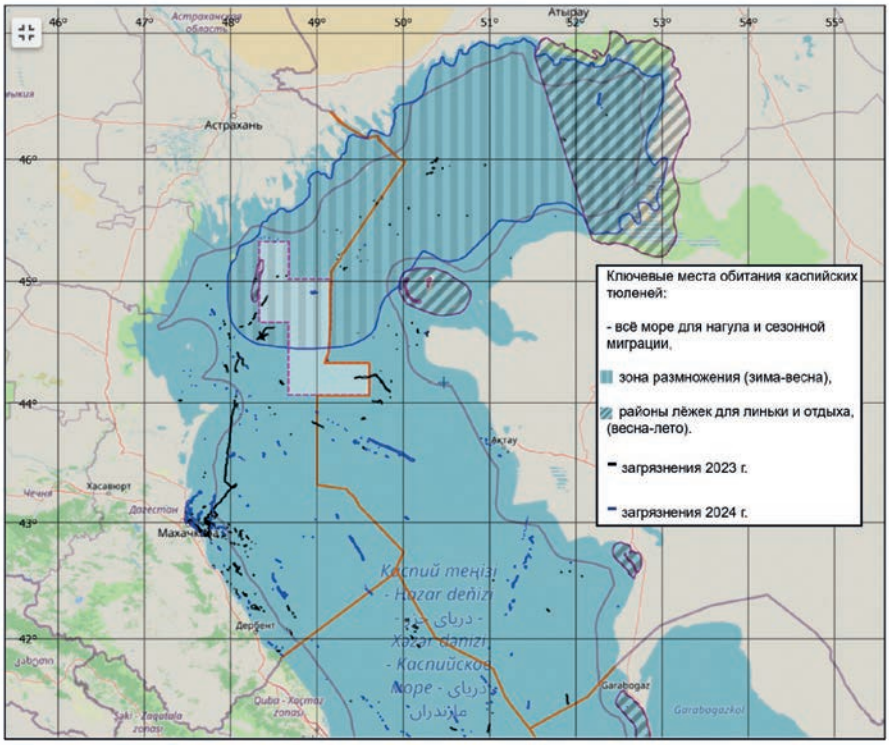


Рис. 7. Нефтяное загрязнение 2023-2024 гг. и места размножения, нагула и лёжек каспийского тюленя.

поверхности моря появлялись разливы 0,1–0,5 км^2, менее часто 0,5–1 км^2 и редко – средние и крупные разливы >2–3 км^2, причем наиболее мелкие пятна могли быть мелкими грифонными проявлениями естественного происхождения, они появлялись на поверхности моря крайне эпизодически (см. Иванов и др., 2020). Анализ сигнатур обнаруженных морских загрязнений также показывает, что судовые разливы могли быть представлены балластными и льяльными водами, отработкой и/или прочими стандартными судовыми отходами, содержащими нефтепродукты (Терлеева, Иванов, 2017); сбросы с суши на всем побережье Дагестана – нефтесодержащими водами; выбросы естественных нефтепроявлений – лёгкими фракциями сырой нефти (Иванов и др., 2020).

Наконец, впервые в рамках проекта было выполнено сопоставление ареалов нагула, лёжек и размножения каспийских тюлений с районами наибольшей концентрации пятен плёночных загрязнений на поверхности моря, обнаруженных в рамках мониторинга (рис. 7, см. также: Балагуров и др., 2024; Иванов и др., 2024). Анализ показал, что предварительно можно утверждать, что основные ареалы жизнедеятельности тюленя и места наибольшей концентрации нефтяных загрязнений пространственно разнесены и формальная корреляции между ними слабая.

Каспийские тюлени в основном зимуют и размножаются в северной части Каспийского моря (там же находятся места основных лёжек), где активность грифонов или сипов большую часть года в целом низка. Более того, там низка и сейсмичность, и скорее всего дегазация недр (см. Путанс и др., 2026, настоящая монография, с. 102-115). Соответственно и ежегодное нефтяное загрязнение, судя по результатам мониторинга 2023–2024 гг., тоже незначительно.

* * *

Исходя из изложенного, мы можем сделать следующие основные выводы.

Одним из основных источников антропогенных пленочных загрязнений Северного и Среднего Каспия является международное и местное судоходство. Наиболее часто плёночные загрязнения появлялись на/или у судоходных трасс, а также в районах якорных стоянок и рейдов. В рамках мониторинга выявлены две наиболее загруженные судоходные трассы, на которых часто происходят нефтеразливы.

Наиболее загрязненными акваториями Северного и Среднего Каспия следует считать прибрежные воды Дагестана, включая Махачкалинский залив и акваторию порта Махачкала.

Около объектов нефтегазового комплекса, расположенных в границах лицензионного участка ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть» (центральная часть Северного Каспия), явных нефтяных загрязнений обнаружено не было. Однако время от времени на поверхности моря редко детектировались следы сброса производственных вод, крайне редкие пленочные загрязнения были также обнаружены у месторождения Кашаган казахстанского НГК.

Сравнение результатов мониторинга 2023 и 2024 гг. не показало принципиальных отличий. Наиболее загрязненной акваторией Среднего Каспия (сбросами с суши и судовыми разливами) по-прежнему остаётся прибрежная зона Республики Дагестан от Дербента и Махачкалы и, в частности, Махачкалинской агломерации. Наиболее загрязненными судовыми трассами следует считать трассы Баку-Порт Курык (Казахстан) и Порт Курык-Астраханский рейд.

Таким образом, два года публичного мониторинга плёночных нефтесодержащих загрязнений Каспийского моря показали как его эффективность, так и обоснованность

выбранного подхода. Оперативность и эффективность мониторинга нефтяных загрязнений достигается благодаря применению современных технологий мониторинга, сбору и анализу радиолокационных изображений и квалифицированной научной экспертизе. Дальнейшее совершенствование технологий мониторинга ожидается благодаря внедрению методов искусственного интеллекта. Частота оперативной съёмки повысилась, благодаря появлению радиолокационных данных спутника Sentinel-1C, который был запущен 5 декабря 2024 г.

Возможность негативного влияния нефтяных загрязнений Каспийского моря на водные биологические ресурсы и среду обитания каспийских тюленей ранее обсуждалась неоднократно. Разные авторы высказывали предположение о том, что нефтезагрязнения могут катастрофически влиять на жизнедеятельность вида и даже на его численность, если рассматривать сырую нефть и нефтепродукты как токсичный типичный загрязнитель морской среды, включая поверхность, водную толщу и дно. Однако результаты нашего мониторинга свидетельствуют о том, что плёночные нефтезагрязнения могут влиять на тюленей только опосредованно. С другой стороны, на его жизнедеятельность активно влияют технологические процессы нефтегазового комплекса, такие как разведка, добыча и транспортировка нефти, что приводит к серьёзным нагрузкам на экосистему моря и популяцию тюленя. Более того, на состояние популяции тюленей более жёстко может влиять загрязнение акватории Каспийского моря промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми отходами, микропластиком и другими вредными химическими веществами. Тем не менее, вполне очевидно, что для защиты каспийского тюленя и его экосистемы в Северном Каспии необходимо принимать меры, которые помогут свести загрязнение моря нефтью и нефтепродуктами к минимуму. В связи с этим постоянный мониторинг является одним из наиболее эффективных мер контроля.

Литература

Балагуров А.А., Книжников А.Ю., Никитский А.Н., Юнина А., Гершензон О.Н., Потапов Г.В., 2024. «Прозрачный мир» на Каспии - оперативный мониторинг нефтяных загрязнений // Материалы 22-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва, ИКИ РАН, 11-15 ноября 2024. М. С. 299. http://conf.rse.geosmis.ru/files/pdf/22/10289_Балагуров%20и%20др.%20ИКИ-2024.pdf

Иванов А.Ю., 2007. Слики и плёночные образования на космических радиолокационных изображениях // Исследование Земли из космоса. № 3. С. 73–96.

Иванов А.Ю., Затягалова В.В., 2007. Картографирование пленочных загрязнений моря с использованием космической радиолокации и географических информационных систем // Исследование Земли из космоса. № 6. С. 46–63.

Иванов А.Ю., Востоков С.В., Ермошкин И.С., 2004. Картографирование пленочных загрязнений морской поверхности по данным космической радиолокации (на примере Каспийского моря) // Исследование Земли из космоса. № 4. С. 82–92.

Иванов А.Ю., Ермошкин И.С., Фанг М., Хе М.С., Кровотынцев В.А., 2005. Использование космической радиолокации широкого обзора для картографирования нефтяных загрязнений моря // Исследования Земли из космоса. № 5. С.78–95.

Иванов А.Ю., Исмагулов А.Л., Филимонова Н.А., Антонюк А.Ю., Евтушенко Н.В., 2012. Спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений в Северном Каспии как элемент системы мер промышленной безопасности и охраны окружающей среды // Oil & Gas Journal Russia. № 3.

Иванов А.Ю., Кучейко А.А., Филимонова Н.А., Евтушенко Н.В., Антонюк А.Ю., Терлеева Н.В., 2013а. Использование космической радиолокационной съемки и данных автоматических систем идентификации судов для выявления судовых разливов в Черном море // Исследование Земли из космоса. № 5. С. 84–96.

Иванов А.Ю., Голубов Б.Н., Евтушенко Н.В., 2013б. Активизация грифонов в Северном Каспии по данным космической радиолокации // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. № 16. С. 114-119 (http://zikj.ru/images/archive/no16/19.pdf).

Иванов А.Ю., Колмыков Е.В., Бобков А.А., Филимонова Н.А., Антонюк А.Ю., Ускова А.А., 2014. О характере и причинах возникновения мелкомасштабных пленочных сликов в Северном Каспии, обнаруженных по данным спутникового радиолокационного мониторинга // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 12. С. 17–22.

Иванов А.Ю., Матросова Е.Р., Кучейко А.Ю., Филимонова Н.А., Евтушенко Н.В., Терлеева Н.В., Либина Н.В., 2020. Поиск и обнаружение естественных нефтепроявлений в морях России по данным космической радиолокации // Исследования Земли из космоса. № 5. С. 43–62.

Иванов А.Ю., Книжников А.Ю., Балагуров А.А., Никитский А.Н., 2024. Современное нефтяное загрязнение Северного Каспия как индикатор динамики природных и антропогенных процессов и его влияния на экосистему моря (в т.ч. ключевых местообитаний каспийского тюленя) // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 29. (https://transparentworld.tech/31/33/)

Нельсон-Смит А., 1977. Нефть и экология моря. М.: Прогресс. 302 с.

Патин С.А., 2017. Нефть и экология континентального шельфа. В 2-х т. М.: ВНИРО. Т. 2. Экологические последствия, мониторинг и регулирование при освоении углеводородных ресурсов шельфа. 284 с.

Путанс В.А., Либина Н.В., Иванов А.Ю., 2026. О флюидодинамике Каспийского моря // Статья в этой монографии. С. 102–115.

СКАНЭКС, 2023. Нефтяное загрязнение и его источники в прибрежной зоне Махачкалы видны на снимках из космоса https://www.scanex.ru/company/news/neftyanoe-zagryaznenie-i-ego-istochniki-v-pribrezhnoy-zone-makhachkaly-vidny-na-snimkakh-iz-kosmosa/?sphrase_id=25961&sphrase_id=25961

Терлеева Н.В., Иванов А.Ю., 2017. Жидкие судовые грузы и отходы, причины появления судовых разливов в море и проблемы их дистанционного зондирования // Экология и промышленность России. Т. 21. № 8. С. 13–19.

Трансформация экосистем низовьев дельты Волги в условиях падения уровня Каспийского моря. Значимость территории для обитания каспийской нерпы

Литвинов К.В., Литвинова Н.В.

Колебания уровня Каспийского моря и снижение стока Волги вызывают разноплановые изменения во всех компонентах экосистемы низовьев дельты, в том числе и в животном мире. Наряду с гидрологическими условиями, растительный покров является определяющим фактором в формировании угодий для обитания такого ценного представителя фауны, как каспийская нерпа.

Низовья дельты Волги не являются значимыми местообитаниями для каспийского тюленя, однако случаи его захода на территорию Астраханского государственного заповедника фиксировались неоднократно – за период с 1951 по 2016 гг. составлено 118 карточек учёта встреч каспийского тюленя на территории авандельты и дельты Волги.

Сопоставление числа встреч каспийского тюленя с колебаниями уровня Каспийского моря показано на графике (рис. 1). Наибольшее число встреч тюленей в низовьях дельты совпадает с периодом подъема уровня моря (1978–1999 гг.), тогда как в период падения уровня (1951–1977 гг. и 2006–2023 гг.) число встреч невелико. Можно предположить, что периоды активного выдвижения дельты на фоне падения средних глубин и зарастания открытой акватории не являются благоприятными для нерпы и число её встреч в низовьях дельты в эти периоды сокращается.

Анализ трансформации растительного покрова в совокупности с оценкой уровня Каспийского моря и обводненности низовьев дельты позволяет оценить пригодность данной акватории для транзита и обитания каспийской нерпы.

Низовья дельты Волги объединяют открытую и островную зону авандельты, култучную зону и нижнюю зону надводной дельты (согласно характеристикам зоны по Белевич,

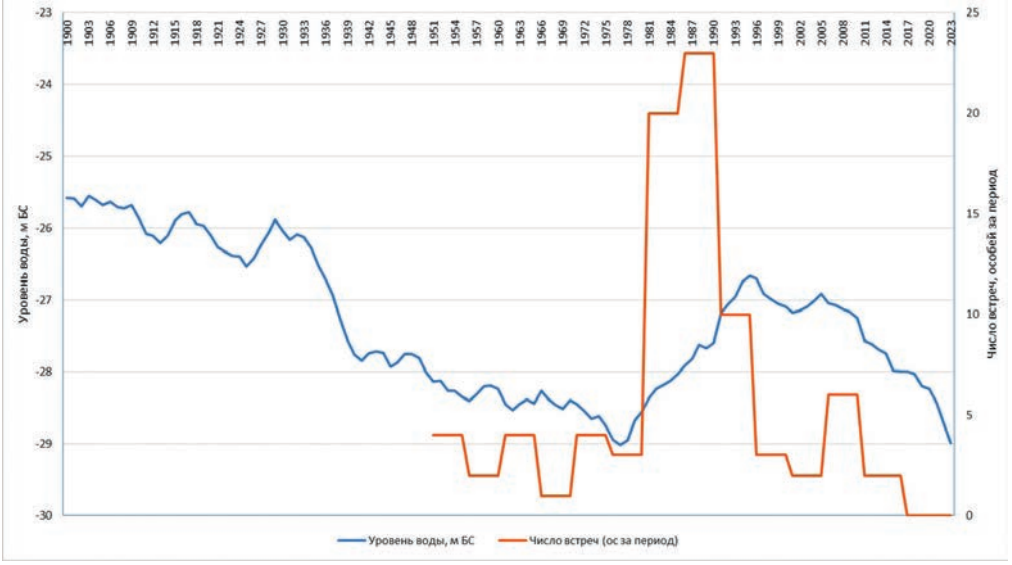


Рис. 1. Динамика уровня Каспийского моря и число зарегистрированных встреч каспийского тюленя.

1963). Характер растительного покрова этих зон формируется в результате взаимодействия морфологических особенностей рельефа, водного стока реки Волга и уровня Каспийского моря. Строительство каскада водохранилищ и гидроэлектростанций на Волге (и, соответственно, регулирование параметров весенне-летнего половодья), колебания уровня Каспия, уменьшение волжского стока, строительство и расчистка мелиоративных каналов оказывают решающее значение в трансформации экосистем низовьев дельты. Отсутствие подпорного эффекта в периоды низкого уровня моря сокращает площади залития нижней зоны дельты (Литвинов, Подоляко, 2014), ускоряет процессы обмеления и заиливания водотоков.

За прошедшее столетие можно выделить несколько периодов наиболее существенной трансформации растительного покрова и в целом экосистемы низовьев дельты Волги, связанных с изменением уровня Каспийского моря. С 1930 г. по 1977 г. происходило понижение уровня моря, включая периоды катастрофического падения уровня (1930–1941 гг.), его незначительного повышения (1942–1948 гг.) и относительной стабильности (1957–1970 гг.). Помимо низкого уровня моря, влияние на формирование растительного покрова низовьев волжской дельты в этот продолжительный период оказали ввод в эксплуатацию Волгоградского водохранилища и зарегулирование стока Волги, а также активное использование водных ресурсов для нужд сельского хозяйства. В 1977 г. уровень моря достиг минимальной отметки –29,0 м (Курапов и др., 2020).

Типичный растительный покров нижней зоны надводной дельты представлен на молодых островах формациями ивы белой, на старых, укрупненных – формацией тростника высочайшего. Повышенные элементы островов заняты мезофильными лугами, центральное понижение – гидрофильными лугами и водной растительностью. Падение уровня Каспия в тридцатые годы и зарегулирование стока Волги привело к деградации массивов тростника, к смене их мезофильными и галофильными лугами. Водная растительность ильменей сменилась гидрофильными лугами. Параллельно сокращению площадей, занятых тростником, наблюдалось увеличение территории, занятой ивой белой, что объясняется выдвижением в тридцатых и сороковых годах надводной дельты в сторону моря, вызванным падением уровня Каспия. Впоследствии, со стабилизацией уровня Каспия и регулированием стока Волги (в 1970-е гг.), прирост ивовых лесов замедлился.

В култучную зону входят острова и косы и, соответственно, водоемы двух типов – култуки и банчины. Култуки заняты растениями с плавающими и возвышающимися над водой листьями, банчины – растениями, погруженными в воду. Острова и косы покрыты рогозом, тростником, трехтычинковой (кустарниковой) ивой и ивой белой. До тридцатых годов култучная зона была узкой. Быстрое выдвижение надводной дельты в устьях крупных дельтовых протоков и отставание акватории между ними способствовало расширению култучной зоны, замещению растительности открытых водных пространств авандельты растительностью култуков и наземной растительностью на образовавшейся суше. Если раньше новообразования суши зарастали в большинстве случаев трехтычинковой ивой, то в последующий период в связи со снижением высоты половодий и скорости течения, они стали зарастать рогозом узколистным и тростником.

Растительность авандельты в прошлом была представлена в основном погруженными в воду растениями. С понижением уровня Каспия в авандельте возникли низменные острова со следующими стадиями заселения: рогоз–тростник–мезофильные луга и их засоленные варианты и по береговым валам ива белая. По межостровным пространствам погруженные в воду растения сменились растениями с плавающими и возвышающимися над водой листьями. Погруженная в воду растительность заняла отдаленную территорию авандельты вплоть до свала (Живогляд, 1968).

Безвозвратные потери годового стока Волги под влиянием созданных водохранилищ и в результате использования водных ресурсов для нужд хозяйства к середине 1970-х гг. привели к уменьшению в два раза стока у вершины дельты, к снижению на 8–19 см высоты половодья, к сокращению на 1,5 месяца его продолжительности и к повышению на 6–30 см зимних уровней воды (Москаленко, 1972).

Уменьшение водного стока, уменьшение уровней и сокращение продолжительности половодья явились причиной дальнейших изменений растительности авандельты. Со второй половины 1960-х гг. началось интенсивное зарастание акватории островной зоны авандельты куртинами тростника, рогоза, зарослями лотоса орехоносного. Увеличилась площадь осушных островов за счет нарастания по их внешнему краю бордюрных зарослей тростника и рогоза. Сократилась площадь открытой авандельты в связи с наступлением на неё водной растительности островной зоны, сменой в них сообществ погруженных растений (валлиснерия спиральная, элодея канадская, уруть сибирская) сообществами с надводными (ежеголовник прямой, тростник, рогоз, лотос) и плавающими (водяной орех, нимфейник щитолистный, кувшинка белая) листьями. Образовался в зоне открытой авандельты на основе мелеющих и обсыхающих осередков ряд осушек и островов, заросших рогозом Лакманна и рогозом узколистным, тростником, частухой Лезеля и др. Особенно увеличилась в этот период в низовьях дельты площадь зарослей лотоса. До понижения уровня Каспийского моря в низовьях дельты было всего 3–4 га зарослей, а в середине 1970-х гг. их стало 2,6 тыс. га (Структурные изменения…, 2003).

Повышение зимних уровней и скоростей течения воды явилось причиной частичной деградации в 1970-е гг. в островной зоне авандельты (ниже устьев дельтовых протоков) сообществ водяного ореха и ежеголовника. Если в западной части авандельты сокращение площади ежеголовника компенсировалось наличием огромной площади лотоса, то в восточной, где лотос занимал незначительную площадь, деградация ежеголовника оказала существенное влияние на кормовые условия водно-болотных угодий. К последствиям регулирования волжского стока следует также отнести сокращение прироста надводной дельты. Это явилось причиной того, что в устьях протоков и ериков стали образовываться низкие косы и островки, зарастающие не древесной растительностью, а тростником, рогозом, двукисточником обыкновенным. Прирост ивовых лесов в связи с этим замедлился.

Регулирование стока Волги, приводящее к перераспределению стока по сезонам года, уменьшению его в весенне-летнее половодье и увеличению зимой, привело к ещё большему зарастанию акватории култучной зоны и авандельты тростником, рогозом, лотосом и сокращению открытой зоны авандельты за счёт наступления на неё надводной растительности. Различие в формировании растительности западной и восточной частей низовьев дельты Волги в связи с работой вододелителя привело к концу периода к отличию их водно-болотных угодий как по составу, так и по продуктивности (Живогляд, 1984).

С 1978 г. уровень Каспия начал повышаться. Период резкого повышения уровня Каспийского моря в 1978–1995 гг. происходил на фоне увеличения волжского стока и сопровождался дальнейшими изменениями в структуре и продуктивности растительного покрова низовьев дельты.

В зоне открытой авандельты с увеличением глубин и изменением волнового режима исчезли заросли рдеста пронзеннолистного и валлиснерии вдоль свала глубин, подводные луга элодеи, урути, лютика Риона и харовых водорослей бывших мелководий и зарослей частухи злаковидной и горца малого ранее обсыхавших мелководий. На остальной акватории наблюдалось изреживание и сокращение подводных лугов валлиснерии, роголистника темно-зеленого, рдестов гребенчатого и пронзеннолистного. Оказались затопленными острова Укатный, Чистая Банка, Черневой Очиркин. На о. Чистая Банка

произошла смена сенокосов (вейник наземный, пырей ползучий) и пастбищ (тамарикс многоветвистый, кермек Гмелина, полыни, солянки) тростником и рогозом Лаксманна. Исчезли под влиянием ледниковых подвижек тростниковые заросли по периферии острова и сократились – куртинные заросли тростника и рогоза и заросли лотоса в верхней части зоны. Изредились и выпали располагавшиеся между тростниковых куртин заросли ежеголовника, водяного ореха, нимфейника и др.

В островной зоне авандельты наблюдалось сокращение площади зарослей лотоса, связанное с образованием в июне-июле плотного слоя (1,5–2 м) погруженной растительности (роголистник, рдест гребенчатый, хара), задерживающего развитие лотоса. В связи с полным затоплением о-вов Зюдев, Макаркин и др., тростниковые заросли лугового типа, ранее затапливаемые лишь в половодье, преобразовались в заросли земноводного типа. Наблюдалась суховершинность, вымокание, усыхание и отпад ивы белой.

В култучной зоне происходило расширение площадей зарослей водяного ореха и сокращение – площадей зарослей лотоса. Участились высокие летне-осенние уровни в водоемах, задерживающие выход из-под воды кос и островов, формирующихся в устьях водотоков и являющихся субстратом для поселения ивы. Все семена выносились течением в авандельту, что отрицательно сказалось на приросте лесной растительности.

В нижней зоне надводной дельты наблюдалась суховершинность и изреживание ивы белой на устьевых участках в связи с постоянным их подтоплением. Зарастание сенокосных и пастбищных лугов тростником, рогозом, клубнекамышом морским, осоками и другими гигрофитами объясняется увеличением водного стока Волги (Структурные изменения…, 2003).

В 1996–2005 гг. наблюдались колебания уровня Каспия – его незначительное снижение и последующее повышение. К ведущим факторам динамики растительности низовьев дельты и авандельты в этот период следует отнести объем стока в половодье и его продолжительность, увеличение глубин в авандельте и связанного с ним изменения волнового режима, усиление ледовых подвижек, уменьшение уклонов водной поверхности водоемов и увеличение их эвтрофности.

В надводной дельте произошло замещение большей части мезофильных (настоящих) лугов гигрофильными (болотистыми), уменьшилась площадь солончаков, увеличилась продуктивность сенокосных лугов и тростниковых зарослей, сократился прирост ивовых лесов.

В култучной зоне и островной зоне авандельты происходило восстановление зарослей водяного ореха и лотоса, увеличилась продуктивность погруженной растительности. В зоне открытой авандельты продолжился процесс разрушения растительности, сокращения площадей лотоса, тростника, рогоза, погруженной растительности. Продолжилась гибель лесов на осушных островах (Живогляд, Русакова, 1997).

После относительной стабилизации уровня Каспийского моря на рубеже веков, с 2006 г. по настоящее время уровень Каспия устойчиво понижается, что обусловлено как малой водностью стока Волги, так и высоким испарением с поверхности моря, связанным с повышением температуры воздуха в его бассейне (Курапов и др., 2020).

В растительном покрове низовьев дельты Волги происходят существенные изменения, связанные с зарастанием мелководной акватории култучной зоны дельты, островной и открытой зон авандельты. Эта трансформация растительного покрова имеет некоторые общие черты с изменениями, отмечавшимися в прошлый период снижения обводненности низовьев дельты, но также и отличается рядом специфических особенностей.

Доминирующим видом земноводной растительности, формирующим облик растительного покрова низовьев дельты Волги, является тростник высочайший. Его разноо-

бразные заросли, включающие куртинные, куртинно-кулисные, бордюрные (ленточные) и массивно-зарослевые (крепи) типы формаций, покрывают мелководья култучной и островной зоны и характеризуются активным продвижением в сторону морского края до зоны открытой авандельты. В силу своей высокой экологической пластичности, тростник активно осваивает межостровное пространство, формирует массивы вдоль каналов-рыбоходов, а также участвует в генерализации растительного покрова култучной зоны и верхней части островной зоны.

Нижняя зона наводной дельты в настоящее время характеризуется массовой ксерофитизацией растительного покрова: гигрофильные луга практически повсеместно перешли в мезофильные, а мезофильные – в ксерофильные (и их галофильные варианты). Низкие меженные уровни воды способствуют формированию в прибрежной части протоков по урезу воды продольных прирусловых отмелей аккумулятивного либо эрозионно-аккумулятивного происхождения, заселяемых сеянцами ивы белой и земноводными видами (рогозом, тростником, ежеголовником, сусаком зонтичным, камышом трехгранным, стрелолистом обыкновенным). Остаточные култуки в этой зоне активно трансформируются в ильмени, обсыхая и зарастая формациями рогоза и тростника с участием мезофильного разнотравья. Формации тростника в центральной части островов изреживаются и активно замещаются мезофильно-разнотравными лугами. Древесная растительность по прирусловым валам представлена преимущественно формациями ясеня пенсильванского с участием аморфы кустарниковой, разреженным спелым и перестойным древостоем ивы белой. В устьевой части ериков и култуков происходит массовое формирование отмелей и кос, зарастающих ежеголовником, рогозом и лотосом, а также подростом сеянцев ивы белой и ивы трехтычинковой.

Основной массив молодых сомкнутых ветлянников переместился с нижней зоны наводной дельты по заросшим косам и островам в култучную и островную зоны (рис. 2).

Култучная зона в настоящий момент находится в стадии активного зарастания и обсыхания, что связано не только с общим низким уровнем водообеспеченности, но также с проведением дноуглубительных работ на каналах-рыбоходах. Каналы в низовьях



Рис. 2. Сомкнутый древостой ивы белой на заросшей косе в устье ерика. Фото: Литвинова Н.В.

дельты обладают дренажным свойством, активно забирают воду прилежащей к ним акватории, способствуя ее обмелению, особенно в меженный период. Открытая водная поверхность в култуках активно зарастает: по периферии – расширяющимися бордюрными зарослями рогоза, тростника и куртинами ежеголовника; в центральной части – сообществами растений с плавающими (кувшинкой, кубышкой, водяным орехом) и надводными листьями (лотосом и ежеголовником). Погруженная растительность представлена преимущественно роголистником и наядой большой, формирующими сплошные массивы.

Развитие растительного покрова этой переходной зоны между надводной и подводной дельтой характеризуется фактическим слиянием култучной зоны и островной зоны авандельты. Активное продвижение тростникового пояса в сторону морского края дельты выражается в сплошном зарастании мелководной акватории формациями гелофитов. Помимо куртин тростника здесь распространены заросли ежеголовника, рогоза, а также обильно представлены многовидовые формации полупогруженной и погруженной растительности, из которой обычны водяной орех, сальвиния плавающая, нимфейник, рдесты (узловатый, блестящий, пронзеннолистный, злаковый, гребенчатый), валлиснерия, уруть, харовые водоросли.

Функционально култучная зона в настоящее время фактически сместилась в южные оконечности осушных островов и каналов-рыбоходов, где происходит активное формирование водотоков по бороздинам и банчинам между косами и островками аккумулятивного происхождения. На участках между осушными островами берега банчин (новообразующихся ериков) покрыты рогозом и тростником с участием куртин лотоса, погруженная растительность представлена реофильными видами – рдестом пронзеннолистным, валлиснерией, плотными куртинами роголистника и наяды (рис. 3).

Сокращение открытой водной поверхности островной зоны обусловлено массовым развитием по всей мелководной акватории куртин сусака, массивов ежеголовника и формированием аспекта синезеленых и нитчатых водорослей на поверхности подводных лугов (рис. 4).



Рис. 3. Растительный покров култуков и банчин в островной зоне. Фото: Литвинова Н.В.



Рис. 4. Аспект водорослей на поверхности подводных лугов в островной зоне авандельты. Фото: Литвинова Н.В.

С 2023 г. в островной зоне отмечается массовый переход сусака зонтичного из вегетативной формы в генеративную по мелководным участкам. В урочищах между осушными о-вами Зюдев и Макаркин наблюдается активное зарастание акватории земноводной (тростник, рогоз, ежеголовник) и погруженной (роголистник, наяда, рдесты пронзеннолистный, блестящий и гребенчатый) растительностью (рис. 5).

Отличительной чертой трансформации растительного покрова в низовьях дельты и, особенно, в островной зоне является распространение в последние годы обширных за-



Рис. 5. Формации ежеголовника прямого и сусака зонтичного в островной зоне авандельты. Фото: Литвинова Н.В.



Рис. 6. Монодоминатная заросль лотоса орехоносного между тростниковыми куртинами в островной зоне авандельты. Фото: Литвинова Н.В.

рослей лотоса орехоносного (монодоминантных и в виде сообществ с ежеголовником и рогозом). Между тростниковыми куртинами и кулисами вдоль бороздин и банчин лотос формирует заросли высокой плотности (рис. 6).

Водотоки в низовьях дельты, потенциально пригодные в настоящее время для захода каспийской нерпы, связаны с углубляемыми участками акватории – каналами-рыбоходами. Каналы, которые являются интразональными образованиями искусственного про-



Рис. 7. Русло канала-рыбохода на границе култучной зоны и островной зоны авандельты. Фото: Литвинова Н.В.

исхождения, пересекают нижнюю зону надводной дельты, култучную зону, открытую и островную зоны авандельты. Процесс дноуглубительных работ, активизировавшийся с 2012 г., вызвал трансформацию растительного покрова межканальной акватории, её зарастание и обсыхание. Одновременно, в первые 3–4 года после проведения дноуглубительных работ, каналы представляют собой сеть относительно глубоких водотоков со специфическим растительным покровом.

Русла каналов с глубинами 3–5 м лишены растительного покрова, равно как и ямы с глубинами до 10 м, единично расположенные на участках расширения русел каналов. Берега каналов (бровки) имеют преимущественно антропогенное происхождение и представляют собой заросшие отвалы грунта протяженностью в десятки и сотни метров, вытянутые вдоль течения, которые возвышаются относительно меженного уровня воды в каналах на 15–50 см. Растительный покров берегов русловой части каналов-рыбоходов представлен монодоминантными формациями тростника с участием единичных экземпляров ивы белой (рис. 7).

Древесная растительность по берегам каналов на участках нижней зоны надводной дельты представлена экземплярами ивы белой разного возраста – преобладают группы, состоящие из двух-трех молодых или приспевающих деревьев, а также одиночные спелые или перестойные ветлы. Единично встречаются деревья ивы белой, сгоревшие в прошлогодних пожарах, а также сухостойные и ветровальные деревья.

Вдоль русловой части берегов каналов на участках в култучной зоне располагаются узкие бордюрные заросли рогоза узколистного, ежеголовника прямого и лотоса орехоносного. Бордюрные заросли лотоса орехоносного на ряде русловых участков каналов с низкими бровками проникают в формации тростника, а также дискретно формируют вдоль русел обширные заросли (рис. 8).

На отдельных участках каналов-рыбоходов отвалы грунта на бровку отсутствуют, в этих местах береговая часть канала представлена заливообразными мелководными участками с небольшими обнаженными или зарастающими косами аллювиального происхождения (рис. 9).



Рис. 8. Бордюрная заросль лотоса орехоносного вдоль бровки канала-рыбохода. Фото: Литвинова Н.В.



Рис. 9. Коса вдоль русла канала-рыбохода, зарастающая ивой трехтычинковой. Фото: Литвинова Н.В.

На участках с отсутствием отвалов на бровку каналов распространены сообщества земноводной растительности, образованные куртинами и ленточными формациями рогоза узколистного, ежеголовника прямого и сусака зонтичного. Также здесь широко представлены куртинные заросли лотоса орехоносного – монодоминантные или с участием ежеголовника прямого и сусака зонтичного.

Жилки каналов-рыбоходов с приканальным пространством представляют собой узкие водотоки, выходящие с русла канала-рыбохода и сохраняющие с ним тесную связь. Здесь по берегам, более низким, чем бровки основного канала-рыбохода, формируются участки леса из ивы трехтычинковой и молодых деревьев ивы белой (рис. 10).



Рис. 10. Растительный покров берега жилки, выходящей с канала-рыбохода. Фото: Литвинова Н.В.



Рис. 11. Зарастающее устье канала-рыбохода. Фото: Литвинова Н.В.

Формации плотного сомкнутого древостоя ивы трехтычинковой (тальники) покрывают берега жилок, формируя своеобразный бордюр от уреза воды протяженностью в десятки метров. Единично или небольшими группами среди формаций тальника произрастают молодые или приспевающие деревья ивы белой.

Береговые участки жилок, не занятых лесной растительностью, покрыты сообществами гелофитов и травянистой растительности, преимущественно до уреза воды.

Устьевая часть этих жилок в приканальном пространстве зарастает тростником высочайшим и другими земноводными видами.

Поверхность воды более узких жилок практически с участка ответвления от основного канала покрыта сообществами водной растительности – сальвинии плавающей, рогульника плавающего, нимфейника щитолистного, рололистника темно-зеленого, а также зарастает ассоциациями земноводных видов – рогоза узколистного и ежеголовника прямого.

Угодья в жилках каналов-рыбоходов и на приканальной акватории характеризуются также наличием зарастающих и обнаженных кос аллювиального происхождения. При низких уровнях обводненности угодий происходит быстрое зарастание устьев жилок в приканальном пространстве, а в последствии – и самих жилок.

На концевых участках каналов-рыбоходов растительный покров сочетает элементы сообществ устьевых участков ериков надводной зоны дельты, култучной зоны и зарастающих осередков островной зоны. Доминирующими в растительном покрове на подводных бровках каналов являются формации земноводных видов – тростника, рогоза, ежеголовника, сусака, лотоса и водной растительности – водяного ореха, роголистника, наяды и рдестов (рис. 11).

Таким образом, водотоки и водоемы в низовьях дельты Волги в современных условиях представлены мелководными интенсивно зарастающими угодьями, малопригодными для транзита и обитания каспийской нерпы. Каналы-рыбоходы в качестве углубляемых водотоков функционируют ограниченное время и также характеризуются процессами заиливания и зарастания в условиях снижения водного стока Волги и понижения уровня Каспийского моря.

Литература

Белевич Е.Ф., 1963. Районирование дельты Волги // Труды Астраханского заповедника. Вып. 7. Фауна и экология птиц дельты Волги и побережий Каспия. Астрахань. С. 401–421.

Живогляд А.Ф., 1968. Основные изменения растительности низовьев дельты Волги за последние 30 лет // Материалы научной сессии, посвященной 50-летию Астраханского государственного заповедника. Астрахань. С. 96–97.

Живогляд А.Ф., 1984. Растительность водно-болотных угодий низовьев дельты Волги // Природные экосистемы дельты Волги. Сборник статей. Л. С. 29–43.

Живогляд, А.Ф., Русакова Е.Г., 1997. Изменения растительности низовьев дельты Волги в связи с увеличением водного стока повышением уровня Каспийского моря // Астраханский край: история и современность. Материалы научно-практической конференции. Астрахань. С. 270–272.

Курапов А.А., Островская Е.В., Даирова Д.С., Васильева Т.В., 2020. Влияние изменений климата на биологические сообщества Северного Каспия. Отв. ред. А.Ф. Сокольский. Астрахань: Изд. Сорокин Роман Васильевич. 265 с.

Литвинов К.В., Подоляко С.А., 2014. Влияние гидрологического режима на ход нерестовых миграций рыб разных экологических групп в нижнюю зону дельты Волги // Астраханский вестник экологического образования. № 4(30). С. 102–109. EDN TAUUOL.

Москаленко А.В., 1972. Характеристика сезонных изменений уровенного режима водоемов дельты при зарегулированном стоке Волги // Тез. конф. «Биологические ресурсы Каспийского моря». Астрахань. С. 113–115.

Структурные изменения экосистем Астраханского биосферного заповедника, вызванные подъемом уровня Каспийского моря. Под ред. Г.М. Русанова. Астрахань, 2003. 223 с.

Встречи каспийского тюленя на территории Астраханского заповедника

Соколова И.В.

Территория Астраханского заповедника включает в себя территории авандельты и низовьев дельты Волги. Поскольку ландшафты дельты непосредственно граничат с акваторией Северного Каспия, вероятность заходов тюленей в дельтовые биотопы не исключена, например, вслед за миграциями их кормовых объектов. Встречи каспийского тюленя отмечались здесь регулярно с 1951 по 2016 гг., в общей сложности составив выборку из 74 наблюдений. Нами проанализированы данные, полученные в течение 65 лет наблюдений заходов каспийского тюленя на территорию Астраханского заповедника, с целью отследить возможные закономерности и тенденции, влияющие на этот феномен.

За исключением последнего десятилетия, каспийский тюлень не являлся объектом специальных исследований сотрудников Астраханского заповедника. Тем не менее, действующая с 1926 г. методика фенологических наблюдений предполагала сбор и систематизацию сведений о встречах этого вида на территории заповедника и вне её всеми сотрудниками.

Накопленная на настоящий момент база содержит более 900 000 карточек, описывающих природные явления и встречи животных. Анализ её позволил выявить в ней и проанализировать 118 карточек с зафиксированными встречами тюленей за период с 22 февраля 1951 г. по 19 сентября 2016 г. Ввиду редкости встреч тюленя, специальных учетов его на территории заповедника не проводилось, однако наблюдатели в обязательном порядке фиксировали дату, время и место встречи тюленей (по ближайшим географическим объектам, либо – на территории ООПТ – согласно квартальной системе, а также количество встреченных особей). По мере возможности фиксировались данные по возрасту, размеру и направлению движения, а также (визуально) метеорологические условия, такие как направление и относительная скорость ветра и облачность. Отсутствие представителей других видов ластоногих в каспийском бассейне не позволяет усомниться в определении вида. Безусловно, данный материал не в полной мере отражает число заходов тюленей в акваторию авандельты и дельты Волги из-за относительно редкого присутствия наблюдателей вне территории заповедника.

Маршрутные учёты орнитофауны (при проведении которых фиксировались и встречи тюленей) в разные годы проводились с различной регулярностью. Точные данные о маршрутах и их частоте до 2010 г. отсутствуют. С 2010 г. по настоящее время (декабрь 2020 г.) суммарная протяженность пройденных ежемесячно маршрутов составляет 240 км, по акватории Дамчикского и Обжоровского участков заповедника и его охранных зон. Учёты птиц проводятся ежемесячно в безлёдный период (март-декабрь). Обычно маршрутные учёты проводятся на двух лодках в каждой по два учётчика, обследующих Дамчикский и Обжоровский участки в одни и те же даты.

За период с 1951 по 2016 гг. нами проанализированы 118 задокументированных встреч тюленей. В список включены встречи на о. Малый Жемчужный (выделены курсивом), отраженных в фенологических карточках. Из 118 описанных встреч 44 отмечены вне заповедника и 74 – на акватории участков заповедника.

Встречи тюленей вне участков заповедника. Севернее участков заповедника, в протоках дельты, зарегистрированы лишь четыре встречи: две в окрестностях с. Марфино (11.01.1981 и 23.03.2006) – восточная часть дельты, одна у с. Алексеевка (31.03.1984) –

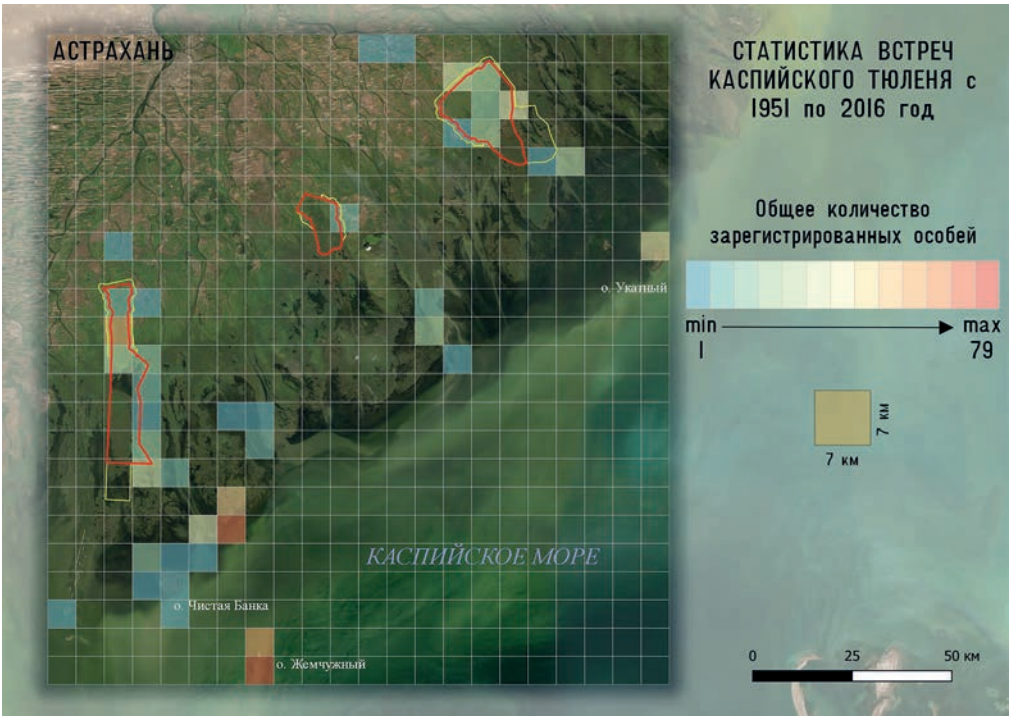


Рис. 1. Схема встреч каспийского тюленя по данным карточек учета за 1951–2016 гг.

западная часть дельты, и одна у с. Бирючки (25.03.1999) – центральная часть дельты. Указанные в карточках встреч топонимы позволили установить районы встреч и составить сводную карту их распределения (рис. 1).

Наибольшее число встреч вне заповедника отмечалось либо в акватории каналов рыбоходов (23 встречи), либо вблизи морских островов (26 встреч): о. Чистая Банка (3 встречи), о. Морской Очиркин/Бухтовый (14 встреч), о. Укатный (2 встречи), о. Малый Жемчужный (7 встреч). Три канала, где отмечены встречи, находятся в непосредственной близости или в пределах территории заповедника: Обжоровский (Обжоровский участок), Тишковский (Трехизбинский участок) и Бабушкин/Гандуринский (Дамчикский участок).

Наиболее часто встречи тюленей вне участков заповедника происходили в районе о. Морской Очиркин и расположенного рядом о. Бухтовый. К указанному району могут также быть отнесены некоторые встречи тюленей на Гандуринском канале (рис. 1). Высокая частота встреч тюленей в акватории каналов объясняется, на наш взгляд, как более благоприятными для передвижения животных глубинами, большими концентрациями кормовых организмов, так и более интенсивным их использованием для передвижения наблюдателей, что увеличивает вероятность встреч тюленей и их регистрации.

Встречи тюленей в акватории заповедника. Карта-схема распределения задокументированных сотрудниками заповедника встреч тюленей составлена по архивным данным. Согласно данным литературы (Гептнер и др., 1976; Хураськин, 1989), в сезонном цикле каспийского тюленя можно выделить четыре чётко разграниченных периода: щенка и спаривание (январь-март), линька (конец марта-начало мая), нагул (конец мая–сентябрь) и образовании скоплений на шалыгах и косах перед щенкой (сентябрь–декабрь). Однако, на наш взгляд, нагульный период целесообразно более детализировать,

дополнительно разбив его на два – период нагула в Южном Каспии (конец мая-июль) и возвратная миграция на север (август-сентябрь). На представленных ниже рис. 2–4 выделенные нами периоды встреч тюленей обозначены разными цветами: синий цвет – период щенки, кормления, спаривания, линьки бельков (январь-март); желтый цвет – период линьки, тюлени скапливаются на шалыгах (конец марта-начало мая); красный цвет – нагульный период в Южном Каспии (конец мая-июль); зеленый цвет – возвратная миграция на север (август-сентябрь); розовый цвет – период образования скоплений на шалыгах и косах перед щенкой (сентябрь-декабрь). При совмещении нескольких точек графически показано число совмещенных точек/встреч (в центре) и число встреченных животных (по периметру, цвет точки соответствует периоду встречи).

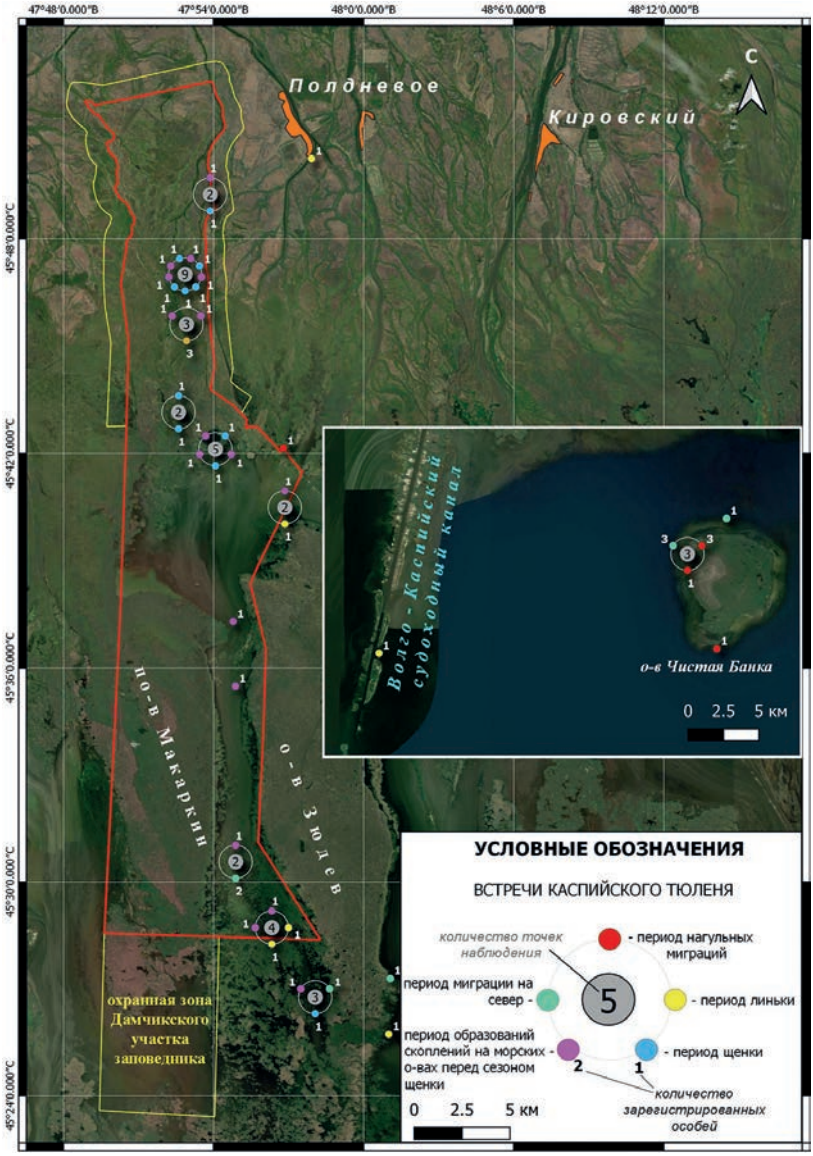


Рис. 2. Встречи каспийского тюленя в западной части дельты.

В *западной части дельты*, на Дамчикском участке заповедника и близлежащих районах, а также на о. Чистая Банка, данные о встречах тюленей представлены на рис. 2.

В акватории Дамчикского участка и в непосредственной близости от неё за период наблюдений с 1951 по 2016 гг. отмечено 38 встреч 41 тюленя. Встречи групп животных происхоили лишь дважды (2 и 3 особи). Наибольшая частота встреч фиксируется в период образования скоплений перед сезоном щенки (сентябрь-декабрь) – 17 встреч и в период щенки – 11 встреч (январь-март). Подавляющее большинство тюленей заходило в водотоки лишь в эти периоды (за исключением одного случая в период линьки). В период нагульных миграций отмечена одна встреча в акватории авандельты.

Акватория о. Чистая Банка была местом пяти зафиксированных встреч в период нагула (3 встречи/5 особей) и миграций (2/4). Встречи были отмечены с 1956 по 1986 гг. Одиночная встреча отмечена на островах Главного Банка в период линьки.

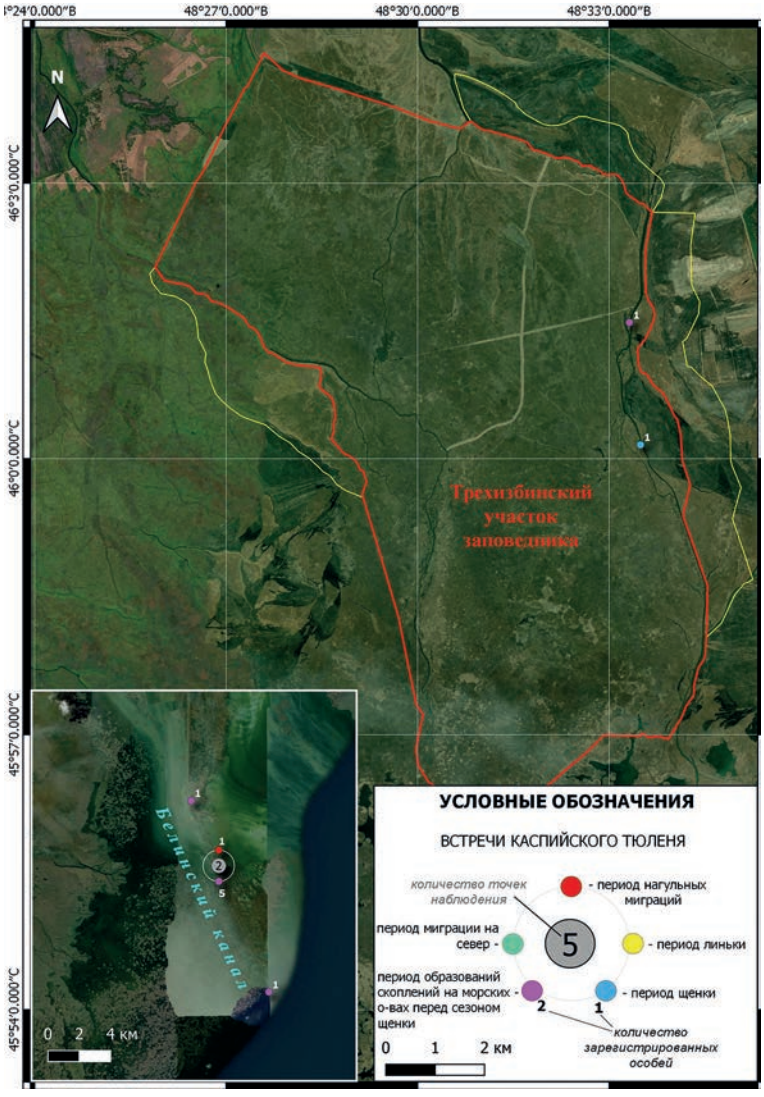


Рис. 3. Встречи тюленей в центральной части дельты.

В ***центральной части дельты***, в акватории Трехизбинского участка, тюлени отмечены лишь дважды (рис. 3), оба раза в протоке Белужья, являющимся продолжением Тишковского канала. Встречи произошли в период перед щенкой и во время щенки. В этот же период зафиксированы 4 встречи в районе Белинского канала (4 встречи /7 особей), в 1983 и 1985 гг., при этом, 14 октября 1983 г. было встречено сразу 5 особей. Одна встреча произошла здесь в период нагула. Низкая частота встреч, вероятно, обусловлена меньшей водообеспеченностью района, отсутствием обводненных водотоков, по которым имеется возможность подхода животных с моря. Единственным крупным водотоком является Тишковский канал.

В ***восточной части дельты*** зафиксированы две самые северные встречи каспийского тюленя за период наблюдений – в окрестностях с. Марфино (рис. 4). На Обжоровском участке из 37 встреч, 18 отмечены в период концентраций перед щенкой (1953, 1975, 1986, 1991 гг.) и 15 (1976, 1987, 1989, 1991, 1992, 1994, 2005 гг.) – в период линьки. В

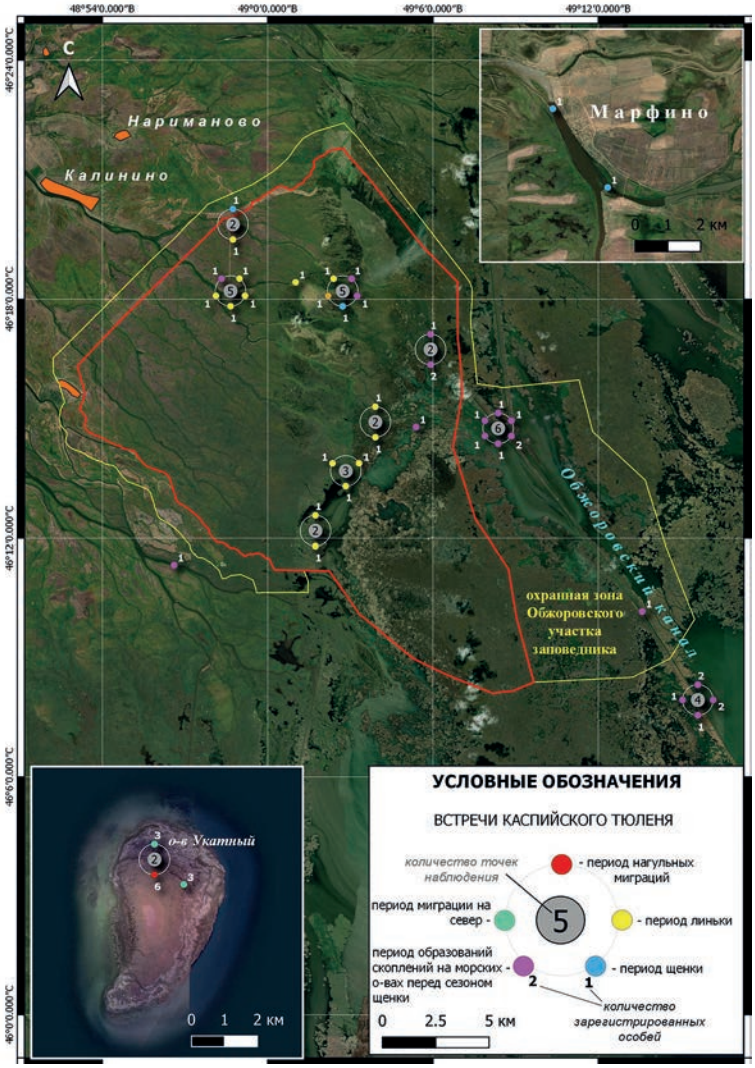


Рис. 4. Распределение встреч тюленя в восточной части дельты.

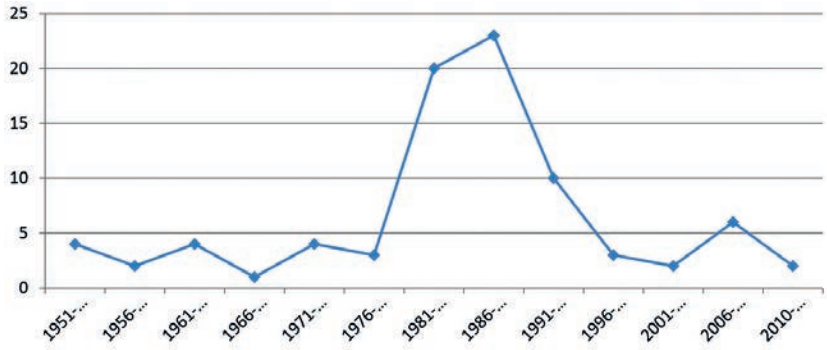


Рис. 5. Число встреч каспийского тюленя по пятилеткам за период с 1951 по 2016 гг.

акватории о. Укатный произошло две встречи с 9 особями тюленя, все в период миграций в 1988 г.

Таким образом, из 80 встреч тюленей в районах, примыкающих к участкам Астраханского заповедника и зарегистрированных на карточках, в восточной и западной частях дельты описаны по 37 встреч (по 46,25%) и лишь 7,5% – в центральной. Это можно объяснить большим числом удобных для перемещения тюленей водотоков в западной и восточной частях дельты (вблизи участков заповедника).

Встречи тюленей в разные годы в период 1951–2016 гг. Согласно данным литературы, в исследуемый период численность каспийского тюленя неуклонно сокращалась (Хураськин, Захарова, 2001). При этом, по нашим данным в количестве встреч тюленя в Астраханском заповеднике по годам за исследуемый период линейного тренда не прослеживается (рис. 5).

Следует отметить, что никакой явной зависимости от снижения общей численности вида нами не отмечено. Число встреч за разные пятилетки на протяжении периода исследований было весьма невелико, и не превышало 3–6. Выделяется только период с 1981 по 1995 гг., когда количество наблюдений тюленя в дельте возросло в 2–4 раза. Указанный период характеризовался доминированием высоких уровней паводка (многоводные 1982, 1986, 1987 и 1993–1995 гг.; маловодный 1984 г.). При этом рост числа встреч в период миграции рыб отмечался лишь в 1986 г. В остальные годы тюленей чаще встречали зимой.

Встречи тюленей в разные месяцы года. Зависимость числа встреч тюленя от сезона года представлена на рис. 6.

Наибольшее число встреч приходится на зимние месяцы, последовательно возрастая с августа по ноябрь (рис. 7). Можно предположить, что рост частоты встреч связан с концентрацией и заходом в русловые водотоки подросшей молоди полупроходных рыб (воблы, леща и др.) в ходе контранатантной миграции (Павлов и др., 2019). Средний размер указанных видов в этот период составляет 60–70 мм. Второй выраженный пик приходится на март-апрель и совпадает с периодом подхода производителей массовых полупроходных рыб (в первую очередь воблы) в водотоки дельты Волги (Литвинов, Подоляко, 2014). Животные могут подниматься в дельты вслед за кормовыми объектами. Подобные встречи более характерны в восточной части дельты.

Встречи тюленей в разные периоды их годового жизненного цикла. Количество встреч тюленя меняется в зависимости от фазы его годового сезонного жизненного цикла, который у этого вида выражен очень хорошо (Гептнер и др., 1976; Хураськин, 1986*)*. Распределение встреч тюленей по периодам жизненного цикла по результатам анализа

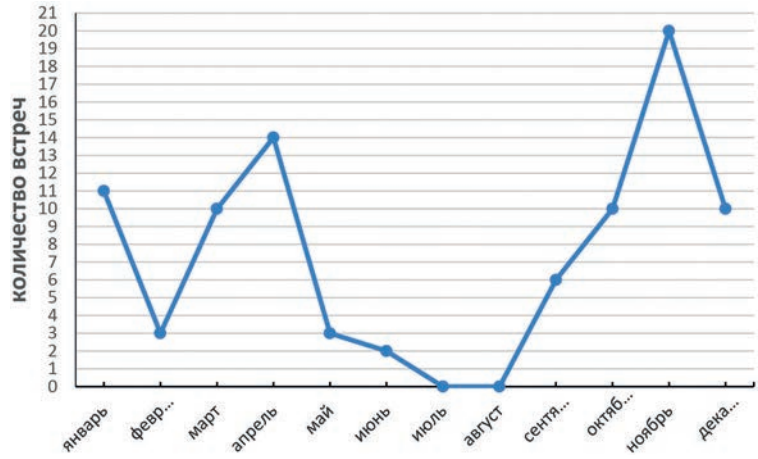


Рис. 6. Число встреч тюленей в разные месяцы (с 1951 по 2016 гг.).

карточек встреч следующее (рис. 7): 48,3% в период концентраций перед щенкой (сентябрь-декабрь), 26,3% – в период линьки и 26% – в период щенки. В период нагульных миграций – несколько более 3%.

Наибольшее количество встреч тюленей в дельте связано с периодом возврата к местам щенки с нагульных миграций. В этот период тюлени довольно активно перемещаются и могут при этом попасть в дельту под влиянием, вероятно, интенсивных нагонных ветров, которые весьма часто наблюдаются в этот период года. Тюлени также могут перемещаться в дельту, следуя за косяками рыб, мигрирующих к местам нереста (затапливаемые в период паводка острова дельты) в этот период (Литвинов, Подоляко, 2014).

Менее выраженные пики встреч в конце периода щенки и в начале линьки связаны с сезонным нерестовым ходом рыбы (прежде всего массовых полупроходных видов: воблы, леща) в авандельту и протоки (Аристов, Барышников, 2001).

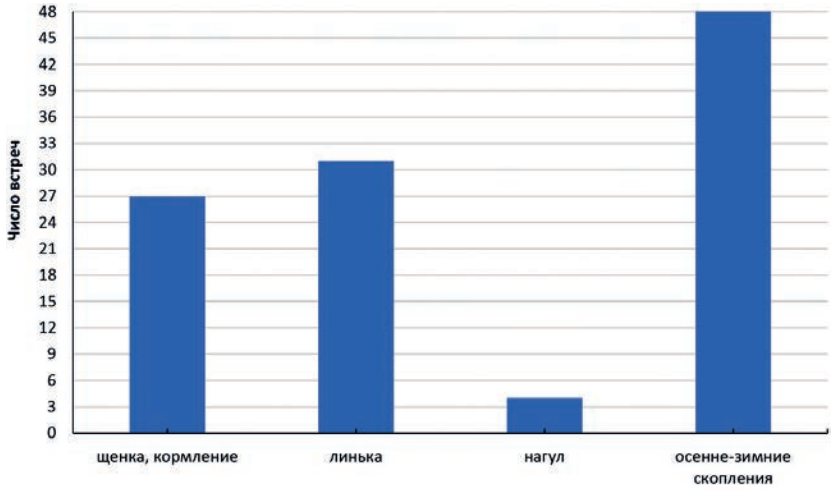


Рис. 7. Число встреч тюленей в авандельте или протоках в разные периоды их годового жизненного цикла с 1951 по 2016 гг.

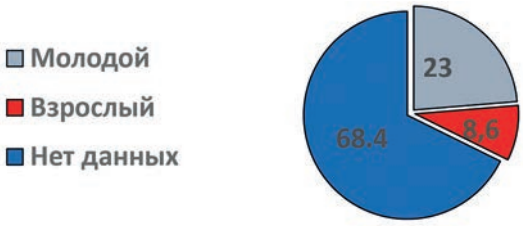


Рис. 8. Соотношение встреч тюленей разных возрастов (%) в авандельте или протоках в Астраханском заповеднике с 1951 по 2016 гг.

Если в период концентрации перед щенкой процент от всех встреч на западе и востоке дельты приблизительно равен (45,9% и 48,6% соответственно), то в период щенки преобладают встречи на западе (40,5%), а в период линьки – на востоке (29,7%) дельты.

В период концентрации тюленей перед щенкой всё «новые» особи разрозненно прибывают на север Каспия и поэтому могут быть распределены по всей территории дельты. В период щенки, каспийские тюлени, очевидно, держатся вблизи мест появления потомства. Небольшая концентрация на востоке дельты в период линьки может быть связана с началом нагульных миграций для успевших перелинять особей.

Возрастной состав встреченных тюленей. Очевидно, что точное определение возраста тюленей при визуальном контакте невозможно, особенно при отсутствии значительного опыта встреч с животными. Тем не менее, разделение на две возрастные группы (взрослые/молодые) вполне оправдано. Хотя в материалах фенонаблюдений возрастной состав тюленей как правило не указывался (67,7%), из числа указанных в наблюдениях доминируют молодые особи (рис. 8).

Таким образом, при анализе всего массива встреч каспийского тюленя на территории Астраханского заповедника можно выделить две основных тенденции. (1) Общее количество встреч тюленя в заповеднике в отдельные годы явно зависит от общей обводненности территории заповедника, которая, в свою очередь, зависит от уровня половодья и колебания уровней Каспия. Об этом достаточно хорошо свидетельствует рост количества встреч тюленя в многоводный период с 1981 по 1995 гг. и отсутствие их в последнее десятилетие, когда уровень половодья в отдельные годы часто опускается от низкого до катастрофически низкого, а Каспий претерпевает очередной период регрессии. (2) Количество встреч в отдельные сезоны года до известной степени зависит от определённого периода годового жизненного цикла тюленя: наибольшее количество встреч каспийского тюленя на территории заповедника приходится на период их возвращения с нагульной миграции осенью и, в меньшей степени, во время линьки весной. В свою очередь эти периоды неплохо коррелируют с периодами перемещения кормовых объектов тюленя в дельтовые биотопы.

Литература

Аристов А.А., Барышников Г.Ф., 2001. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Хищные и ластоногие. СПб.: СПбГУ. 560 с.

Гептнер В.Г., Чапский К.К., Арсеньев В.А., Соколов В.Е., 1976. Млекопитающие Советского Союза. Т. 2, ч. 3. Ластоногие и зубатые киты. М.: Высшая школа. 718 с.

Литвинов К.В., Подоляко С.А., 2014. Влияние гидрологического режима на ход нерестовых миграций рыб разных экологических групп в нижнюю зону дельты Волги // Астраханский вестник экологического образования. № 4 (30). С. 102–109.

Павлов Д.С., Костин В.В., Звездин А.О., Прозоров Д.А., Подоляко С.А., 2019. Реорганизация молоди некоторых карповых рыб (Cyprinidae) в период осенней контранатантной миграции // Вопросы ихтиологии. Т. 59. № 6. С. 716–723.

Хураськин Л.С., 1989. Каспийский тюлень // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. Под ред. В.Н. Беляевой, А.Д. Власенко, В.П. Иванова. М.: Наука. С. 198–205.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., 2001. Каспийский тюлень, проблемы и состояние эксплуатируемой популяции. // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань. С. 338–347.

Экологическая оценка состояния природной среды западного побережья Каспия

Магомедов М.-Р.Д., Рабазанов Н.И.

«Нужно понимать, что затраты на измерения и экспедиции ничтожны по сравнению с потерями из-за отсутствия прогноза состояния Каспия»
Петр Завьялов
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Сохранение уникальной экосистемы Каспийского моря, его рыбохозяйственной продуктивности, биологического разнообразия и автохтонной фауны, в условиях меняющегося климата и растущего антропогенного воздействия является важнейшим условием устойчивого социально-экономического развития всего прикаспийского региона. Наиболее известный эндемик Каспийского моря – каспийский тюлень – является чутким видом-индикатором состояния экосистемы моря: находясь на вершине её трофической сети, он принимает на себя все её сигналы. Изменения, происходящие в экосистеме вследствие развития инвазивных видов, загрязнения или снижения биологической продуктивности, интегрально отражаются на физиологическом состоянии, воспроизводстве, смертности и численности популяции каспийского тюленя.

Каспийский тюлень использует практически всю акваторию моря, ежегодно совершая сезонные миграции вдоль восточного и западного побережья Каспия. Акватория российского сектора Среднего Каспия, богатая кормовыми ресурсами, исторически являлась ключевым районом обитания каспийского тюленя в нагульным период. Однако с конца 1990-х гг., на фоне падения продуктивности и деградации кормовой базы, западная часть Среднего Каспия стала преимущественно транзитной акваторией при его весенних и осенних миграциях. В последние годы в ходе весенних миграций из районов размножения в Северном Каспии тюлени практически не задерживаются у дагестанского побережья, а уходят вслед за косяками сельдевых рыб в Южный и юго-восточный Каспий, где в настоящее время находится основной район их летнего нагула. Обратная осенняя миграция тюленей к местам размножения, спаривания и линьки происходит в октябре-ноябре вдоль восточного и западного побережий Каспийского моря; при этом тюлени мигрируют на большем удалении от берега, над глубинами от 100 до 500 м (Кузнецов, 2011; Кузнецов, Шипулин, 2019).

Поскольку в ходе сезонных миграций тюленем используется вся акватория Каспийского моря, для понимания факторов, влияющих на состояние его популяции, необходима оценка современного экологического состояния различных районов Каспийского моря, как прибрежной, так и открытой части. В данном сообщении рассмотрено экологическое состояние западной части Среднего Каспия и его побережья.

Дагестанское побережье имеет самую протяжённую береговую линию Каспия в России – около 530 км. Оно простирается от р. Кумы на севере до дельты р. Самура на юге, является юго-западным продолжением Прикаспийской низменности и подразделяется на Терско-Кумскую (11,5 тыс. км^2), Терско-Сулакскую (около 9,3 тыс. км^2) и Приморскую (2,8 тыс. км^2) низменности (Физическая география низменного Дагестана, 1972; Атаев и др., 2011). Рельеф приморской части побережья представляет собой аллювиально-аккумулятивную равнину, которая освободилась от каспийских вод в конце последнего ледникового периода 10–12 тыс. лет назад. Северная часть побережья, от Кизлярского

залива до пос. Сулак (р. Кривая балка) очень мелководная и представляет собой плавни и плавневые болота, уходящие в море до 3–4 км и густо заросшие тростником-очеретом (*Phragmites australis*). К югу от г. Махачкала до устья р. Самур между предгорьями и берегом моря узкой полосой протягивается Приморская низменность с характерными древнекаспийскими террасами, прерываемыми речными долинами. Здесь на побережье преобладают эолово-песчаные пляжи с открытой морской акваторией.

Каспийское море находится в нескольких климатических зонах и подвержено воздействию различных систем атмосферной циркуляции, поскольку имеет значительную протяженность с юга на север (порядка 1200 км). Каспийский регион расположен на юго-западной периферии Азиатского антициклона, влияние которого наиболее сильно сказывается в холодную половину года (Лурье, 2002). Низменно-равнинный рельеф восточного побережья Каспия не препятствует свободному широтному и меридиональному переносу воздушных масс. В осенне-зимний период преобладают ветра восточного и юго-восточного направлений, скорость которых может достигать 15–20 м/сек, а в отдельных случаях – до 35 м/сек. Штормовые ветра поднимают на море волны до 5–6 м (максимальные – до 8 м), с увеличением высоты волн с севера на юг. Ветры западных направлений, в отличие от восточных, характеризуются меньшей длительностью, но большей силой. Летом отмечается прохождение западноевропейских циклонов и циклонов Иранского фронта, приносящих осадки. Зимой эти ветра вызывают очень холодную, а весной – тёплую и даже засушливую погоду, изредка с песчаными бурями (Кошинский, 1964; Атаев, Братков, 2011). Для юго-восточных штормов характерно общее увеличение скорости ветра в направлении переноса воздушных масс с максимумом в районе г. Махачкалы и в северо-западной части моря (Кошинский, 1964) – именно в тех районах, куда чаще всего выносятся мертвые тюлени – «плывуны».

Ветровое воздействие определяет общую картину течений в Каспийском море (Штокман, 1938; Клевцова, 1968; Николаева и др., 1986). Вдоль западного берега Среднего Каспия преобладает юго-восточное течение со скоростью 30–40 см/с, иногда до 100 см/с. Это течение образуется в результате нагонов воды в Северный Каспий под воздействием юго-восточных и восточных ветров и поступления большого объёма речного, преимущественно волжского стока. Следует отметить, что весной основная масса мигрирующих из северной части в среднюю и южную части Каспия тюленей перемещаются вдоль западного побережья, а обратные миграции, с юга на север, проходят по более глубоководным районам вдоль восточного побережья – в соответствии с направлением основных течений Каспийского моря.

Климат по всей низменности Среднего Каспия в целом умеренно-континентальный с элементами умеренно-морского. Среднегодовая температура воздуха составляет 10–11 °С, средняя температура за теплый период 18–19 °С (от 22,5–24,6 °С на севере до 28–28,5 °С на юге), в холодный период – от 0 до -4 °С (от -2,5 – -5,2 °С на севере до -0,8 – +1 °С на юге); количество безморозных дней в году от 230 до 250. Интенсивность осадков по побережью незначительна и не превышает 250–400 мм (от 250 мм на севере до 400 мм на юге) при испаряемости в 900–1000 мм в год (Зонн и др., 2013).

Температура воды прибрежных и шельфовых морских вод определяется температурой воздуха, течениями и ветровыми перемещениями водных масс, а также географической широтой района. Наибольшие годовые амплитуды температуры воды (в августе в пределах 25–26 °С) отмечаются на севере и уменьшаются по направлению на юг. Температурный минимум в феврале в северной части моря по Среднему Каспию 3–7 °С (Соловьев, Скорнякова, 1955).

Появление льда вдоль побережья западной части Среднего Каспия отмечено лишь в суровые зимы (последний раз – зимой 2011/2012 гг.). В южных районах припай не

образуется, но в районе г. Махачкалы в суровые зимы при продолжительных и сильных юго-восточных ветрах битый лёд может образовать плотную массу толщиной до 5–6 м. Большой торосистостью отличается Астраханский рейд и район островов Чечень и Тюлений, где могут быть ледяные нагромождения до 3–6 м (Жиндарев и др., 2013).

Средние годовые величины солёности в Среднем Каспии – от 12,5‰ до 13‰. По данным многолетних наблюдений солёность морских вод вдоль побережья Дагестана увеличивается с севера на юг от 9,91‰ на Сулакском взморье, до 10,33‰, в районе Махачкалы и 11,85‰ в районе Дербента (Ахмедова и др., 2000).

Растительность на дагестанском побережье представлена комплексом пустынного или полупустынного типа, а в дельте р. Самур – флорой сухих субтропиков. Преобладают пустынные (солянковые, полынно-солянковые, эфемерово-солянково-полынные) и полупустынные (эфемерово-злаково-полынные) растительные комплексы, связанные с рядом последовательных сукцессий с литоралями и дельтовыми плавнями. Первым звеном в ряду береговых пустынных фитоценозов являются неустойчивые растительные группировки и литоральная растительность с зарослями вьюнка (*Convolvulus persicus*) и турнефорции (*Tournefortia sibirica*), в низинах – заросли однолетних солянок и тростника (Чиликина, Шифферс, 1962; Яруллина, 1983).

На побережье Республики Дагестан расположены устьевые зоны таких крупных рек Кавказа как Кума, Терек, Сулак и Самур. Высокая водность территории обусловлена преобладанием в её пределах мощных горных поднятий, являющихся аккумуляторами атмосферной влаги. В то же время сама Приморская низменность, характеризующаяся небольшим количеством осадков (300–400 мм), в формировании речного стока впадающих в Каспий рек практически не участвует (Водные ресурсы Дагестана, 1996; Акаев и др., 1996).

Более 50% дагестанского побережья представлено аккумулятивными берегами, нарастающими за счёт наносов, приносимых волнами, течением или прибоем. Преобладают песчаные пляжи, по средней и южной части побережья встречаются и ракушечные. В южной части Дагестана на значительных участках берега до понижения уровня моря формировались абразионные или абразионно-аккумулятивные новокаспийские береговые террасы. В период регрессии Каспийского моря абразионные берега занимали около 10% дагестанского побережья, а в трансгрессивный период – до 30% (Жиндарев и др., 2013).

Шельф Среднего Каспия на большей части дагестанского побережья сравнительно узкий, ограниченный чётко выраженной бровкой, глубина над которой меняется от 100 м на широте Махачкалы до 75–65 м на широте Дивичи в Азербайджане (Леонтьев, Халилов, 1965; Электронный атлас Каспийского моря, 2015). Здесь преобладают мелкозернистые терригенные отложения, закономерно сменяющие друг друга по глубине: у берега доминирует мелкий и средний песок; в районах устьев рек – пылеватый песок. На глубинах 15–20 м расположены илы и песчанистые илы. На внешней части шельфа (свыше 30–50 м) и вдоль его бровки снова появляются пылеватые и мелкие пески (Кленова и др., 1962).

Реки Дагестана мобилизуют осадочный материал из гумидных областей. Вода дагестанских рек имеет среднюю степень минерализации – от 200 до 500 мг/л. В высокогорных районах реки менее минерализованы за счёт питания талыми водами (Жиндарев и др., 2013). Основная часть аллювиальных осадков переносится реками с запада в качестве терригенных продуктов разрушения горных пород и абразии берегов (Свиточ, 2014). Высокие модули стока рек формируют исключительно высокий уровень наносов, выносимых реками на низменность и в акваторию Среднего Каспия. Интенсивность

смыва с поверхности бассейнов рек Среднего Каспия намного выше, чем в бассейнах равнинных и даже горных рек Евразии: для понижения поверхности водосбора рек Сулак и Самур требуется всего 5–7 месяцев, тогда как в бассейне р. Риони (Грузия) на это уходит около 6 лет, в бассейне р. Дон – 50 лет, а в бассейне р. Волга – 140 лет. Количество наносов, смываемых в год с 1 км^2 поверхности речных бассейнов Республики Дагестан, в большинстве случаев превышает 1 тыс. тонн, а для ряда рек достигает 2–4 тыс. тонн (р. Аксай – 2 543 тонн, р. Ахтычай – 3 973 тонн). Высокий поверхностный смыв обусловлен наличием в бассейнах рек легко размываемых глинистых сланцев, глин и мергелей при общей скудности растительного покрова. Интенсивный смыв обуславливает рекордно высокие показатели мутности дагестанских рек по сравнению с реками других регионов России: среднегодовые показатели мутности (по каолину) в нижнем течении р. Терек составляют 2 500 г/м^3; в р. Самур – 1 950–2 050 г/м^3; в р. Аксай – до 35 000 г/м^3. Многолетний среднегодовой объём наносов р. Терек составляет более 16 млн. тонн/год, р. Самур – от 3,5 до 4,7 млн. тонн (Гюль и др., 1961; Байдин, 1970; Байдин и др., 1971; Зонн, 2004). Большие объёмы выноса твёрдых фракций, наряду с колебаниями уровня моря, способствуют формированию в устьевых областях дельтовых систем и аккумулятивных форм береговых образований озерно-лагунных формаций, бухт, песчаных кос и выступов (Аграханская коса, Сулакский и Самурский выступы).

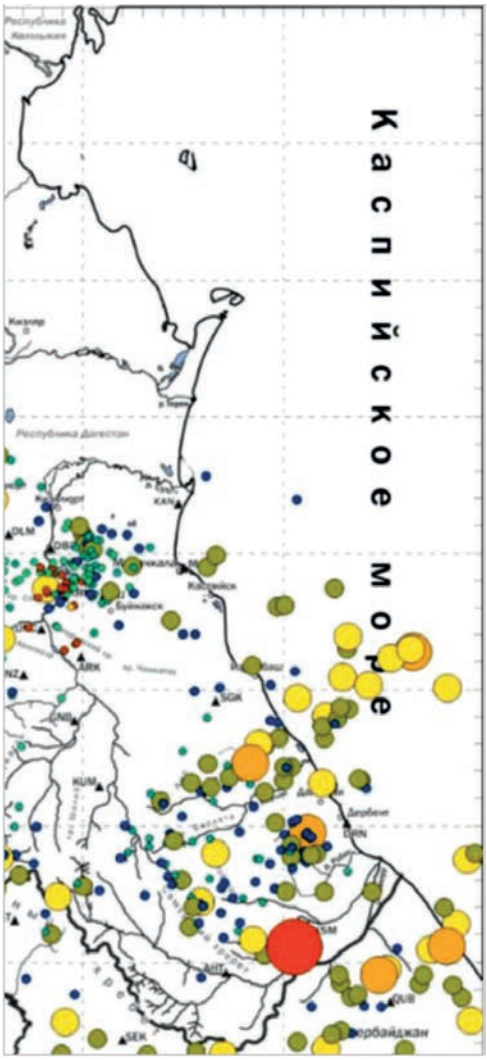


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений на территории Среднего Каспия за IV квартал 2024 г. (по Магомедов и др., 2025).

Каспийское море находится в зоне повышенной сейсмической активности, наиболее выраженной в юго-западной части Среднего Каспия. Согласно каталогу землетрясений, на территории Дагестана и акватории Среднего Каспия только за один IV квартал наблюдалось от 514 (2022 г.) до 583 (2024 г.) землетрясений, называемых фоновой неоднородной кольцевой сейсмичностью (Магомедов и др., 2023, 2025). Среди них от 30 до 70 достигали магнитуды более 2,5, около 15 – магнитуды выше 3 и несколько магнитуды от 4 до 5 (рис. 1).

С сейсмической активностью связана и высокая флюидодинамическая активность Каспийского моря, выражающаяся в различных нефтяных, газовых и гидротермальных проявлениях: грязевых вулканах, грифонах, залповых или периодических газовых выбросах (Бухарицин и др., 2016). Наиболее распространены на Каспии флюидодинамические системы закрытого ком-

прессионного типа и полуоткрытого иллюзионного типа (Бухарицин и др., 2021). По данным глубинного сейсмического зондирования под дном Каспия на глубинах от 4 до 45 км располагается так называемая «гидравлическая подушка», представляющая собой мощную толщу флюидо-насыщенных горных пород и содержащая огромные запасы газонасыщенных пластовых флюидов (подземных вод, нефти и природного газа), находящихся под очень высоким давлением. Эта «гидравлическая подушка» является нестабильной и при сейсмических толчках может локально разгружаться.

Одной из особенностей геологического строения недр Среднего Каспия является наличие большого количества вертикальных разрыхлённых образований, так называемых «газовых труб», пронизывающих платформенный чехол нефтегазоносных осадочных пород на глубину свыше 2 км. Эти «трубы» являются структурными предпосылками существования очагов субмариной глубинной разгрузки подземных флюидов (Голубов, Измаилов, 2003; Путанс и др., 1918, 2019). Особенно высокая концентрация «газовых труб» была обнаружена в ходе высокочастотного профилирования у южного побережья Дагестана с максимумом плотности в локальном районе юго-восточнее Дербента (Путанс и др., 2019). Наблюдаемые в этом районе серии разрывных нарушений приурочены к оси растяжения Дербентского прогиба (Иванова, Трифонов, 2002). Анализ воды и донных осадков в местах выхода «труб» («покмарков») показал наличие высоких концентраций железа, тяжёлых металлов (Pb, Cu, Cd, Zn и др.), а также нефтепродуктов, что указывает на постоянную флюидную активность этих структур. В случае сейсмических толчков силой свыше 2–4 магнитуд эта активность может лавинообразно нарастать, приводя к залповым выбросам природного газа и локальной разгрузке напорных пластовых флюидов (Путанс и др., 2019). Такого рода флюидные разгрузки часто фиксируются в акватории Северного и Среднего Каспия (см. Магомедов, 2026 – настоящая монография, с. 163–188). По всей видимости, они являются важным, но до настоящего времени почти неисследованным фактором среды обитания каспийской фауны (Бухарицин, Голубов, 2017).

В ихтиофауне прибрежных вод Дагестана, преобладают эвригалинные и эвритермные виды. В этой части моря уживаются представители арктической ихтиофауны (кумжа, белорыбица) и теплолюбивые средиземноморские вселенцы (атерина, игла-рыба, колюшка), рыбы морской реликтовой (сельдевые, бычки) и генеративно-пресноводной фауны (осетровые, карповые, окуневые). Всего у дагестанского побережья обнаружено около 110 видов и подвидов рыбообразных и рыб. Среди них такие важные в питании каспийского тюленя виды как пелагические сельдевые – тюлька обыкновенная (*Clupeonella cultriventris caspia*), анчоусовидная (*C. engrauliformis*) и каспийская (*C. grimmi*), совокупно занимающие около 90% летнего рациона тюленя, бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis*) и бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus*), частота встречаемости которых в питании тюленя может достигать 78%. Важное место в питании тюленя занимают встречающиеся в дагестанских водах кефали (*Chelon auratus*, *C. saliens*), судаки (*Sander lucioperca*, *S. volgensis*), атерина (*Atherina boyeri caspia*), карповые (Cyprinidae), а также беспозвоночные – раки, мизиды, гаммариды, крабы, креветки и двустворчатые моллюски (Бадамшин, 1966; Хураськин и др., 1982; Хураськин, 1989; Крылов, 1983; Кузнецов, 2011; Баймуканов и др., 2023). Каспийский тюлень, будучи выраженным ихтиофагом, выступает в роли вида-генералиста, способного в зависимости от текущего состояния ресурсов переключаться с одного вида жертвы на другой.

В настоящее время в связи с падением уровня моря происходит смещение миграционных путей и пастбищных полей рыб в западную часть Среднего Каспия. Здесь проходят основные миграционные пути и расположены районы нагула, зимовки и нереста осетровых, лососёвых, сельдевых, кефалевых и частиковых рыб, совершающих ежегод-

ные миграции вдоль западного побережья из Южного Каспия в Северный и в обратном направлении (Абдусамадов, 2007). К миграциям сельдевых рыб традиционно приурочены и миграции каспийского тюленя.

По составу каспийской фауны, составу донных отложений, батиметрии и физико-химическим параметрам водной среды А.Н. Державин (1951) разделял Каспий на 7 зоогеографических участков, из которых в дагестанском секторе представлены три. Северный участок, ограниченный 10-метровой изобатой и продолжающийся в виде узкой прибрежной каймы вдоль всего западного берега, в котором преобладают песчаные и иловые грунты, вода опреснена речными стоками, характеризуется широкой амплитудой сезонных изменений температуры. Это наиболее заселённая в количественном и качественном отношении зона, где в настоящее время господствуют представители азово-черноморской фауны. Второй участок прилегает к первому со стороны моря и ограничен изобатами 10–50 м, он занят водами более высокой солёности с меньшими сезонными изменениями температуры, а на дне преобладают ракушечные и иловые грунты. В фауне участка преобладают каспийские эндемики. Третий, глубоководный участок, расположен на глубинах свыше 50 м. Он занимает обширную область Среднего Каспия и характеризуется постоянными солёностью и температурой, развитием иловых, часто ракушечных грунтов. Здесь сосредоточены потомки арктических выходцев, ведущие большей частью донно-пелагический образ жизни. Фауна в открытых частях моря не богата и представлена главным образом автохтонными и арктическими формами.

Формирование зоопланктонного комплекса западной акватории Среднего Каспия носит выраженный сезонный характер. Наибольшее видовое разнообразие зоопланктона отмечается весной, а высокие показатели численности и биомассы – летом (Османов, 1998; Османов и др., 2019). С учётом всех пресноводных форм придельтовых зон западных прибрежных мелководий в Среднем Каспии около 100 видов и форм зоопланктона. В его составе абсолютно доминируют представители трёх отрядов: Copepoda, Cladocera и Rotatoria. Основу видового состава структуры зоопланктона составляют ракообразные (68,4%), включающие 17 видов и форм веслоногих раков, 37 – ветвистоусых, 2 – усоногих и 3 – ракушковых рачков. Вторая по числу видов группа – коловратки, которые вместе с пресноводными формами составляют 14,6%. Группу прочих организмов, в которую входят все планкто-бентические формы и их личинки – инфузории гидрозоа, круглые, плоские и многощетинковые черви, колокольчиковые, пиявки, насекомые, водяные клещи и т.д. – составляют 17%. Глубоководная часть моря наиболее слабо подвержена сезонным и многолетним изменениям: средняя биомасса в многолетнем аспекте колеблется здесь в пределах 350–500 мг/м^3 (Османов, 2001).

Климатические условия Каспия благоприятны для развития донной биоты. Только моллюсков здесь обитает 47 видов, среди которых наиболее распространёнными являются *Didacna trigonoides*, *D. baeri*, *D. barbot-de-marnyi*, *Monodacna caspia*, *M. adentula*, *Adacna laeviuscula*, *Cardium edule*. За ними следуют солоноватолюбивые дрейсены – *Dreissena polymorpha*, *D. caspia, D. grimmi*, а также сравнительно недавний вселенец *Mytilaster lineatus*. Средняя величина биомассы бентоса, в составе которого преобладают моллюски, колеблется от 40 до 120 г/см^2 (Свиточ, 2014; Свиточ, Янина, 1997). Бентосные комплексы при в целом незначительных сезонных изменениях характеризуются более-менее постоянной пространственной локализацией. Распределение зообентоса в Каспии связано с характером грунта и глубиной. По числу видов преобладают простейшие, нематоды, моллюски. Наибольшее развитие донной фауны наблюдается на глубинах 10–50 м. В бентосе по биомассе преобладают моллюски (митилястер *Mytilaster lineatus*, абра *Abra ovata* и дрейссена *Dreissena caspia*), составляющие 70,3% всей донной фауны. Второе

место занимают ракообразные (29,7%), среди которых первое место занимает балянус (*Balanus improvisus*), второе – краб (*Rhithropanopeus harrisii*).

На глубине от 25 до 50 м формируется основная биомасса бентоса, подавляющее большинство в котором (от 70 до 90%) составляют вселенцы (Гусейнова, 2014). На глубине свыше 50 м, при практически том же видовом разнообразии, происходит сокращение биомассы из-за значительного уменьшения численности вселенцев и резкого увеличения автохтонных организмов, привыкших к суровым арктическим условиям. Биоценоз *Abra ovata* характеризует мягкие илистые грунты (280–316 г/м^2), биоценоз *Nereis diversicolor* является биоценозом илов – они встречается по всему побережью дагестанских вод до глубины 50 м. Здесь характерно преобладание детритофагов – нереиса и олигохет. Их общая биомасса в биоценозе достигает 3,92 г/м^2. Биоценоз *Cerastoderma lamarcki*, одного из древнейших вселенцев, в состав которого также входят двустворчатые моллюски, главным образом дидакны (*Didacna* sp.) и хипанис (*Hypanis plicata*), достигает развития на песчано-илистых грунтах (около 23 г/м^2).

Митилястер, абра, нереис, балянус и церастодерма образуют с местным населением определённую систему биоценотических взаимоотношений. Занимая доминирующее положение в донных биоценозах, они заселили различные участки моря и, развиваясь, создали ряд новых естественных сообществ (Нейман, 1973; Алигаджиев и др., 2004). Эти же авторы отмечают, что процентное соотношение вселенцев и аборигенных форм в последние несколько десятков лет изменилось в пользу местной фауны. Можно предположить, что ситуация изменилась вследствие массового развития гребневика (*Mnemiopsis leidyi*), активно выедающего зоопланктонную форму молоди азово-черноморских вселенцев, обитающих на тех же глубинах, где гребневик получил массовое развитие. А аборигенные формы, как правило, расположены на больших глубинах, к которым, соответственно, приурочена и большая часть их молоди.

Существенным фактором, влияющим на благополучие экосистем Каспийского моря, в настоящее время выступают инвазии чужеродных видов, что актуально и для Среднего Каспия. Вселенцы, как правило, вытесняют аборигенные виды и начинают доминировать по численности и биомассе в фито-, зоопланктоне, бентосе, обрастаниях, и лишь в ихтиоценозе основную роль продолжают играть аборигенные виды (Карпинский, 2009; Магомедов, Рожнов, 2022).

Распространение в Каспии новых видов существенно не влияло на развитие местных форм зообентоса (Бирштейн, Спасский, 1952; Зенкевич, 1963). Однако в последние десятилетия отмечено сильное влияние на автохтонную фауну Каспия азово-черноморских вселенцев, которые полностью или частично вытеснили из устоявших экосистем Каспия аборигенные автохтонные виды. Особенно это отразилось на экосистемах прибрежья дагестанского района Каспия. Под прессом активно развивавшегося в 1980-х гг. вселенца копеподы *Acartia clausi* с западного прибрежья Среднего Каспия были вытеснены автохтонные виды копепод *Calanipeda aqua edulcis* и *Eurytemora grimmi* (Османов, 1987; Курашова, Тиненкова, 1988). До появления в Среднем Каспии азово-черноморских вселенцев доминирующими видами являлись *Eurytemora grimmi, Limnocalanus grimaldii* – в глубоководных районах, и *Calanipeda aqua edulcis* – в прибрежных мелководьях (Мамаев, 1982; Османов, 1987). С появлением этих вселенцев в 1980-х гг. доля каспийских копепод в зоопланктоне значительно уменьшилась, вплоть до полного исчезновения. Таким образом, начиная с середины 1980-х гг. основу численности и биомассы зоопланктона в западной части Среднего Каспия составляет А. *clausi*, и с середины 1990-х гг. – *A. tonsa*. Составляя 80–90%, а в некоторых районах и около 99% всего зоопланктона, в настоящее время они образуют практически весь зоопланктонный комплекс западной части Среднего Каспия.

Особое место в последние несколько десятилетий в инвазионных процессах и функциональной перестройке трофической структуры экосистем Среднего Каспия сыграл гребневик мнемиопсис (*Mnemiopsis leidyi*). Быстрое размножение и отсутствие естественных врагов поставили его вне конкуренции с другими потребителями планктона. Благодаря ему численность зоопланктона в Среднем Каспии снизилась к 2004 г., в сравнении с периодом 1991–2000 гг., в 2,6 раза, биомасса – в 1,9 раза (Тиненкова, Петренко, 2004). Структурная перестройка видового состава зоопланктона сопровождалась исчезновением основного кормового объекта кильки – *Eurytemora*, биомасса которого к 2009 г. сократилась в 166 раз. С исчезновением *Eurytemora grimmi* в составе зоопланктона Среднего Каспия копепода *Acartia tonsa dana* стала ведущим кормовым объектом килек, динамика численности их популяций стала определяться продукционными циклами этого гидробионта (Елизаренко, 1992). С 1991 г. численность популяции анчоусовидной кильки к 2016 г. сократилась в 7,5 раз (с 172,0 до 22,9 млрд. экз.), промысловый запас – в 3,7 раза (с 667,2 до 180,1 тыс. тонн), уровень пополнения популяции – в 8,4 раза (с 66,1 до 7,9 млрд. экз.). Воздействие мнемиопсиса прямо или опосредованно отразилось на всех трофических уровнях экосистемы моря, включая самих килек, сельдей, осетровых рыб и каспийского тюленя, в рационе питания которых кильки составляют значительный удельный вес (Парицкий, Разинков, 2018). Его воздействие на хозяйственно ценные виды рыб проявляется не только косвенно, через уменьшение кормовой базы, но и в прямом их уничтожении.

Массовое скопление гребневика (более 80% биомассы) в фотосинтетической зоне (0–25 м), где высока продуктивность зоопланктона, несомненно, является реакцией на пищевые потребности. Высокие показатели численности и биомассы характерны для мелководных зон района. В зонах влияния рек Терек и Сулак, где традиционно высокая численность и биомасса зоопланктона, а также в центральных районах северо-западной части Среднего Каспия мнемиопсис образует плотные скопления с высокой биомассой. Средняя его биомасса в дагестанском районе Каспия летом 2006 г. составила 209 мг/м^3. Процесс этот, по-видимому, прошёл точку апогея и сейчас можно ожидать стабилизацию Каспия на экосистемном уровне в связи с появлением основного потребителя мнемиопсиса – *Beroe ovata*. Единичные экземпляры гребневика *Beroe ovata,* которые в настоящее время активно встречаются практически по всему дагестанскому побережью Каспия, были обнаружены в ноябре 2020 г. в районе Махачкалы сотрудниками Каспийского филиала ИО РАН и ЮНЦ РАН (см. Ушивцев и др., 2026 – настоящая монография, с. 212–221).

За последние 25–30 лет по всей западной части Каспия происходило снижение биомассы планктонных и бентосных организмов, которая сократилась от 5–6 до 14 раз (Каспийское море: состояние окружающей среды, 2019; Малиновская, Зинченко, 2012). Как следствие, резко упали выловы морских видов, само рыболовство стало более сложной и малорентабельной отраслью экономики. Например, если раньше все прикаспийские страны вылавливали около 300 тыс. тонн кильки, то сейчас данная цифра в 10 раз меньше и, в среднем, не превышает 30–35 тыс. тонн. В 2024 г. вылов кильки составил 23,4 тыс. тонн.

На дагестанском побережье Каспия принято выделять несколько основных бассейновых районов, связанных с наиболее крупными реками, впадающими непосредственно в Каспийское море: Кумской, Теречный, Сулакский, Шура-озень-Рубасский и Самурский (Водные ресурсы Дагестана, 1996). Оценка этих территориальных выделов бассейнов рек Среднего Каспия позволит обобщить картину современного состояния природной среды, характерные особенности динамики прибрежной полосы и степени их хозяй-

ственного использования. На сегодняшний день по всей этой территории нет участков, не затронутых той или иной хозяйственной деятельностью человека. Слабо преобразованные и естественные участки сохранились на площади менее 20–30% береговой территории Дагестана, преимущественно в малопригодных для хозяйственного использования районах – полупустынных и песчаных комплексах Терско-Кумской равнины, плавнях и приплавневых лугах приморской зоны и части южной береговой линии.

Большая часть Терско-Кумской низменности занята Ногайской степью – обширной зоной полупустынь, основная часть которой лежит ниже уровня мирового океана. Это наиболее засушливая зона западного побережья Среднего Каспия. Аккумулятивные процессы обусловили здесь формирование низменного рельефа с пологими уклонами, что способствует глубокому проникновению нагонных вод. Даже в условиях регрессии моря сильные нагоны оказывали существенное влияние на берег. Мощный ветровой нагон 1952 г. проникал более чем на 20 км от моря (Чекалина, 1977).

Река Кума (среднемноголетний сток 0,335–1,1 км^3/год, среднемноголетний расход воды в устьевой зоне до 10 м^3/с) чаще всего заканчивается слепым устьем в Ногайской степи и её воды, как правило, только в исключительно многоводные годы доходят до моря и впадают в Кизлярский залив. Устьевую часть Кумы и прибрежную акваторию моря занимает Кизлярский залив, большая часть которого приходится на государственный заповедник «Дагестанский» (110 000 га). Заповедник представлялся примером эталонного типа экосистем опреснённых морских заливов и устьев рек аридной зоны Северной Палеарктики, находящийся в близком к естественному состоянии. При средней глубине залива – около 1,5 м, при сильных восточных ветрах («морян»), уровень воды в заливе может подниматься до 3 и более метров.

Кизлярский залив является одной из узловых точек на Западнокаспийском миграционном пути птиц – одном из самых крупных в Евразии. Акватория залива являлась важнейшим рыбопромысловым районом дагестанского побережья и наиболее значимым питомником воспроизводства и нагула полупроходных и речных рыб на западном побережье Каспия. Ихтиофауна Кизлярского залива представлена примерно 70 видами и подвидами, среди которых очень много редких и ценных рыб. Промысловые виды были представлены полупроходными (сазан, лещ, судак, вобла) и озёрно-речными (щука, сом, жерех, краснопёрка, серебряный карась, густера, окунь, линь и др.) рыбами. Большая часть их жизненного цикла проходит в заливе и прилегающих к нему районах. До падения уровня моря здесь добывалось около 80% всех рыб Терского-Каспийского рыбохозяйственного района, залив обеспечивал существование многих ценных промысловых рыб: русского осётра, севрюги, стерляди, белуги, белорыбицы, волжской сельди, каспийской кумжи и др. Это единственная территория на всем Каспии, где нерест полупроходных и речных видов рыб происходил прямо в море, на опреснённых мелководьях. Здесь ежегодно воспроизводилось 70–80 млн. штук молоди различных видов рыб, что в промысловом возврате составляет 4–5 тыс. тонн рыбы в год. В плане восстановления численности рыб и поддержания их промысловых запасов это вносило существенный вклад в общую копилку биопродуктивности и разнообразия рыб Северного и Среднего Каспия (Водно-болотные угодья России, 2006; Бархалов и др., 2016).

В настоящее время по всей северной части Каспийского моря, не исключая и север Западного Прикаспия, возникают новые острова. Эти острова постепенно покрываются растительностью: на них начали активно прорастать тростник и пионерская растительность начальных рядов сукцессий на песчаных отмелях, большая западная часть Кизлярского залива стала сушей, а более северная часть превратилась в сплошные одновидовые тростниковые плавни с практически 100% покрытием (рис. 2).

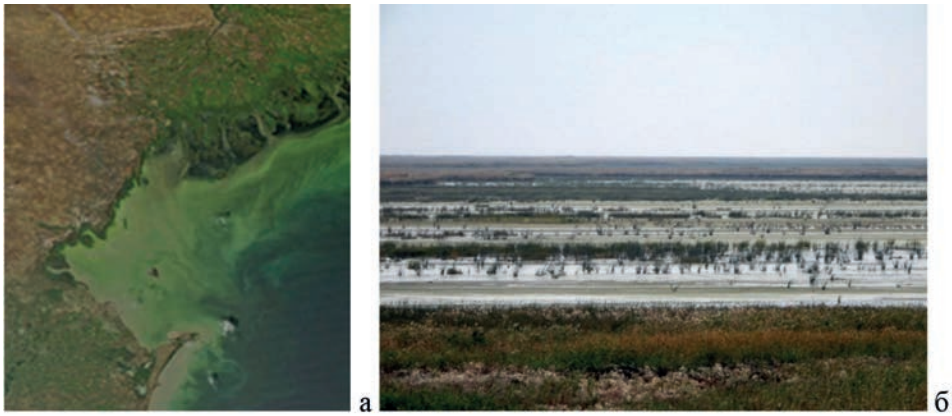


Рис. 2. Северо-Западный Прикаспий, 2025 г. (а) и Кизлярский залив в устье р. Кума, май 2024 г. (б).

Обрабатываемые сельскохозяйственные земли по Терско-Кумской низменности практически отсутствуют. Более 80% территории традиционно используется в качестве зимних пастбищ отгонного животноводства. Песчаный грунт здесь покрыт довольно тонким плодородным слоем, разрушение которого ещё в прошлом столетии приобрело характер экологической катастрофы.

Южнее Терско-Кумской низменности, вдоль побережья Каспия, находится крупная самостоятельная геоморфологическая структура с самой насыщенной гидрологической сетью – Терско-Сулакская низменность. Её поверхность прорезает множество рукавов рек Терек, Акташ, Аксай, Сулак, Шура-озень, сеть оросительных каналов и дренажных сооружений, осуществляющих межбассейновые переброски стока терских вод. Здесь построен ряд гидроузлов (Павлодольский, Сунженский, Каргалинский и др.) (Акаев и др., 1996; Водно-болотные угодья России, 2006).

В дельте р. Терек (среднемноголетний сток 11 км^3, расход воды у станции Каргалинская 270 м^3/с) сосредоточено самое большое количество и самые крупные естественные водоёмы Западного Прикаспия, такие как, например, «Каракольские озёра», «Ачикольские (Нижнетерские) озёра», «Аграханский залив и дельта реки Терек», «Озеро Южный Аграхан», «Водохранилище Мехтеб», «Сулакская бухта» и др. (Водно-болотные угодья России, 2006). Сюда относится и глубоко вдающийся в море Аграханский п-ов и бывший (до снижения уровня моря) Чеченский архипелаг, сформировавшийся к настоящему времени в полноценный единый полуостров. Гидрологический режим всех водных объектов данной зоны в настоящее время характеризуется недостаточно высокой сезонной и межгодовой динамикой наполняемости, что тесно связанно с Тереком и его протоками, которые в низовьях ещё в 2000-х гг. часто выходили из своих берегов и затапливали обширные окружающие территории. При прорывах рукавов Терека, которые случались раньше очень часто, возникали новые озёрно-речные системы – «прорвы». Связано это с тем, что вследствие постоянных обвалований уровень водной поверхности русел рукавов и протоков реки находился на 2–8 м выше межгрядовых понижений. В периоды регрессий морской край дельт Терека и Сулака смещался далеко в сторону моря, а в периоды трансгрессий линия берега отступала и дельта затоплялась.

В начале 1970-х гг. в дельте Терека на месте естественных озёрно-болотных систем (Каракольские, Аракумские, Нижне-Терские и др.) были созданы озёра и превращены в искусственные рыбохозяйственные водоёмы. Крупнейшие из них, Аракумские и Нижне-Терские, входящие в систему Ачикольских озёр, имели двойное назначение: как не-

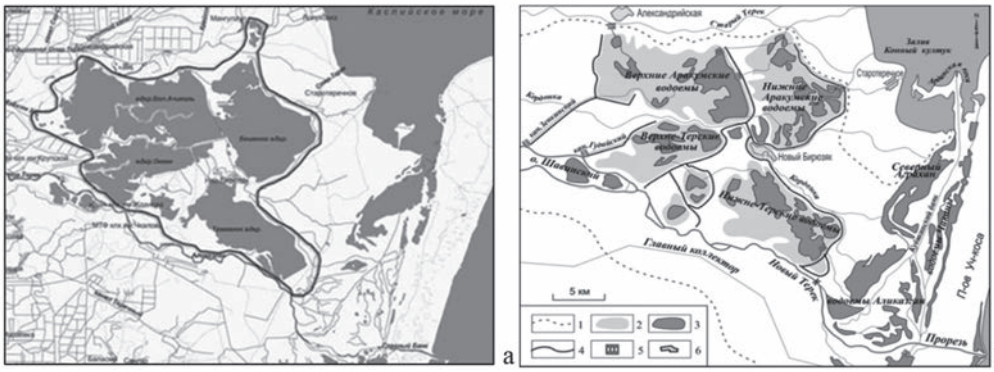


Рис. 3. Рыбохозяйственные водоёмы левобережной зоны Нижнего Терека (а – 1970 г., б – 2000 г.): 1 – граница максимальных паводковых разливов р. Терек в период 1950–1970-х гг.; 2 – площади рыбохозяйственных водоёмов при их максимальном заполнении; 3 – площади современных акваторий.

рестово-выростные водоёмы и водоёмы для промышленного лова рыбы. Общая площадь озёр в 1970-е гг. составляла 31,7 тыс. га, в настоящее время это сильно заросшие мелководные озёра с остаточной площадью не более 20–30% (рис. 3). К настоящему времени практически все водоёмы обмелели и частью высохли, заросли или распались на мелкие озерца числом не более 50. Берега озёр превратились в широкие, непроходимые заросли тростника. Общая площадь самых северных, Каракольских, озёр также сократилась почти вдвое – с 15,1 тыс. га (1972 г.) до менее чем 8,0 тыс. га (настоящее время).

Рыбопродуктивность этих водоёмов, даже без растительноядных рыб, вначале поддерживалось на уровне 40–50 кг/га, в настоящее время составляет 1,5–2,0 кг/га. В море и устьевых зонах рек уже практически нет промысловых запасов рыб, восстановление популяций анадромных видов рыб Среднего Каспия во многом будет зависеть от системы пресноводных приморских озёр и лагун – в качестве нерестовых и выростных водоёмов. Обмелевшие и обсыхающие участки водоёмов всё чаще передаются во «временное» пользование сельхозпользователям, которые постоянно увеличивают численность скота и усиливают летний выпас, во многом способствуя выжиганию и обезвоживанию территории для целей животноводства.

Аграханский залив ранее представлял важнейший рыбохозяйственный объект всего побережья и значимый экологический объект в России национального значения. Здесь до 1968 г. складывались отличные условия для нереста, нагула и добычи в промышленных масштабах ценных видов рыб. Такого разнообразия рыб (45 видов, относящихся к 12 семействам и 21 роду) и водно-болотных птиц (более 200 видов) трудно было встретить где-то ещё в Российской Федерации, кроме дельты Волги (Мирзоев, 1983).

За период XX в. и по настоящее время Аграханский залив претерпел существенную трансформацию, вплоть до полного исчезновения как залива: выдвижение дельт главного рукава Терека (Аликазгана) и его ответвлений (Кордонки, Кубякинского, Батмаклинского банков), впадающих в Аграханский морской залив, практически отчленило его от моря и превратило в заболоченную сушу. После прорытия в 1968 г. канала (Прорези) через Уч-косу залив разделился на две части: Северо-Аграханский лагунно-озёрный комплекс и изолированное от моря озеро Южный Аграхан, ставшее самым большим озером Западного Прикаспия (около 150 км^2). Последние 20-30 лет залив представлял собой дельтовый озёрно-плавневый массив, который к 2025 г. высох окончательно.

Естественный ход изменений природы в зоне Аграханского залива, в первую очередь его гидрографического состояния и, следовательно, сообществ Терской дельтовой систе-

мы, был принят за антропогенную деградацию и этот естественный ландшафтный процесс было решено повернуть вспять. В результате каскад естественно-антропогенных процессов, накладывавшихся друг на друга в последние сто лет, к настоящему времени привёл к практически полной потере экологического и рыбохозяйственного значения Аграханского залива.

В связи с падением уровня моря изменился и рельеф Аграханского архипелага – крупнейшей новокаспийской (голоценовой) аккумулятивной формы западного побережья Каспия (Добрынин и др., 1971). В состав его входили острова Чечень, Яичный, Пичугин, Базар, Прыгунки, Пичужонок и ряд других то появляющихся, то исчезающих островов, образованных песчаными наносами рек Терека и Сулака. Друг от друга и от Аграханского п-ова они были отделены узкими мелководными проходами, самым широким из которых был Чеченский проход (Аграханский пролив), отделявший и самый крупный о. Чечень от о. Базар и лежащего восточнее о. Пичужонок.

В настоящее время вследствие обмеления Каспия проливы между полуостровом и островами и островками полностью исчезли, участки островов сомкнулись в единый комплекс. Полностью исчезла озёрно-болотная система Северного Аграхана, до недавнего времени представлявшая собой узкую протоку (канального типа), уже не имеющую связи с Тереком, все острова сомкнулись с материковой частью полуострова, а сам п-ов Уч-коса, по сути, потерял полуостровное значение. В качестве полуострова, может даже уже мыса, частью выступает только самая северная часть Уч-косы с примкнувшими к ней островами архипелага, замыкающими Кизлярский залив с юго-восточной стороны. В восточном направлении от нового уже мыса тянется длинная заболоченная отмель. С западной стороны он также опоясан широкой полосой мели, не проходимой даже для лодок. Поверхность полуострова сложена сыпучим песком с бесчисленным количеством раковин. Местами пески всхолмлены в дюны, бугры. Движение песка несколько удерживается редкой растительностью (рис. 4).

Утрата Северного Аграхана как уникального природного резервата на Юге России, крупной пресноводной лагуны, естественного рыбно-орнитологического «питомни-



Рис. 4. Современная тенденция изменения Аграханского п-ова и Северо-Аграханский лагунно-озёрный комплекс (а – 1984 г., б – 2025 г.).

ка» с весьма большими для аналогичных приморских водоёмов глубинами (2,5–3 м, а исторически до 6,5 м), подобной которой не было на всем побережье Каспия, является безвозвратной. Это была буферная зона между рекой и морем, где происходило смешение пресных и солёных вод между нерестово-выростными водоёмами и морем, которая играла своеобразную роль приёмного водоёма для севрюги, осетра, сазана, леща, судака, воблы, сома, рыбца, кутума, шемаи и других видов рыб, мигрирующих на нерест и зимовку в среднее и нижнее течение р. Терек, а также в Аракумские и Нижнетерские нерестово-выростные водоёмы. В 1970–1980 гг. с конца мая и начала лета в залив, в протоки и прорезь р. Терека постоянно заходили и молодые тюлени 2–4 лет, следуя за косяками рыб, идущих на нерест.

Озеро Южный Аграхан в результате дельтоформирующих процессов в устье Терека и прямого отделения от терских вод оказалось, по существу, крупнейшей на Каспии лагуной с площадью более 150 км^2 га. Питается озеро в основном за счёт дренажных вод коллекторов имени Дзержинского и Тальмы, и, частью, грунтовых вод. Как и Северный Аграхан, оно мелеет, испытывает эвтрофирование и по всей открытой водной части (66,3 км^2) плотно заросло харовыми водорослями. Водоём и окружающие его болота – известные в нашей стране районы активной миграции птиц: здесь проходят трансконтинентальные пути перелетных птиц на юг из Европы и Сибири. Во время пролёта в тростниковых зарослях и на открытой водной глади можно встретить до 150-200 видов птиц общим количеством до 20 тыс. особей. В настоящее время рыбохозяйственного значения озеро не имеет, здесь ведётся только любительский лов рыбы и охота (Джамирзоев, Букреев, 2006а; Магрицкий и др., 2022а,б).

Из-за чрезмерных антропогенных нагрузок практически всю прибрежную зону дельты Терка можно считать экологически дестабилизированным районом. В последние десятилетия произошло существенное изменение состава и структуры её почвенно-растительного покрова, активно развиваются процессы деградации и засоления почв, наблюдается деградация богатой дельтовой растительности. За прошедшие 60 лет удвоились площади солончаков, полностью трансформировались незасолённые и глубокозасолённые почвы дельтовых и прибрежных районов (Зонн, 1978; Добровольский и др., 1991).

Дельта Терека постепенно переходит в дельтовую равнину р. Сулак и далее в Приморскую низменность. Практически вся северо-западная часть междуречья Терека и Сулака покрыта густой сетью ирригационных каналов (Юзбаш, Шабур, Тальма и многие др.) и является одной из земель Низменного Дагестана, благоприятных для сельскохозяйственного использования. В частности, только рисовые чеки занимают здесь более 35 тыс. га. Значительные пространства Сулакской низменности также заболочены и заросли тростником.

В устье р. Сулак (среднемноголетний сток 3,6 км^3, расход воды у станции Каргалинская 176 м^3/с), второй по величине реке Среднего Каспия, несмотря на его высокий зарегулированный характер, как и в устье р. Терека, откладывается большое количество наносов. Благодаря их накоплению русло реки постоянно меняет своё очертание и выдвигается в море в виде песчаных кос в северо-восточном и юго-восточном направлениях.

Сама дельта Сулака начала формироваться на открытом побережье Каспийского моря около 200 лет назад. К середине прошлого века дельта Сулака выдвигалась на север (по центральному руслу) примерно на 9 км. В 1957 г. был осуществлен прокоп, спрямивший нижнее течение реки и сокративший его длину на 7 км. Старая гидрографическая сеть быстро отмерла, восточный берег старой дельты подвергся интенсивному размыву, про-

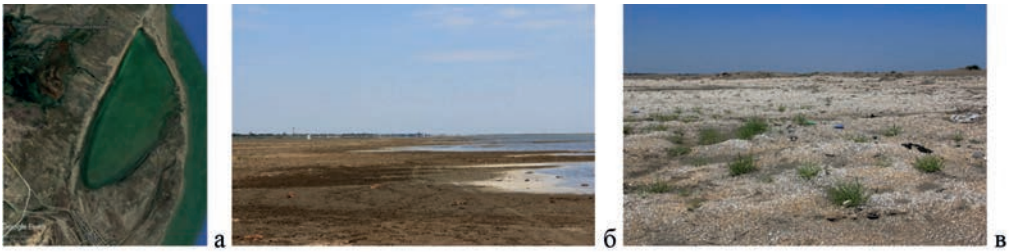


Рис. 5. Сулакская бухта в 2022 г. (а): западный (б) и восточный (в) берег залива.

дукты которого перемещались на север, формируя морскую косу, ориентированную на северо-запад, которая к 1982 г. практически полностью перегородила вход в акваторию Сулакского залива (Сулакской бухты) (рис. 5) (Жиндарев и др., 2013).

В настоящее время (июль 2025 г.) в связи с существенным снижением уровня моря (до более -29,5 м БС) искусственная перемычка между заливом и морем перестала практически функционировать. Глубина залива на большей его части не превышает 0,2–0,5 м, вода перегрета, вдоль береговой линии отмечаются явные элементы эвтрофикации. По оголённым окраинам залива, особенно по восточной песчаной части, все дно усыпано ракушечниками, среди которых массово представлен *Cerastoderma glaucum*, доминируют также солоноватоводные *Didacna trigonoides, D. longipes*, реже встречаются *Amra ovata* и совсем редко *Hynanis angusticostata*.

Сулакский залив ещё в недалеком прошлом являлся одним из важных районов воспроизводства и нагула ценных полупроходных и речных рыб Терско-Каспийского рыбохозяйственного подрайона. Благодаря пресному стоку р. Сулак здесь существовали благоприятные условия для нереста сазана, леща, воблы, судака, сома, щуки и других видов рыб, периодически в залив массово заходили осетровые и кефали. Уловы рыб пресноводного комплекса до 1950-х гг. превышали здесь 500 тонн. В настоящее время в залив поступает лишь морская вода только в период наката через искусственную перемычку на его восточной оконечности косы и, как следствие, здесь отсутствуют условия для воспроизводства полупроходных и речных рыб. В целом обширная акватория залива площадью около 30 км^2 практически выведена из рыбохозяйственного оборота.

До настоящего времени в заливе обитает множество разных птиц, среди которых иногда встречаются даже розовые пеликаны и фламинго. Сулакская коса является местом гнездования, остановок на миграциях и зимовки большого числа водоплавающих и околоводных птиц, в том числе редких и исчезающих (Джамирзоев, Букреев, 2006б).

Непременным элементом новой дельты Сулака являются также лагуны, расположенные с тыловой стороны морских кос, вытянутые меридионально вдоль побережья и отделённые от моря песчаным баром шириной не более 100 м и высотой до 2 м. Они были особенно развиты и имели больше площади (более 1000 га) при последнем высоком уровне моря. С середины 1990 гг., с началом падением уровня моря, лагуны постепенно обмелели и практически потеряли своё «функциональное» значение для молоди рыб и в качестве важных островков гнездования, остановок и зимовки многих водно-болотных видов птиц. К настоящему времени, берега и практически вся акватория лагуны сильно заросли подводной и надводной растительностью. Лишь остатки р. Кривая Балка прорезает узкой протокой лагуну до её впадения в р. Сулак.

В пределах среднего и южного Дагестана (от г. Махачкалы до долины р. Самур) вдоль моря протягивается узкая, на 160 км, примыкающая к третичным предгорьям Большого Кавказа, Приморская равнина или Приморская низменность, основным рельефообра-

зующим фактором которой является море. Ширина равнины колеблется от 15–20 км (Туралинская, Приизбербашская и Терекемейская равнины) до 1–2 км. Здесь располагается комплекс древнекаспийских и современных абразионно-аккумулятивных морских террас, сложенные рыхлыми породами песчаного и суглинисто-супесчаного состава, и, сложно устроенный подводный береговой склон до глубин порядка 20 м (Жиндарев и др., 2013).

От дельты р. Сулак до г. Махачкалы протягивается так называемый Караманский отрезок побережья, характеризующийся меридиональной ориентировкой береговой линии, ограничивающей плоскую поверхность дельтово-морской равнины. Следующая широкая песчаная полоса пляжей между Махачкалой и Каспийском (называемой Буйнакской бухтой) завершается зарастающей мелководной Туралинской лагуной протяженностью около 7 км. От моря лагуна отделена хорошо выраженным песчаным береговым валом шириной 3–60 м, и соединена с ним двумя протоками шириной 3–4 м. Территория вокруг лагуны в настоящее время активно осваивается и застраивается, в ближайшие годы, скорее всего, будет полностью или частично осушена для запланированного создания рекреационной зоны. В конце 1990-х гг. Туралинская лагуна имела международное значение для миграционных остановок и зимовки 7 видов птиц, однако за последние годы состояние этого угодья сильно ухудшилось, оно подверглось коренной трансформации. Тем не менее, это ключевая орнитологическая территория России продолжает иметь международное значение для 5 видов птиц (Вилков, Джамирзоев, 2000).

Далее располагается Манасско-Ачисинский участок берега, где значительную роль в рельефе береговой зоны имеют выходы коренных пород и сейчас все чётче выступают надводные гряды, образующие своеобразный контур береговой линии, который далеко отошёл от крутого и высокого абразионного уступа хвалынской террасы (Жиндарев и др., 2013).

Южнее абразионной дуги Избербашского участка берега, до широты г. Дагестанские Огни простирается Терекемейская равнина с песчаным аккумулятивным берегом на всём протяжении.

Весь данный район, от пос. Манас и до г. Дербент, в летний период до 1995–2000 гг. имел определённое значение в поддержании и привлечении сюда крупных группировок каспийского тюленя к его кормовым ресурсам морского побережья – средним и крупным сельдевым. В настоящее время биомасса промыслового стада морских сельдей здесь не столь значительна, как это было ранее (15–20 тыс. тонн), что позволяло ежегодно вылавливать до 1,5 тыс. тонн морских сельдей (Абдусамадов, 2007).

Приморская низменность – наиболее трансформированная под сельскохозяйственные нужды зона низменного Дагестана. Здесь (без учета Крыма) сосредоточено более 30% виноградников России, производится около 30% винограда и почти 90% всего российского коньяка. Низменность сложена четырьмя морскими террасами, соответствующими древним береговым линиям Каспия (с уступами от 10 до 110 м). Её прорезают многочисленные долины рек и речек (Черкесозень, Манасозень, Параулозень, Ачису, Гамриозень, Уллучай, Дарвагчай, Рубасчай, Гюльгерычай, Самур и др.) и эрозионные ложбины с большим числом оросительных каналов и рядом крупных озёр. Среди этих рек наиболее значимыми являются реки Рубас и Самур.

Река Рубас, или Рубасчай (средний годовой расход воды 1,01 м^3/с), последняя в ряду более-менее значимых рек, впадающих в Каспийское море.

Самур (среднемноголетний сток 2,7 км^3, расход воды от устья 85,9 м^3/с) вторая после Сулака по площади водосборного бассейна и водности река Дагестана. Основная площадь водосбора реки (96%) приходится на территорию России, 4% – на территорию

Азербайджана, что обеспечивает его водностью чуть больше 2,0%. Самур впадает в море несколькими рукавами и образует единую систему в одном устье с р. Гюльгерычай, хотя у р. Гюльгерычай часть стока при этом сохраняется. В начале прошлого века Самур ещё разбивался на несколько рукавов, из которых два, Большой и Малый Самур, являлись наиболее мощными. Сейчас почти весь сток протекает по новому третьему и самому западному руслу Малого Самура (Идрисов, 2023).

Самур имеет важное хозяйственное значение, прежде всего для снабжения питьевой водой и орошения значительных районов Азербайджана и Дагестана. В 1956 г. в верхней части дельты был сооружён водораспределительный Самурский гидроузел (передан Республике Азербайджан). Вода от гидроузла по Самур-Дербентскому каналу направляется на север, в сторону г. Дербента, а по Самур-Апшеронскому каналу (Самур-Дивичинскому) – на юг, в сторону г. Баку. Расчётный сток реки 75%-ной обеспеченности (1794 м^3) распределялся следующим образом: 16,7% (300 м^3) – Дагестану, 49,6% (605 м^3) – Азербайджану, остаток – 33,7% (460 м^3) – экологический пропуск в дельту р. Самур, где расположен уникальный в экологическом, эстетическом и научном отношениях природный комплекс на 10,13 км^2 (Болгов и др., 2007).

Дельта р. Самур является конусом выноса горной реки, что создает особые экологические условия для сообществ и их динамики, отличающиеся от равнинных рек. Блуждание русла Самура и многочисленные рукава разной водности, как и геологические особенности самой дельты, явились определяющими причинами образования и сохранения здесь до настоящего времени уникального лианового леса с третичного периода общей площадью почти 80 км^2. Уникальность растительности дельты Самура, кроме её высокого биоразнообразия, заключается в наличии значительного представительства гирканских реликтовых элементов, а также реликтовых умеренно-субтропических лиановых лесов. Лиановый Самурский лес (рис. 6) – один из последних реликтовых лесов в России. Формирование его, одного из самых северных лиановых лесов в мире, тесно связано с особенностями геоморфологии дельты и наличием у р. Самур мощного подруслового стока, что подтверждается деградацией части реликтовых сообществ, интенсивность которой резко возросла после нарушения режима естественного стока реки.

Национальный парк обеспечивает экологическую связанность приграничных охраняемых природных территорий России и Азербайджана, что является залогом сохранения сложившихся миграционных путей животных между территориями этих стран, сохранения и восстановления редких и исчезающих видов и богатого биоразнообразия реликтового леса. Здесь выявлено 1073 вида растений и 469 позвоночных животных, через дельту Самура ежегодно пролетает не менее 10 млн. птиц. У морского побережья существует целая сеть небольших озёр, образующихся за счёт притока воды из подзем-



Рис. 6. Лианový Самурский лес.

ных источников. Мелкие озёра превосходно прогреваются и служат нерестилищем для рыб и местами кормежки перелетных птиц.

К настоящему времени естественный растительный покров дельты Самура претерпел глубокую антропогенную трансформацию и ситуация продолжает ухудшаться. Наращивание забора воды из Самура для хозяйственных нужд по Самур-Апшеронскому и Самур-Дербенским каналам создает критические риски для леса: до устья и дельтовых лесов Самура доходит лишь 9% стока (Новикова, Полянская, 1994; Зонн, 2004; Шихрагимов, Баламирзоев, 2004). Кроме того, в период недавнего высокого уровня моря и частичного затопления берега проникновение морской воды в грунт вызвало засоление почвы. Резко снижено мезофильное гирканско-евросибирское биоразнообразие: в большей части биоценозов оно сменилось менее продуктивным и менее разнообразным ксерофильным видовым составом. Вследствие изменения гидрологического режима р. Самур, связанного с его хозяйственным перераспределением, уже полностью потеряны генетически связанные с данной рекой популяции осетровых (русский осётр, персидский осётр, севрюга, белуга, кутум, кумжа и др.), которые были способны размножаться на галечных грунтах на расстоянии всего одного километра от устья реки.

Складывающаяся экологическая ситуация по дагестанскому побережью и в бассейнах рек западного побережья Среднего Каспия не позволяет рассматривать состояние исключительно сложной мозаики его экосистем без учёта последствий воздействия на них современных форм и интенсивности хозяйственного использования, особенно в условиях возможных новых экспансий разведки и добычи углеводородных ресурсов в регионе. Хозяйственная деятельность человека в Западно-Прикаспийском регионе уже привела к существенным изменениям природных ландшафтов и способствовала возникновению многочисленных техногенных процессов и явлений, которые становятся ведущими в деградации ландшафтов, загрязнении всех их компонентов, снижении естественного биопродукционного потенциала и качества среды.

Основным источником загрязнения прибрежных дагестанских морских вод остаётся вынос Волги – до 60% загрязнителей, которые по доминирующим здесь течениям, перевалив через Мангышлакский порог, проходят по западной части побережья Каспия.

Гидробиологическая (экологическая) обстановка определяется деятельностью нефтегазодобывающих, химических предприятий, сельскохозяйственных сбросов, различных форм загрязнений твердыми бытовыми отходами и повсеместного сброса канализационных вод, продолжающих нести сотни тысяч тонн органики, азота, фосфора, десятки тонн различных тяжелых металлов. Главным загрязнителем, безусловно, является нефть: количество экстрагируемых нефтяных углеводородов, доставляемых волжской струей на дагестанское побережье, в 2–25 раз больше, чем доставляемый речным стоком и сточными водами самого Дагестана (Бутаев и др., 2005).

В Терском бассейне антропогенная нагрузка уже достигла своих пределов (Экологическая оценка загрязнения…, 2006). К основным факторам разрушения природной среды р. Терек следует отнести высокий уровень отвода вод на полив, высокую концентрацию экологически опасных производств в зонах протекания реки (нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие, горнорудные и другие отрасли), наличием неорганизованных сбросов, поверхностными смывами с загрязненных территорий.

Основной объём загрязнений (до 90% от общего количества) поступает в море с речным стоком. Это соотношение прослеживается почти по всем показателям (нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ, органические вещества, металлы и др.). Как правило, преобладающая часть загрязняющих веществ, поступающих с речным стоком, вместе со взвесью оседает в устьевой области рек. По объёму количество загрязняющих веществ,

стекающих по акватории западного побережья Каспия, распределяется по мере убывания между реками Волгой, Курой, Тереком, Уралом и Самуром (Полонский и др., 1998).

Концентрации и объёмы загрязняющих веществ в море стали уменьшаться после распада СССР и резкого сокращения промышленности в прикаспийских странах СНГ. В результате среднемноголетнее количество нефти, поступающей со стоком р. Волги, снизилось с 71,6 (1978–1991 гг.) до 54,3 тыс. тонн (1992–2000 гг.), а её концентрация в водах дельты в среднем с 0,24 до 0,17 мг/л. Тем не менее, по данным Дагестанского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ДЦГМС) в начале 2000 гг., суммарное (включая все реки Западного побережья Каспия) поступление нефтяных углеводородов в Средний Каспий составляло ещё более 25 тыс. тонн/год.

Другой источник поступления нефтепродуктов в Каспийское море – промышленный и хозяйственный сток городов и посёлков, расположенных вдоль прибрежной полосы моря. В Дагестане ежегодно сбрасывается в море примерно 1 300 млн. м^3 сточной воды жилищно-коммунального хозяйства, коллекторно-дренажных систем и промышленного производства, из них загрязненной – 280 млн. м^3 (без очистки – 200 млн. м^3 и недостаточно очищенной – 80 млн. м^3) (Абдурахманов и др., 2006).

Результаты мониторинговых съёмок показывают, что во все сезоны наиболее токсичной среди всех исследованных водных объектов Дагестана является вода р. Терек, а наименее токсичной – вода р. Сулак (Бутаев и др., 2004). Качество воды р. Терек на протяжении уже многих лет характеризуется в диапазоне от «умеренно загрязнённая» до «очень грязная». Характерными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, органические вещества, металлы. До 1993 г. среди основных экологических факторов, определяющих экологическое состояние терской воды, выделяли эвтрофирование вод и загрязнение водной среды и донных отложений тяжелыми металлами. С началом военных действий на территории Чеченской Республики, начиная с 1994 г., в Тереке наблюдалось значительное превышение ПДК нефтяных углеводородов для рыбохозяйственных водоёмов. При этом Терек не раз покрывался сплошной нефтяной пленкой от берега до берега и наблюдалась массовая гибель рыбы. Результаты биотестирования на водорослях, организмах зоопланктона и рыбах Терека и прибрежных озёр позволили классифицировать природные воды Дагестана как токсичные (устьевая область р. Терек, нижнетерские водоёмы, коллекторы), умеренно токсичные (взморье р. Терек, Южный Аграхан, Крайновское побережье) и нетоксичные (р. Сулак и взморье р. Сулак) (Кабыш, 2004).

Общие данные о среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов в морской воде и придонном слое (мг/л) по устьевым взморьям основных рек и городов Среднего Каспия до 2006 г. представлены на рис. 7.

В 2023 г. содержание нефтяных углеводородов по Среднему Каспию оценивалось как «очень низкое». Относительно 2022 г. концентрация нефтяных углеводородов на станциях мониторинга от пункта Лопатин до пункта Сулак снизилась, на станциях в районе Махачкалы в целом практически не изменилась, а в районе Избербаш и Дербент – увеличилась. Превышение содержание НУ в 2023 г. от 0,03 до 0,07 мг/л (1,4 ПДК) наблюдались в 21% проб поверхностного горизонта вод из пунктов Лопатин, Терек и Сулак (в среднем составляла 0,05 мг/л и в придонном горизонте – 0,04 мг/л.) (Бюллетень о состоянии и загрязнении…, 2024).

В работах, посвященных проблемам загрязнения объектов окружающей среды, пока нет единого определения конкретного круга тяжелых металлов, требующих постоянного мониторинга. Хотя к ним относят более 40 элементов с атомной массой выше 50 а.е., в реалиях и на уровне различных международных организаций обычно выявляют не более 8–10 элементов (Давиденко, 1999; Бутаев и др., 2006). Для получения сравнительной

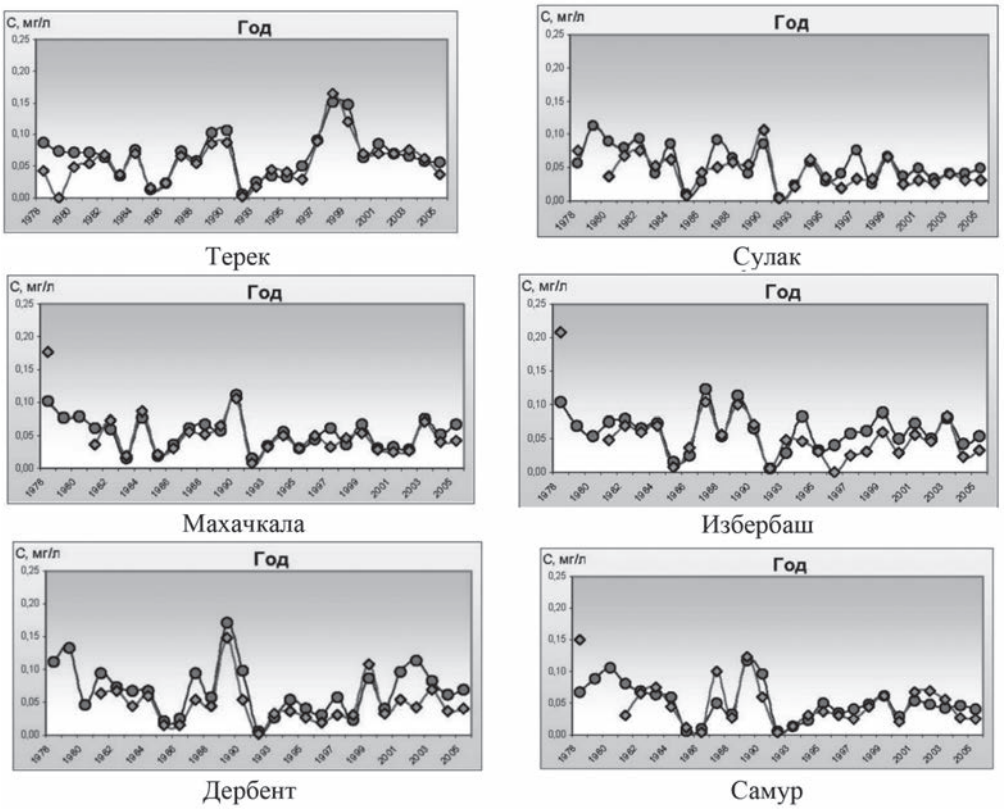


Рис. 7. Среднегодовые концентрации нефтяных углеводородов в районе взморья основных рек и городов Среднего Каспия (○ – поверхностный слой; □ – придонный слой) (Экологическая оценка загрязнений …, 2006).

информации, можно сопоставить содержание тяжелых металлов в реках Дагестана, где антропогенное воздействие сведено к минимуму, с их содержанием в Волге, воды которой подвержены интенсивному загрязнению со стороны городов и посёлков, различных предприятий лёгкой и химической промышленности, металлургии и многих других объектов (табл. 1).

Содержание Cr, Co, Cu, Se, Cd и Sb в реках Дагестана достоверно выше, чем в Волге (Бутаев и др., 2006). В этом проявляется геохимические особенности формирования дагестанских рек, что следует учитывать в экологической оценке качества вод на взморьях рек и городов. Общие суммарные объёмы поступления тяжелых металлов в Каспийское море из Волги несопоставимы с реками Дагестана: только по Волге в Каспий привносится до 70–80% всех нефтепродуктов от общего стока в море. Вследствие этого и по открытым частям моря наиболее высокая концентрация нефтепродуктов (а также тяжелых металлов) в Северном Каспии. В Среднем Каспии средняя концентрация нефтепродуктов ниже, чем в Северном, а в Южном Каспии ниже, чем в Среднем (Абдурахманов и др., 2008).

Основными техногенными источниками загрязнения тяжелыми металлами являются энергетика, сельское хозяйство (удобрения и сточные воды животноводческих ферм), промышленные стоки, транспорт, не законсервированные штольни и рудничные отвалы, повсеместные свалки бытового мусора и др. Источники и вещества, загрязняющие водную среду, поступают в море главным образом с транзитом речных стоков.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в реках Дагестана относительно Волги (по Волге использованы данные Моисеенко и др., 2005)

Элемент	Чиркейское водохр. Куйбышевское водохр.	Терек Волга	Шура-Озень Волга	Сулак Волга	Самур (Я-К) Волга
V	0.29	0.65	0.24	0.16	0.15
Cr	3.79	3.67	1.28	2.63	2.32
Mn	0.50	0.67	0.71	0.72	3.77
Fe	0.70	1.12	0.32	0.73	2.85
Co	4.29	0.70	1.71	1.43	1.23
Ni	0.21	0.49	0.51	0.51	0.62
Cu	4.51	2.08	1.08	4.06	2.00
Zn	3.17	0.94	0.88	2.99	1.33
As	1.50	0.32	0.18	0.34	0.34
Se	0.77	5.22	9.29	2.53	3.85
Cd	29.6	8.92	3.20	19.5	20.17
Sb	22.6	1.50	0.18	20.0	33.1
Pb	8.27	0.39	0.10	2.26	1.40

В настоящее время одной из острых и трудноразрешимых проблем является загрязнение тяжелыми металлами поверхностных и связанных с ними подземных вод в бассейне р. Самур. Предположительно повышение концентрации загрязняющих веществ происходит за счёт интенсивного смыва продуктов выветривания с первичных геохимических ореолов, разгрузки дренажных вод и стоков с горно-разведочных отвалов медно-колчеданного месторождения Кизил-Дере (рис. 8). С этого месторождения, а также с незаконсервированных штолен и рудничных отвалов, в реку поступают высокотоксичные элементы (бериллий, кадмий, свинец, медь, марганец, бор, бром и др.), загрязняющие через подземные воды площадь около 500 км^2 в пределах водоносного комплекса бассейна. Месторождение Кизил-Дере сосредоточено в бассейне р. Кизил-Дере, которая впадает в р. Ахтычай – главный приток Самура (Самедов, Ибрагимова, 2014).

Значительный вклад (60–80%) в общее загрязнение прибрежных морских вод вносят фенолы, концентрация которых в среднем в 4–6 раз превышает норму, установленную для рыбохозяйственных водоемов (0,001 мг/л) (Доброродная, Ходжоян, 1989) Фенолы являются распространенными загрязняющими веществами, поступающими в природные воды со сточными водами нефтеперерабатывающих и других предприятий. Они также образуются в естественной среде в процессе метаболизма водных организмов.

Мониторинг фенолов ведётся регулярно, его результаты публикуются в специальном бюллетене. Так, в 2023 г. на южных станциях мониторинга Избербаш и Дербент отмечено увеличение концентрации фенолов по сравнению с прошлым годом. Диапазон значений концентрации фенолов в 2023 г. составлял 0,001–0,007 мг/л; максимум (0,007 мг/л), зарегистрированный на акватории пункта наблюдений Махачкала весной 2023 г., превысил ПДК в 7 раз (превышения ПДК регистрировались в 98% проб). На станциях Лопатин и Сулак в поверхностном горизонте фенолы достигали 3 ПДК, а в придонном горизонте – 2 ПДК; на акватории пунктов Терек и Избербаш значения фенолов в поверхностном горизонте со-



Рис. 8. Штольневые сливы и загрязненное сливами ложе р. Кизил-Дере.

ставляли 4 ПДК; самое высокое среднее значение в сезоне отмечено на станции Дербент – 6 ПДК. В апреле и сентябре 2023 г. содержание фенолов в воде на акватории векового разреза в районе северной части Среднего Каспия в поверхностном слое не превышало 0,002–0,003 мг/л, в придонном – 0,001–0,002 мг/л. Общие оценки состояния загрязнения морской среды при расчёте индекса загрязненности за 2023 г. показали, что воды поверхностного слоя в районе северной части Среднего Каспия относились к III классу качества вод – «умеренно-загрязненные», а придонного – к классу «чистые»; по пунктам Лопатин, Терек и Сулак (расчёт по концентрации растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и меди) воды поверхностного горизонта весной и осенью 2023 г. относились к IV классу («загрязненные»), а горизонта – к III классу («умеренно-загрязненные»); по пунктам Махачкала, Избербаш и Дербент (расчёт по уровню растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и аммонийного азота и других элементов) воды поверхностного горизонта весной 2023 г. характеризовались как «грязные» (V класс), а придонного – как «загрязненные» (Махачкала) и «умеренно загрязненные» (Избербаш, Дербент) (Бюллетень о состоянии и загрязнении…, 2024).

С развитием сельского хозяйства в регионе растут объёмы сточных сельскохозяйственных вод, несущих в реки и море большое количество различных солей, минеральных удобрений, гербицидов и пестицидов.

Экологическая безопасность любого региона во многом зависит от решения проблемы отходов – одних их основных загрязнителей окружающей среды. Проблема утилизации бытовых отходов и спуска канализационных вод в реки имеет глобальный характер и в бассейнах рек всего западного побережья Каспия стоит особенно остро. При полном отсутствии в регионе мусоросжигательных заводов, три из которых начали возводить только сейчас, в большинстве районов Дагестана отсутствуют площадки накопления отходов. В горном Дагестане ливневые дожди смывают мусор в притоки, откуда он попадает в реки и, в конечном счёте, собирается в море на берегах, в бухтах и в центрах систем морских приповерхностных течений. Появление целых мусорных островов в реках и водоёмах бассейна Сулака, Самура и других широко освещается в прессе, но так и не находит своего решения. В итоге, практически все поймы рек и акватории рек и мелких речек, побережье и акватория Каспийского моря превращаются в мусорные свалки. Наибольший объём загрязненных сточных вод сбрасывается в водные объекты очистными сооружениями городов Махачкалы и Каспийска (более 52 млн. м^3), где очистные сооружения работают только частично. Города Дербент, Дагестанские Огни, Избербаш, Буйнакск, не имея очистных сооружений, сбрасывают сточную воду без очистки (https://www.ecoindustry.ru/news/view/33774.html). Сегодня можно с уверенностью сказать, что территория западной части Среднего Каспия – одна из самых загаженных бытовым мусором морских акваторий на Каспии и в России (рис. 9).

Подводя итог рассмотрению экологического состояния Северного и Среднего Каспия, необходимо отметить, что он являлся источником ценных биоресурсов и для человека, и для каспийского тюленя. На протяжении XIX–XX вв. в нём добывалось свыше 60% общего улова рыбы во внутренних водоёмах России, представленного 35 видами и подвидами промысловых рыб – сельдевых, карповых, сомовых, лососевых и осетровых. В низовьях рек в 1913–1930 гг. добывалось около 600 тыс. тонн рыбы, а уловы осетровых в отдельные годы доходили до 40,0 тыс. тонн (Иванов, Мажник, 1997; Власенко, Власенко, 2012). Только по дагестанскому побережью общий объём вылова осетровых достигал 4,0 тыс. тонн, что в отдельные годы составляло около 33% от всего их улова в Каспийском море (Даниялова, Надирадзе, 1984; Амирханов, 1989). Весь этот выдающийся биологический ресурс практически целиком поддерживался с одной стороны



Рис. 9. Бытовой мусор на взморье Западного Каспия.

высоким кормовым потенциалом морских пастбищ Северного и Среднего Каспия, с другой – обширными нерестилищами на реках, в дельтовых зонах и различных внутренних водоёмах Северо-Западного Прикаспия, соединённых через многочисленные реки, речки и каналы с морем. Наибольший ущерб речным и морским биологическим ресурсам региона нанесла именно деградация таких нерестовых зон и значительное уменьшение их площадей вследствие зарегулирования рек (с 1960 г.), перераспределение вод на сельскохозяйственные нужды и безвозвратные потери в ущерб поддержания жизнеспособности внутренних водоёмов (Болгов и др., 2007).

Литература

Абдурахманов Г.М., Ахмедова Г.А., Гасангаджиева А.Г., 2006. Загрязнение западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами и биологическое разнообразие // Экологические проблемы Нижнего Поволжья и Северного Каспия. Вестник АГТУ. № 3 (32). С. 151–158.

Абдурахманов Г.М., Монахова Г.А., Алдабаев А.А., Ахмедова Г.А., 2008. Границы на Каспийском море в соответствии с бассейновым принципом // Юг России: экология, развитие. №4. С. 130–133.

Абдусамадов А.С., 2007. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства Западно-Каспийского региона России // Юг России: экология, развитие. № 3. С. 40-51.

Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев З.Х., 1996. Физическая география Дагестана. Учебное пособие. М.: Школа. 382 с.

Алигаджиев М.М., Османов М.М., Амаева *Ф.Ш.*, 2004. Современное состояние донных биоценозов западных прибрежий Среднего Каспия // Фундаментальные исследования. № 5. С. 31-32.

Амирханов Г.А., 1988. Осетровые рыбы. Махачкала: Дагестанское книжное изд-во. 128 с.

Атаев З.В., Братков В.В., 2011. Влияние колебаний и динамики климата на полупустынные ландшафты Северо-Западного Прикаспия // Географический вестник. № 3. С. 4–13.

Атаев З.В., Братков В.В., Гаджибеков М.И., 2011. Полупустынные ландшафты Северо-Западного Прикаспия. Махачкала: ДГПУ. 123 с.

Ахмедова Г.А., Гусейнова А.Д., Монахов С.К., Бутаев А.М., 2000. Некоторые особенности формирования гидрохимического режима прибрежных вод Дагестана // Вестник Дагестанского научного центра. № 6. С. 101–105.

Бадамшин Б.И., 1966. Возрастной состав продуцирующих самок каспийского тюленя как показатель состояния его запасов // Труды КаспНИРХа. Т. 22. С. 68–73.

Баймуканов М.Т., Шагилбаев А.У., Рыскулов С.Е., Искаков *А.А., Сыдыкова Ж.А., Кузнецова Т.В., Сеиткожина Д.А., Сиражитдинова М.К., Баймуканова Ж.М., Баймуканова А.М.,* 2023. Основные результаты и перспективы исследований популяции каспийского тюленя (*Pusa caspica* Gmelin, 1788) в периоды залегания в казахстанской части Каспийского моря // Зоологические исследования в Казахстане в XXI веке: итоги, проблемы и перспективы. Сборник статей международной научной конференции, 13–16 апреля 2023, Алматы. С. 715–722.

Байдин С.С., 1970. Современные процессы дельтообразования в устье Терека // Труды ГОИН. №98. С. 49–59.

Байдин С.С., Скриптунов Н.А., Штейнман Б.С., Ганн Г.Н., 1971. Гидрология устьевых областей рек Терека и Сулака. М.: Моск. отд. Гидрометеоиздата. Вып. 109. 200 с.

Бархалов Р.М., Рабазанов Н.И., Бутаева А.К., Лобачев Е.Н., 2016. Промысловая характеристика полупроходных и речных видов рыб на Дагестанском побережье Каспия в 2015 году // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1. Естественные науки. Т. 31. Вып. 2. С. 85–97.

Бирштейн Я.А., Спасский Н.Н., 1952. Донная фауна Каспийского моря до и после вселения *Nereis succinea* // Акклиматизация нереис в Каспийском море. М.: Изд-во МОИП. С. 115–145.

Бутаев А.М., Костров Б.П., Исуев *А.Р., Монахов С.К.,* Адаева *П.*А., Гуруев *М.А.,* Кабыш *Н.*Ф., 2004. Токсико-генетическое состояние природных вод Дагестана // Вестник Дагестанского научного центра. № 16. С. 66–75.

Бутаев А.М., Монахов С.К., Магомедбеков У.Г., 2005. Роль волжского стока в загрязнении Дагестанского побережья Каспийского моря полиароматическими углеводородами // Вестник Дагестанского научного центра. № 21. С. 74–77.

*Бутаев А.М., Гуруе*в *М.А., Магомедбеков У.Г., Осипова Н.Ф., Магомедрасулова Х.М., Магомедова А.Д.,* Мухучев *А.А.*, 2006. Тяжелые металлы в речных водах Дагестана // Вестник Дагестанского научного центра. № 26. С. 43–50.

Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А., 2007. Каспийское море: экстремальные гидрологические события. М.: Наука. 381 с.

Бухарицин П.И., Голубов Б.Н., Иванов А.Ю., 2016. Особенности гидрологии и строения недр морских месторождений Каспия // Методы прогноза и мониторинга выбросов пластовых флюидов в условиях экспансии морской нефтегазодобычи. Palmarium Academic Publising Saarbrucken, Deutschland. 110 с.

Бухарицин П.И., Голубов Б.Н., 2017. Пластовые флюиды Каспия – элемент среды обитания каспийского тюленя. LAP LAMBERT Acad. Publishing RU. 51 с.

Бухарицин П.И., Иванов А.Ю., Голубов Б.Н., 2021. Проявления флюидов на Каспии // Материалы VIII научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений», Астрахань, Россия, 22 октября 2021 г. С. 56–65.

Бюллетень о состоянии и загрязнении устьевой области р. Волга и морской среды российского сектора Каспийского моря за 2023 год. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Федеральное государственное бюджетное учреждение «Каспийский морской научно-исследовательский центр» (ФГБУ «КаспМНИЦ»). Астрахань, 2024. 85 с.

Власенко А.Д., Власенко С.А., 2012. Современное состояние и основные проблемы восстановления рыбных ресурсов Волго-Каспийского бассейна // Вопросы рыболовства. Т. 13. №4 (52). С. 719–735.

Вилков Е.В., Джамирзоев Г.С., 2000. Сулакская лагуна. Туралинская лагуна // Ключевые орнитологические территории России. Т. 1. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России. М.: Союз охраны птиц России. С. 387–388.

Водно-болотные угодья России. Т. 6. Водно-болотные угодья Северного Кавказа (под общ. ред. А.Л. Мищенко). М.: Wetlands International. 2006. 316 с.

Водные ресурсы Дагестана: состояние и проблемы. Отв. ред. И.М. Сайпулаев, Э.М. Эльдаров. Махачкала. 1996. 180 с.

Голубов Б.Н., Исмагилов Д.Ф., 2003. Трубообразные тела под дном северного Каспия и флюидный режим его недр // Генезис нефти и газа. Всероссийская конференция. Москва, 15–18 апреля 2003 г. Ред. Д.Н. Дмитриевский, А.Э. Конторович. М.: ГЕОС. С. 78–80.

Гусейнова С.А., 2014. Состояние зообентоса Среднего Каспия. Особенности бентосных сообществ Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. № 1. С. 129–132.

Гюль К.К., Власова С.В., Кисин И.М., Тертеров А.А., 1961. Реки Дагестанской АССР. Махачкала: Дагкнигоиздат. 370 с.

Давиденко Н.М., 1999. Геохимические аспекты состояния географической среды. Новосибирск: Наука. 416 с.

Даниялова Н.В., Надирадзе А.А., 1984. Использование биологических ресурсов дагестанского рыбопромыслового района Каспийского бассейна. М.: Наука. 120 с.

Державин А.И., 1951. Очерк истории фауны Каспия и пресных водоемов Азербайджана // Животный мир Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР. С. 207–209.

Доброродная З.А., Ходжоян Г.П., 1989. Загрязнение вод Каспия фенолами и нефтепродуктами // Рекреационные ресурсы Каспийского моря. Проблемы использования и охраны. М.: Наука. С. 65- 67.

Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В., Можарова Н.В., Быкова Е.П., 1991. Об особенностях структуры почвенного покрова равнинного Дагестана // Экологические проблемы Прикаспийской низменности. ДНЦ РАН, ПИБР. Махачкала. С. 12–24.

Добрынин Т.А., Леонтьев О.К., Рычагов Г.И., 1971.О происхождении Аграханского полуострова // Комплексные исследования Каспийского моря. Под ред. О.К. Леонтьева и Е.Г. Маева. М.: МГУ. Вып. 2. 143 с.

Джамирзоев Г.С., Букреев С.А., 2006а. Озеро Южный Аграхан // В кн.: Водно-болотные угодья России. Т. 6. Водно-болотные угодья Северного Кавказа (под общ. ред. А.Л. Мищенко). М.: Wetlands International. С. 255–261.

Джамирзоев Г.С., Букреев С.А., 2006б. Сулакская лагуна // Водно-болотные угодья России. Т. 6. Водно-болотные угодья Северного Кавказа (под общ. ред. А.Л. Мищенко). М.: Wetlands International. С. 242–245.

Елизаренко М.М., 1992. Питание килек Среднего Каспия в летний период // I Международная конференция Биологические ресурсы Каспийского моря. Тезисы докладов. Астрахань: Изд-во БИВЦ Каспрыба. С. 111–113.

Жиндарев Л.А., Игнатов Е.И., Бадюкова *Е.Н., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д., Шипилова Л.М.*, 2013. Научное обеспечение сбалансированного планирования хозяйственной деятельности на уникальных морских береговых ландшафтах и предложения по его использованию на примере Азово-Черноморского побережья. Отчет по НИР. Т. 6. «Каспийское море». М.: Географический факультет МГУ. С. 940–1099.

Зенкевич Л.А., 1963. Биология морей СССР. М.: Наука. 739 с.

Зонн И.С., Костяной А.Г., Косарев А.Н., Жильцов С.С., 2013. Каспийское море: Энциклопедия. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Восточная книга. 560 с.

Зонн С.В., 1978. Вопросы преобразования почв Дагестана в связи с интенсификацией их освоения // Биологическая продуктивность дельтовых экосистем Прикаспийской низменности. Махачкала. С. 13–18.

Зонн С.В., 2004. Каспийская энциклопедия. Под ред. А.Н. Косарева. М.: Международные отношения. 461 с.

Иванов В.П. Мажник А.Ю., 1997. Рыбное хозяйство Каспийского бассейна (Белая книга). М.: ТОО Журнал Рыбное хозяйство. 40 с.

Иванов Т.П., Трифонов В.Г., 2002. Сейсмотектоника и современные колебания уровня Каспийского моря // Геотектоника. № 2. С. 27–42.

Идрисов И.А., 2023. Современное состояние магистральных русел низовий реки Самур в кластере «Дельта Самура» национального парка «Самурский» // Труды Государственного природного биосферного заповедника «Дагестанский». Вып. 19. Махачкала. С. 14–22.

Кабыш Н.Ф., 2004. Современное эколого-токсикологическое состояние реки Терек и Дагестанского побережья Среднего Каспия. Дис. канд биол. наук: 03.00.16. – экология. Махачкала. 137 с.

Карпинский М.Г., 2009. Об особенностях вселения морских видов в Каспий // Российский журнал биологических инвазий. № 2. С. 2–8.

Каспийское море: состояние окружающей среды. Доклад временного Секретариата Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранской конвенции). 2019. 147 с.

Клевцова Н.Д., 1968. Течения у западного побережья Среднего и Южного Каспия (от о. Чечень до устья р. Куры) // Сборник работ Бакинской ГМО. Вып. 4. С. 153–159.

Кленова М.В., Соловьев В.Ф., Алексина И.А., 1962. Геологическое строение подводного склона Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР. 639 с.

Кошинский С.Д., 1964. Типы распределения ветров над Каспийским морем, их повторяемость, устойчивость и преемственность // Труды НИИАК. Вып. 26. С. 4–41.

Крылов В.И., 1983. К оценке влияния каспийского тюленя (Pusa caspica) на популяции рыб // Зоологический журнал. Т. 62. № 6. С. 930–936.

Кузнецов В.В., 2011. Каспийский тюлень как биоиндикатор состояния запасов рыб в Каспийском море // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докладов 1 Всероссийской конференции с международным участием. 12-16 сентября 2011. г. Борок. Россия. М.: АКВАРОС. Т. 1. С. 436–443.

Кузнецов В.В., Шипулин С.В., 2019. Экологический мониторинг каспийского тюленя (*Pusa caspica*) в 2017–2018 гг. // Морские млекопитающие Голарктики. Т. 1. С. 163–171.

Курашова Е.К., Тиненкова Д.Х., 1988. *Acartia clausi* Giesbrecht (Copepoda) в Северном и Среднем Каспии // Гидробиологический журнал. Т. 24. № 2. С. 23–27.

Леонтьев О.К., Халилов И.А., 1965. Природные условия формирования берегов Каспийского моря. Баку: Изд-во Академии наук АзССР. 206 с.

Лурье П.М., 2002. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. СПб.: Гидрометеоиздат. 506 с.

Магомедов М.-Р.Д., 2026. Состояние природной среды и экология каспийского тюленя в пределах азербайджанского сектора Каспия // Настоящая монография. С. 163-188.

Магомедов М.Д., Рожнов В.В., 2022. Оценка текущего состояния экосистем с учетом разнообразия адвентивных видов // Юг России: экология, развитие. № 4. С. 212–217.

Магомедов Х.Д., Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г., 2023. Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за IV квартал 2022 г. Мониторинг // Наука и технология. № 1 (55). С. 109–120.

Магомедов Х.Д., Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г., 2025. Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за IV квартал 2024 г. Мониторинг // Наука и технология. № 1 (63). С. 76–88.

Магрицкий Д.В., Самохин М.А., Гончаров А.В., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Сурков В.В., Терешина М.А., Михайлюкова П.Г., Семенова А.А., 2022а. Особенности и факторы гидролого-морфологических изменений Аграханского залива в устье р. Терек в XX в. и начале XXI в. // Водные ресурсы. Т. 49. № 5. С. 625–640.

Магрицкий Д.В., Гончаров А.В., Морейдо В.М., Самохин М.А., Абдусамадов А.С., Купцов С.В., Джамирзоев Г.С., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Архипкин В.С., Терешина М.А., Сурков В.В., Семенова А.А., 2022б. О гидроэкологическом состоянии Аграханского залива и возможности его улучшения // Аридные экосистемы. Т. 28. № 4 (93). С. 163–178.

Малиновская Л.В., Зинченко Т.Д., 2012. Динамика зообентоса Северного Каспия в период подъёма уровня моря // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14. № 5. С. 179–185.

Мамаев М.М., 1982. Распределение зоопланктона в прибрежной зоне Среднего Каспия // В кн. Биологические ресурсы Дагестанского прибрежья Каспийского моря. Махачкала: Изд-во ДагФАН СССР. С. 42–50.

Мирзоев М.З., 1983. Рыбохозяйственное значение Аграханского залива в современных условиях. Дис. канд. биол. наук: 03-00-10 – ихтиология. 213 с.

Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А., Кудрявцева Л.П., 2005. Зональные особенности формирования химического состава вод малых озер на территории европейской части России // Водные ресурсы. № 6. С. 163–180.

Нейман А.А., 1973. К вопросу о закономерностях состава морских донных биоценозов // Зоологический журнал. Т. 43. № 4. С. 25–41.

Николаева Р.В., Кулакова Л.С., Евсеева Л.С., 1986. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. Отв. ред. С.С. Байдин, А.Н. Косарев. М.: Наука. 262 с.

Новикова Н.М., Полянская А.В., 1994. Самурские лиановые леса. М. 106 с.

Османов М.М., 1987. Видовой состав и распределение зоопланктона Среднего Каспия // В кн.: Биология основных промысловых рыб Среднего Каспия и состояние их кормовой базы. Махачкала: ДагФАН СССР. С. 5–116.

Османов М.М., 1998. Зоопланктон прибрежных мелководий западной части Среднего Каспия // Современное состояние промысловых рыб и кормовых ресурсов дагестанского района Каспийского моря. Махачкала: ДНЦ РАН. С. 4–9.

Османов М.М., 2001. Структура и распределение зоопланктона Среднего Каспия в условиях меняющегося режима моря. Дис. канд. биол. наук: 03-00-16 – экология. Махачкала. 144 с.

Османов М.М., Амаева Ф.Ш., Гуруев М.А., Алигаджиев М.М., Абдурахманова А.А., 2019. Современное состояние и особенности распределения зоопланктона прибрежной акватории Манас-озень Каспийского моря // Вестник ДНЦ РАН. № 72. С. 6–11.

Парицкий Ю.А., Разинков В.П., 2018. Формирование запасов каспийских килек в условиях современного состояния экосистемы моря // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. № 2. С. 70–80.

Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Зеленин Е.А., 2018.Проявление современных тектонических событий в структуре позднечетвертичных осадков Среднего Каспия // Успехи современного естествознания. № 4. С. 139–144.

Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Амбросимов А.К., Иванов А.Ю., 2019. Флюидодинамические аномалии Каспийского моря // Нефтегаз. № 1 (85). С. 74–77.

Полонский В.Ф., Михайлов В.Н., Кирьянов С.В., 1998. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. Отв. ред. В.Ф. Полонский и др. М.: ГЕОС. 278 с.

Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И., 2014. Оценка качества водных ресурсов бассейна реки Самур // Водное хозяйство России. № 4. С. 4–16.

Свиточ А.А., 2014. Большой Каспий: строение и история развития. М.: Из-во МГУ. 272 с.

Свиточ А.А., Янина Т.А., 1997. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: Географический факультет. 268 с.

Соловьев В.Ф., Скорнякова Н.С., 1955. Тектоническая схема подводного склона западного побережья Среднего Каспия // ДАН СССР. Т. 102. № 5. С. 19–21.

Физическая география низменного Дагестана. Махачкала: Дагучпедгиз. 1972. 170 с.

Тиненкова Д.Х., Петренко Е.П., 2004. Характеристика зоопланктона Среднего и Южного Каспия в октябре 2003 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2003 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 130–132.

Ушивцев В.Б., Степаньян О.В., Саяпин В.В., Московец А.Ю., Галактионова М.Л., 2026. Условия обитания каспийского тюленя на фоне инвазий, изменений климата и падения уровня моря // Настоящая монография. С. 212–221.

Хураськин Л.С., 1989. Каспийский тюлень // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. Под ред. В.Н. Беляевой, А.Д. Власенко, В.П. Иванова. М.: Наука. С. 198–205.

Хураськин Л.С., Румянцев В.Д., Гришина Г.А., Юсупов М.К., 1982. О роли тюленя в экосистеме Каспийского моря // Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих. Тезисы докладов 8 Всесоюзного совещания. Астрахань. С. 397–399.

Чекалина Т.И., 1977. Геоморфологическое строение дельты Терека и его влияние на структуру почвенного покрова. Автореферат канд. дисс. 11.00.04. – географические науки. М.: МГУ. 165 с.

Чиликина Л.Н., Шифферс Е.В., 1962. Карта растительности Дагестанской АССР и пояснительный текст. М.: Изд-во АН СССР. 96 с.

Шихрагимов А.К., Баламирзоев М.А., 2004. О Самурском государственном национальном природном парке // Аридные экосистемы. Т. 10. № 21. С. 46-49.

Штокман В.Б., 1938. Исследование кинематики течений у западного берега в средней части Каспийского моря // Известия Азерб. н.-и. рыбхоз. ст. ВНИРО. Вып. 1. С. 1–64.

Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами. Атлас. Отв. ред. Г.М. Абдурахманов, С.К. Монахов. Астрахань. 2006. 50 с.

Электронный атлас Каспийского моря. Русское Географическое Общество, Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. 2015. (http://de.geogr.msu.ru/casp/).

Яруллина Н.А., 1983. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М.: Наука. 87 с.

Состояние природной среды и экология каспийского тюленя в пределах азербайджанского сектора Каспия

Магомедов М.-Р.Д.

К территории Азербайджанской Республики прилегает значительная по площади акватория Среднего и Южного Каспия: длина его береговой линии вдоль побережья Азербайджана достигает 955 км. У побережья расположены несколько островных групп – Бакинский и Апшеронский архипелаги, придающих региону дополнительное и довольно редкое для Каспия географическое разнообразие. Западное побережье Каспийского моря в пределах Азербайджана имеет разнообразные природные ландшафты: здесь встречаются обширные пустынные участки, выжженые зноем сухие степи, заросшие тростником низменности и высокие горные хребты, покрытые густыми субтропическими лесами (Касымов, 1987).

В пределах азербайджанского берега Среднего Каспия основными элементами донного рельефа являются шельфовая зона, материковый склон, котловины Дербентской и Южнокаспийской впадин и подводные хребты с вулканическими конусами. На севере, в районе дельты р. Самур, глубины от берега нарастают плавно до изобаты 50 м, а затем свал резко увеличивается по направлению к Дербентской впадине с максимальной глубиной около 790 м. На шельфе распространены терригенно-ракушечные пески, ракуша, оолитовые пески; глубоководные участки дна покрыты алевролитовыми и илистыми осадками с высоким содержанием карбоната кальция. На отдельных участках дна обнажаются коренные породы неогенового возраста.

Дербентская (Среднекаспийская) впадина отделена от Южнокаспийской Апшеронским порогом – подводной возвышенностью широтного простирания, с глубиной залегания батиметрической высоты до 198 м. Южнокаспийская впадина расположена южнее Апшерона и представляет впадину, относящуюся к области альпийской складчатости со сложным рельефом и максимальными для Каспийского моря глубинами – до 1025 м. На западном склоне и шельфе Южнокаспийской впадины встречаются многочисленные подводные грязевые вулканы и тектонические поднятия. Склон северного побережья Апшеронского п-ова имеет сложный рельеф с многочисленными скалистыми банками, надводными и подводными грядами камней. Внешний край порога – на границе с материковым склоном – образует скалистые банки: Камни Два Брата, Цюрюпа, Апшеронская, Андриевская, Дарвина. Ближе к берегу расположены банки Опасная, Балахнина, Бузовнинская, а также многочисленные подводные и надводные камни. Севернее внешних банок склон порога постепенно переходит в материковый склон Дербентской впадины. Воль берега узкой полосой тянется область глубин менее 20 м, и лишь у Апшеронского п-ова изобата 20 м отходит от берега на расстояние до 30 км. Шельф всей азербайджанской части дна, зона равнин прибрежной отмели, довольно узкий, со средней шириной около 43 км, его отличительная черта – чередование широких плоских пространств, выстланных мелкозернистыми грунтами, и каменистых банок. В северной части шельфа преобладают равнины (Леонтьев, Халилов, 1965; Леонтьев и др., 1977; Касымов, 1987).

К востоку от Апшеронского п-ова выделяются острова и банки Апшеронского архипелага, из которых наиболее крупный о. Жилой. Южнее Апшеронского п-ова располагаются острова Бакинского архипелага, протянувшиеся вдоль всего западного берега цепью островов от бухты Бакинской почти на 130 км. Происхождение этих островов, а

также некоторых банок у восточного побережья южной части моря, связано с деятельностью подводных грязевых вулканов, лежащих на дне моря (Болгов и др., 2007).

Берег южной части западного побережья вплоть до г. Астары на границе с Ираном характеризуется значительным морфологическим разнообразием и мозаичностью геолого-геоморфологических условий. Преобладают абразионные и абразионно-аккумулятивные берега, южнее и севернее Апшерона встречаются аккумулятивные лагунные, реже пляжевые (песчаные и ракушечные) берега. К северу от Апшеронского п-ова характерно чередование клювовидных дельт и участков лагунных берегов между ними. Лагуны в настоящее время отчленены от моря преимущественно песчаными пересыпями, многие осушены и заняты лесной растительностью. С мористой стороны пересыпей наблюдаются песчаные или, реже, ракушечные, пляжи (часто неполного профиля). К северу от дельты р. Куры (до г. Баку) морфология береговой зоны во многом определяется действием процессов грязевого вулканизма (псевдовулканизма), что отчётливо прослеживается даже в очертаниях береговой линии: её выступы соответствуют крупным грязевым аппаратам. Для данного участка характерны неширокие пляжи (первые десятки метров), преимущественно неполного профиля, с доминированием амбразивно-аккумулятивных бухтовых и выровненных морфодинамических типов морских берегов. Вдоль азербайджанского побережья преобладают мелкие пески и илы, на подводных хребтах распространен алевритовый ил, на участках грязевых вулканов – сопочная брекчия. В пределах плоских аккумулятивных равнин на севере местами встречаются процессы заболачивания и торфонакопления, а на юге выражена также дельтовая аккумуляция. Дно залива Кызыл-Агач (Кызылагаджский залив, залив им. Кирова) представляет собой песчаный или илисто-песчаный грунт как продолжение Куро-Араксинской впадины (Касымов, 1987; Свиточ, 2014).

На побережье Азербайджана имеется несколько крупных портов, в пределах которых морфология береговой зоны полностью техногенно изменена, выстроены молы, причалы, буны, постоянно производятся дноуглубительные работы. Крупнейшим портом является Бакинский международный морской торговый порт, с развитыми протяженными молами и причальными сооружениями, достигающими сотен метров. Второй по величине Ленкоранский порт. Большая часть побережья активно используется в качестве рекреационной зоны. Наиболее высокая рекреационная нагрузка характерна для южного (территория Ирана) и юго-западного (Азербайджан) побережья (Леонтьев и др., 1977; Игнатов и др., 1992; Свиточ, 2014).

Побережье Азербайджана характеризуется сухим и жарким климатом летом. Наибольшая сухость и высокая температура характерны для побережья от Баку до устья р. Куры. Средняя температура воздуха в августе и июле достигает +30–35 °С, иногда поднимаясь до +45 °С. Влажность умеренная, но в прибрежных районах из-за более высокой влажности она может усиливать ощущение жары. С июня по сентябрь температура воды достигает +24–26 °С, в зимние месяцы опускается до +7…+11 °С, а воздух по побережью держится около +5…+8 °С. Вдоль северной части берегов осадков выпадает в среднем от 200 до 400 мм/год. Наибольшее их количество (1200–1700 мм/год) выпадает на юго-западном побережье моря во влажных субтропиках Ленкоранской низменности. В годовом ходе большая часть осадков приходится на холодный период – около 70% (ноябрь-март), на летние месяцы – лишь до 10% годовой нормы осадков. При этом на равнинных побережьях северо-западного, северного, северо-восточного побережья и в районе Ленкоранской низменности осадки тёплого сезона, в особенности летние, также вносят существенный вклад в годовую сумму, иногда превышая величины для холодного периода (Болгов и др., 2007).

За последние десятилетия среднегодовая температура воздуха в регионе повысилась на 0,7–0,8 °С, а температура поверхностных вод – на 0,4–0,5 °С. С 2020 г. наблюдается ускорение потепления с аномальными пиковыми значениями (до 28–31 °С в поверхностных слоях моря у азербайджанского сектора Южного Каспия в 2021 г.), что усиливает стратификацию воды и состояние гипоксии. За период с 1996 по 2023 гг. интенсивное отступление моря привело к сокращению прибрежных территорий Азербайджана примерно на 380 км² суши. Таким образом, сочетание климатического потепления, снижения уровня моря, усиления солёности, гипоксии и изменений гидрологического баланса представляет серьёзную угрозу для экосистемы и биоресурсов Каспийского моря (Мамедов, 2025).

В западной части Среднего Каспия, к берегам которого близко подступают отроги Кавказских гор, во все сезоны года господствуют северо-западные (в 19,5% годового цикла) и юго-восточные ветры (36%). Сильные штормы (V≥25 м/с), охватывающие значительную часть акватории моря, случаются довольно редко, в среднем один раз в несколько лет, при этом скорость ветра может достигать 30 м/с и более. При северо-восточных ветрах штормовая деятельность наибольшей силы достигает в районе п-ова Апшеронский, во всех направлениях от которого её интенсивность уменьшается.

В прибрежных районах средней и южной частей моря в соответствии с направлениями ветра наблюдаются течения северо-западного, северного, юго-восточного и южного направлений, у восточного побережья часто имеют место течения восточного направления. Главную роль в образовании течений в верхних слоях воды играет ветер, имеющий, как указано выше, преимущественно юго-восточное и северо-западное направление. Именно юго-восточные течения в наибольшей степени ответственны за вынос в зоне Апшеронского порога трупов тюленей («плывунов») в акваторию и береговую зону Среднего Каспия (Магомедов и др., 2026, см. с. 260–268).

Глубинные перемещения вод определяются неравномерным распределением её плотности. Скорости течений в среднем около 20–40 см/с, максимальные достигают 50-80 см/с. Существенную роль в циркуляции вод моря играют и другие виды течений: градиентные, сейшевые, инерционные. Волны в Каспии – сейши, или стоячие волны с небольшой длиной, но заметной высотой: в районе Баку она достигает 70 см, а во время штормов, особенно зимой, волны могут подниматься до 11 м. Из-за короткой длины волн они получаются очень крутыми (Болгов и др., 2007; Свиточ, 2014).

Воды Каспийского моря имеют солевой состав, отличный от состава вод Мирового океана. Благодаря химическому стоку рек они обогащены удельно тяжёлыми сульфатами, карбонатом кальция, магнием и включают меньше хлоридов. Солёность воды составляет примерно 12,5–12,9‰, что значительно ниже океанических вод, но выше, чем в Северном и Среднем Каспии. Понижение солёности вдоль западного берега Южного Каспия в слое 0–20 м связано со стоком р. Кура; влияние его с глубиной уменьшается, на горизонтах 40–70 м размах колебаний солёности не превышает 1,1‰. На севере, вдоль всего западного побережья до Апшеронского п-ова тянется полоса опреснённых вод с солёностью 10–12,5‰, поступающих из Северного Каспия (https://nationalatlas.ru/tom2/258–262.html). В глубинных слоях Среднего и Южного Каспия солёность около 13‰, В центральной части Среднего Каспия такая солёность наблюдается на горизонтах ниже 100 м, а в глубоководной части Южного Каспия верхняя граница вод с повышенной солёностью опускается до 250 м.

Вертикальная стратификация биогенных элементов в Среднем и Южном Каспии, в целом, обусловлена многими абиотическими и биотическими факторами. Важнейшими из них являются меняющийся с годами уровень Каспийского моря, концентрация кис-

лорода в воде, температура воды, интенсивность протекающих процессов фотосинтеза, уровень трофности, характер течений. В результате вертикальной циркуляции вод в глубоководных районах Среднего и Южного Каспия в холодное время года происходит обогащение деятельного слоя моря биогенными веществами за счёт поступления их из нижележащих слоев. Для каждого биогенного элемента характерна своя зона максимальной аккумуляции: для аммонийного азота – фотический слой до 50 м глубины, для минерального кремния и минерального фосфора, наоборот, придонные слои с глубиной более 400 м, для нитратного азота – средние слои моря с глубинами от 200 до 400 м. Нитритный азот достаточно равномерно распределяется по всей вертикали глубин с выраженным максимумом в поверхностном слое (Касымов, 1987; Сапожников, 2003; Алымов, 2009).

Наибольшие концентрации кислорода в Южном Каспии приурочены к прибрежным мелководным районам и предустьевым взморьям рек, за исключением наиболее загрязненных районов моря (Бакинская бухта, район Сумгаита и т.д.). В глубоководных районах моря во все сезоны сохраняется основная закономерность – понижение концентрации кислорода с глубиной. Благодаря высокой температуре вод, стратификации водной толщи, большому притоку органического вещества и его интенсивному окислению, кислород быстро расходуется при минимальном его поступлении в нижние слои моря, в результате чего даже в Северном Каспии образуется зона его дефицита. Интенсивный фотосинтез в открытых водах глубоководных районов Среднего и Южного Каспия охватывает верхний 25-метровый слой, где насыщение кислородом более 120% (https://nationalatlas.ru/tom2/258-262.html). Сравнение осреднённых по периодам профилей вертикального распределения кислорода на глубоководных станциях в Среднем (максимальная глубина 788 м) и Южном (1025 м) Каспии показало, что за период 1970–1977 гг., в условиях максимального предыдущего снижения уровня моря (-28.3/-29.0 м), максимальные концентрации растворенного кислорода в Дербентской котловине наблюдались именно в тот период, когда уровень моря находился на самых низких отметках и условия вертикального перемешивания были наилучшими. Такие же выводы могут быть сделаны на основании анализа распределения средних концентраций кислорода в Южнокаспийской котловине (Белов, 2004).

Пространственное распределение биогенных веществ в Южном Каспии, как и в целом по Каспийскому морю, обнаруживает следующие закономерности: повышенными концентрациями биогенных веществ характеризуются районы предустьевых взморий рек, питающих море, и мелководные районы моря, подверженные активному антропогенному влиянию (в частности, Бакинская бухта); в глубоководных районах Среднего и Южного Каспия вертикальное распределение биогенных веществ зависит от интенсивности процесса конвективного перемешивания и с глубиной их содержание увеличивается.

В сезонном аспекте, в результате вертикальной циркуляции вод в глубоководных районах Среднего и Южного Каспия в холодное время года происходит обогащение продуктивного слоя моря биогенными веществами за счёт поступления их из нижележащих слоёв. Весной распределение биогенных веществ в основном аналогично их распределению в Среднем Каспии и характеризуется минимальным содержанием фосфатов, нитритов и кремния, что объясняется весенней вспышкой развития фитопланктона (кремний активно потребляется диатомовыми водорослями). В летнее время обнаруживается частичное перераспределение различных форм биогенных соединений: в Среднем и Южном Каспии концентрация фосфатов снижается в связи с потреблением их в процессе фотосинтеза и затруднением водообмена с глубоководной зоной накопления. Осенью в связи с прекращением деятельности некоторых видов фитопланктона возрастает содер-

жание фосфатов и нитратов, а концентрация кремния снижается, так как имеет место осенняя вспышка развития диатомовых водорослей (https://nationalatlas.ru/tom2/258-262.html).

С территории Азербайджана в Каспийское море в общей сложности впадает 25 мелких и крупных рек: Кура, Кудиалчай, Дивичичай, Ланкаранчай, Валвалачай, Тенгерудчай, Охчучай и др. (Иманов, 2016).

Кура – самая крупная река на Кавказе, вторая после Волги в бассейне Каспийского моря; площадь её водосбора 188 000 км^2, среднегодовой сток расхода воды в устье 575 м^3/с. Из суммарного притока речных вод в Каспийское море на её долю приходилось до 6% (16.6 км^3) (Иманов, Вердиев, 2016). В настоящее время дельта р. Куры имеет относительно небольшие размеры и простое лопастное устройство; за период 1991–2010 гг. её годовой сток в замыкающем створе (Сальяны) по сравнению с нормой уменьшился на 50%, или 13.4 км^3. За этот же период годовой сток р. Аракс, притока Куры, в замыкающем створе (Саатлы) снизился ещё больше: на 54%, или 4.95 км^3 (Иманов, Вердиев, 2016).

Одна из проблем р. Куры – её катастрофическое обмеление. В 2023 г. ситуация достигла критической точки: к марту обмеление затронуло около 70% протяжённости реки на территории Азербайджана (https://www.ritmeurasia.ru/news--2023-03-30--62r141-5485), на некоторых участках в нижнем течении реки её можно было перейти вброд (https://www.ritmeurasia.ru/news--2023-03-30--62r141-65485) Водные ресурсы рек Кура, Араз и Ганых (Алазань) в результате активного водоразбора сократились уже на 20-25%. Это приводит к увеличению дефицита воды в стране (приблизительно 4–5 км^3 в год). По данным на февраль 2024 г. среднегодовой сток Куры за последние 30 лет снизился в нижнем течении на 28%. Среди основных причин обмеления называют последствия изменения климата, строительство водохранилищ в верховьях на территории Турции и интенсивный забор воды для нужд сельского хозяйства. Река не только обмелела – она фактически остановилась в своём течении, местами превратившись в цепочку мелких прудов (Рустамов, Кашкай, 1989; Абилов, 2020).

Для сохранения природного наследия на территории Азербайджана действуют десятки заповедников, один из них на побережье – Кызылагаджский, признанный угодьем международного ранга в рамках Рамсарской конвенции. В настоящее время он охватывает всю акваторию залива Большой Кызыл-Агач, северную часть залива Малый Кызыл-Агач и побережье Куринской косы. Общая площадь заповедника составляет около 180 тыс. га. В климатическом отношении южная часть заповедника испытывает влияние Ленкоранского субтропического района. В прошлом заливы обогащались несколькими притоками р. Куры (Акуша, Армянка и Южная Кура), а Малый залив, в периоды подъёма уровня моря, имел естественную связь с Большим Кызылагаджским заливом и Каспийским морем. При падении уровня моря Малый залив отделяется от Большого залива и моря. Большой залив мелководный и огорожен с востока Куринской косой (пребывает в постоянном зависимом от уровня моря изменении), с запада – п-овом Сара, с севера – берегом материка.

В заповеднике отмечены 310 видов наземных растений, относящихся преимущественно к полупустынной растительности (злаковым, сложноцветным, бобовым, маревым и крестоцветным, составляющим 50,4% флоры заповедника). Водно-болотная растительность отмечена в местах избыточного увлажнения, где чистые заросли тростника имеют высоту до 5 м. В некоторых местах тростник с камышом озёрным и рогозом узколистным образует смешанные сообщества.

В Малом Кызылагадже зарегистрировано 36 видов пресноводных рыб, в Большом Кызылагадже – 29 видов, среди которых есть как пресноводные, так и морские: мино-

га, осётр, шип, севрюга, саринская сельдь, рыба-игла, кефаль, атерина, обыкновенный и морской судаки.

Заливу принадлежит одно из первых мест среди зимовок птиц бывшего Советского Союза. Из 310 видов наиболее обычны три вида лебедей, гуси, краснозобые казарки, огари, пеганки, речные и нырковые утки (до более чем 200 тыс. особей), лысухи (до 390 тыс. особей), крохали, чёрный турпан, чомги, пеликаны, бакланы, чайки и многие другие. Из степных птиц в заповеднике массово зимует стрепет. Много краснокнижных видов – розовый и кудрявый пеликаны, колпица, фламинго, лебедь-шипун, малый лебедь, краснозобая казарка, савка, орлан-белохвост, скопа, турач, султанка, дрофа и др.

Среди пресмыкающихся здесь отмечено 12 видов, помимо черепах, ящериц и полозов встречается гюрза. Из млекопитающих во всех участках заповедника обитают длиннохвостая белозубка, ёж закавказский, 8 видов грызунов, из копытных дикий кабан, из хищников шакал, лисица, волк, камышовый кот, барсук, выдра и ласка. В годы с высокой каспийской водой в залив заходит каспийский тюлень.

Что касается морских организмов, в Азербайджанском секторе моря – южной части Среднего Каспия (от р. Самур до северной части Апшеронского п-ова) и северной части Южного Каспия (от приграничного с Ираном г. Астара до южной части Апшеронского п-ова) – то в последние десятилетия, учёными научных учреждений Азербайджанской Республики, проводятся в этом плане масштабные биологические исследования. Среди немногих закономерностей в их распределении можно отметить, что по всей южной акватории Азербайджанского сектора моря, за исключением устьев рек, доминируют морские представители флоры и фауны.

Растительный мир Каспия представлен 728 видами, из которых 5 видов – высшие растения. Фитопланктон Среднего Каспия представлен 225 видами, Южного – 71 видом пяти отделов: синезелёных (*Cyanobacteria*), зелёных (*Chlorophyta*), динофитовых (*Dinoflagellata*), золотистых (*Chrysophyceae*) и диатомовых (*Diatomeae*) водорослей. Наибольшее видовое разнообразие имеют диатомеи, характеризующиеся широкой эвритермностью и эвригалинностью. Сине-зелёные водоросли в Среднем и Южном Каспии, по сравнению с Северным, представлены слабо: лишь на каменистых субстратах здесь нередко наблюдается интенсивное развитие типичных перифитонных форм. В западной части моря, распространены диатомовые, зелёные, красные и другие водоросли, вегетация которых, в отличие от Северного Каспия, продолжается и зимой. Бо́льшая часть их произрастает на глубинах до 3,5 м. Наибольшее видовое разнообразие имеют диатомовые водоросли, вторые по числу видов – синезелёные. В планктоне Южного Каспия обильны перидиниевые водоросли (*Peridiniales*), способные развиваться в большом количестве при малом содержании в воде фосфатов и нитратов. На песчано-илистых грунтах на глубине более 5 м доминируют сообщества зелёных и красных (*Polysiphonia*) водорослей. Продукция фитопланктона в Среднем Каспии составляет в среднем 1,0 г/м^3 в сутки, в Южном – 0,27 г/м^3 в сутки, с максимумом осенью – 2,39 г/м^3 в сутки (Бабаев, 1965, 1968, 1970; Бердичевский и др., 1972; Яблонская, 1985; Касымов, 1987; Салманов, 1968, 1987 и др.).

Видовой состав фитобентоса богат, в прибрежных зонах островов Бакинского и Апшеронского архипелагов встречается более 100 видов водорослей и 3 вида высших растений. В Кызылагаджском заливе высокой численности достигают высшие растения – зостера (*Nanozostera noltei – Zostera marina*), рдест (*Stuckenia pectinata*), реже наяда (*Najas marina*). На дне залива развиваются диатомовые и зелёные водоросли. Ближе к границе с Ираном большое развитие получают хары (*Chara fragilis*) и полисифонии (*Polysiphonia caspica*) (Даирова и др., 2020; Аппазова, Харченко, 2025).

Из-за резкого падения уровня моря и повышения температуры в Каспии на южном побережье Апшеронского п-ова в последние годы участились массовые заморы рыбы, вызванные сезонным и цветением воды. В период цветения вся прибрежная зона на 300-400 м от берега заполнена водорослями. Такое обилие их ранее не отмечалось (Эйбатов и др., 2025). Заросли фитобентоса изобилуют различными видами животных – ракообразными (бокоплавы, мизиды, крабы и креветки), много червей, моллюсков и мальков рыб (Марти, 1974; Касымов, 1987; Гусейнов, 1987).

Среди беспозвоночных животных в Каспии, в отличие от других близких по солёности морей, отсутствуют полностью или слабо представлены многие типично морские группы. Здесь отмечено более 1 397 видов беспозвоночных (более 77% фауны): корненожки (*Rhizopoda*), фораминиферы (*Foraminiferida*), 2 вида солнечников (*Heliozoa*); жгутиконосцы (*Mastigophora*), инфузории (*Ciliophora*); губки (*Porifera*). Тип кишечнополостных (*Coelenterata*) представлен 5 видами, включающими как сидячие полипы, так и свободноплавающие медузоидные формы. В летнее время в прибрежных водах Апшеронского п-ова и около устья р. Куры массово развивается медуза *Moerisia maeotica*. Класс ресничных червей (*Turbellaria*) представлен 29 видами. Из многощетинковых червей (*Polychaeta*) в море обнаружено 7 видов, в том числе интродуцированный в 1930-е гг. в Каспий *Nereis diversicolor,* встречающийся повсеместно и играющий важную роль в питании рыб. Представители малощетинковых червей (*Oligochaeta*) в Среднем и Южном представлены 7 видами, самый многочисленный из которых – обитающий на илистых грунтах эндемик *Psammoryctides deserticola*.

Особым разнообразием отличаются 3 подсемейства ветвистоусых рачков (*Clodocera*), представленных в Каспии 55 видами, часть из которых, особенно полифемиды, играют важную роль в планктоне и служат пищей для кильки, пузанка, шемаи, чехони и других мелких и средних рыб. Более половины биомассы зоопланктона Среднего и Южного Каспия составляет веслоногие рачки (*Copepoda*), среди которых абсолютно доминирует *Limnocalanus grimaldi,* которые также играют важную роль в питании килек, волжской сельди, пузанка и других объектов питания тюленей.

Существенную часть планктона Каспийского моря составляют мизиды (*Mysidacea*) – группа планктонных ракообразных, попавших в Каспийское море в ледниковый период из Арктики и представленная в Среднем Каспии 16 видами, в Южном – 7 видами (Державин, 1939; Касымов, 1987).

Кумовые раки (*Cumacea*) в азербайджанских водах представлены 18 видами, все они входят в питание леща, воблы и др. Равноногие ракообразные (*Isopoda*) представлены двумя эндемичными каспийскими видами: морским тараканом (*Mesidotea entomon caspia*) и джерой (*Jaera sarsi*), обитающими на илистых грунтах на глубинах 50-60 м и служащими пищей для целого ряда видов рыб, в том числе осетра и севрюги. Бокоплавы (*Amphipoda*), которых более 70 видов, играют важную роль в питании сазана, воблы, леща, бычков, а также потребляются тюленями.

Фауна десятиногих ракообразных (*Decapoda*) представлена 5 видами, из которых краб *Rhithropanopeus harrisii*, попавший в Каспий в 1958 г. по Волго-Донскому каналу, в настоящее время встречается по всему морю и присутствует в питании осетровых, сазана, воблы и бычков. Из собственно раков по численности преобладает длиннопалый рак, обитающий на ракушечных и известковых каменистых грунтах и также являющийся объектом питания тюленей.

Моллюски (*Mollusca*) представлены 118 видами. Более 90% биомассы донной фауны составляют двустворчатые моллюски, среди которых доминируют вселенцы из Азово-Черноморского бассейна митилястер (*Mitilaster lineatus*) и *Abra segmentum* (этот вид

интродуцирован в 1930-х гг. и в настоящее время играет важную роль в питании целого ряда промысловых рыб, в том числе осетровых). Виды-вселенцы существенно восполнили в целом относительно низкую биомассу автохтонных каспийских моллюсков: в 1956 г. средняя биомасса бентоса в западной части Среднего Каспия составляла всего 104,7 г/м^2, а в 1962 г. она достигл 316,7 г/м^2 (Касымов, 2004; Барабанов и др., 2024 и др.).

В распределении видов зоопланктона по акватории Среднего и Южного Каспия хорошо выделяются два комплекса организмов, один из которых населяет центральную зону с глубинами 150–200 м и более, другой – мелководную зону с глубинами до 50–60 м (Куделина Е.Н. – http://hdl.handle.net/123456789/3531). В Среднем и Южном Каспии в планктоне обычны солоноватоводные виды ветвистоусых рачков, по численности преобладают *Evadne trigona, E. anonyx, E. camptonyx* – распространенные по все толще воды. В течение года как качественный состав зоопланктона, так и количественное соотношение входящих в него видов и групп значительно меняются, вплоть до полного исчезновения тех или иных форм. По сравнению с 1990-ми гг., с одной стороны, сократились видовое разнообразие зоопланктона и численность отдельных видов, а с другой стороны – биомасса и кормовая ценность зоопланктона увеличились вследствие развития двух видов коопепод рода *Acartia* – важных кормовых объектов планктоноядных рыб (Алекперов, Джалилов, 2013; Джалилов, 2018). В последние годы средние показатели биомассы зоопланктона по Среднему и Южному Каспии летом составляют 38,69±5,03 мг/м^3, зимой опускаются до 19,90±2,62 мг/м^3. В Среднем Каспии биомасса зоопланктона по сезонам обычно выше – в летний период 47,30±8,64 мг/м^3, в зимние месяцы в среднем 25,97±4,24 мг/м^3. В Южном Каспии плотность зоопланктона заметно ниже: 31,80±5,26 мг/м^3 летом и 15,86±2,74 мг/м^3 зимой. По биомассе доминируют копеподы (65,91–72,92% общей биомассы), а по численности – инфузории и коловратки (Сулейманов и др., 2012) Летом зоопланктоном наиболее богат район от Бредован до устья р. Куры, где его биомасса может достигать до 500 мг/м^3 (Бадалов, 1968; Касымов, 1987; Джалилов, 2018, 2025).

В бентосе западной части Среднего Каспия обнаружено 589 видов животных, из них 199 видов инфузорий, численность которых составляет 5–6 млн. экз/м^2. По биомассе доминируют моллюски, высшие ракообразные и свободноживущие нематоды. Эти группы представлена стеногалинными видами, часть которых эвритермна (сублитораль или выходящие на сублитораль), остальные, как правило, стенотермные (арктические) (Абдурахманов и др., 2012). Прибрежные участки моря, где широко распространены илисто-песчаные и илисто-ракушечные грунты, отличаются максимальной биомассой бентоса. На большей части дна по западу Среднего Каспия на глубинах до 50 м биомасса донной фауны колеблется от 30 до 100 г/м^2 и от 100 до 500 г/м^2 – за счет нереиса и абры. С 2018 г. важное место в сообществах макрозообентоса северной части азербайджанского побережья стал занимать новый североамериканский вселенец – многощетинковый червь *Marenzelltria neglecta* (Polychaeta, Spionidae) (Бирюкова, 2023). В 2024 г. его численность и биомасса в диапазоне глубин от 4,4 м до 10 м составили 1232 экз./м^2 и 2,3 г/м^2, соответственно.

В бентосе Южной части западного побережья обитает 223 вида беспозвоночных, с наибольшим развитием на глубинах от 10–50 м. В общей биомассе Среднего и Южного Каспия доминируют моллюски (митилястер, абра и дрейсена): они могут составлять от 70% до 99,6% всей донной фауны; второе место занимают ракообразные, образующие скопления по более глубокой части моря – около 30% всей биомассы бентоса (из них балянус 68,3%, краб 25,1%). В периоды падения уровня моря, один из которых происходит в настоящее время, биомасса бентоса снижается в целом более чем в 6,7 раза, в том числе моллюсков – в 12 раз, а биомасса ракообразных возрастает (Зенкевич, 1947; Романова, 1960; Алиев, Пятакова, 1968; Осадчих, 1978; Касымов, 1987).

Разнообразная и обильная бентофауна и богатый зоопланктон прибрежной зоны Среднего и Южного Каспия привлекает в эти районы множество рыб (Bilio, Niermann, 2004; Азизов и др., 2013; Мирзоян, Ходоревская, 2017), которые, в свою очередь, активно используются каспийским тюленем в летний нагульный период. С поздней весны, летом и ранней осенью тюлень находится в средней и южной частях моря.

Распределение рыб, в частности сельдей, у западного прибрежья Каспия в летний период тесно связано с распределением кормовых объектов. Коэффициент корреляции между уловами сельдей и биомассой летнего зоопланктона составила (r=0,60), тогда как коэффициент корреляции между этими показателями зимой был ниже (r=0,48). Сельди после нереста интенсивно питаются, при этом образуют большие скопления в зависимости от распределения килек и планктона в летний и осенний периоды в районах Мухтадыр, Куба и Килязи Среднего Каспия. Такая же картина наблюдается с эндемичной саринской сельдью в районах Ленкорань, Куринская Коса и Зюйд-Остового Култука, и Норд-Остового Култука Южного Каспия (Сулейманов и др., 2012).

В Азербайджанском секторе Каспийского моря встречается 123 вида рыб, относящихся к 15 отрядам, 17 семействам и 55 родам. По числу видов преобладают карповые (45), бычковые (30) и сельдевые (до 15 видов), составляющие до 79,7% всей ихтиофауны этого сектора моря (Животный мир Азербайджана, 1951; Абдурахманов и др., 1968; Казанчеев, 1981; Касымов, 1987; Каспийское море …, 1989; Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря, 2013).

В питании каспийского тюленя важнейшую роль имеют практически все представители сельдевых, в том числе кильки каспийская обыкновенная (*Clupeonella caspia caspia*), анчоусовидная (*C. engrauliformis*) и большеглазая (*C. grimmi*), встречающиеся по всей акватории Среднего и Южного Каспия (Пробатов, 1939; Михин, 2000; Парицкий и др., 2018 и др.). Из других значимых представителей сельдевых здесь встречаются пузанки: большеглазый (*Alosa saposhnikovi*), каспийско-черноморский (*A. caspia caspia*), саринский или энзелийский (*A. caspia knipowitschi*) и астробадский (*A. caspia persica*); сельди: долгинская (*A. brashnikovi brashnikovi*), аграханская (*A. brashnikovi agrachanica*), саринская (*A. brashnikovi sarensis*), восточная (*A. brashnikovi orientalis*), большеглазая (*A. brashnikovi autumnalis*), гасанкулинская (*A. brashnikovi kisselewitschi*), сельдь-черноспинка (*A. kessleri kessleri*), красноводская (*A. brashnikovi nirchi*) и астрабадская (*A. brashnikovi grimmi*).

По образу жизни каспийских сельдей делят на три группы: проходные (совершающие миграции для размножения в реки Северного Каспия), морские местные (живущие, главным образом, в Южном Каспии) и морские мигрирующие для икрометания весной из южных районов в северную часть Каспийского моря. Все виды и подвиды сельдей после размножения нагуливаются в Среднем и Южном Каспии (Дмитриев, 1936; Надиров, Сулейманов, 2009; Сулейманов и др., 2012; Азизов и др., 2013), что особенно привлекает тюленей, следующих за их популяциями и проводящих в Среднем и Южном Каспии все лето.

Семейство карповых (Cyprinidae) представлено примерно 45 видами и подвидами, из которых 10–13 видов встречаются в море и потребляются тюленем (Абдурахманов и др., 1968). Среди них на юге Среднего и севере Южного Каспия это куринская вобла (*Rutilus rutilus caspicus natio curensis*), частично кутум (*R. frisii cutum*), два подвида жерехов – красногубый (*Aspius aspius taeniatus*) и обыкновенный (*A. aspius aspius*), проходная форма ленкоранской шемаи (*Alburnus chalcoides*), восточный лещ (*Abramus brama orientalis*), южнокаспийская белоглазка (*A. sara bergi*), каспийский рыбец (*Vimpa vimpa persa*), чехонь (*Pelecus cultratus*) и сазан (*Cyprinus carpio*) (Абдурахманов и др., 1968; Казанчеев, 1981; Patimar et al., 2010; Атлас пресноводных рыб, 2013).

В Каспийском море акклиматизированы 2 вида из семейства кефалевых (*Mugilidae*), завезенных из Черного моря в 1930–1934 гг. – сингиль (*Chelon auratus*) и остронос (*Chelon saliens*), которые успешно освоили Средний и Южный Каспий. Из семейства атериновых (*Atherinidae*) от юго-западной части Северного Каспия и до самого юга Каспия повсеместно представлена каспийская атерина (*Atherina boyeri caspia*). В прибрежных водах Среднего и Южного Каспия встречается как обыкновенный (*Sander lucioperca*), так и морской (*S. marinus*) судак. Все эти виды могут использоваться тюленем в своем питании.

В целом, по азербайджанскому побережью Южного Каспия в ихтиофауне доминируют кутум (43,54%), вобла (25,85%), кильки (17,69%), кефаль (5,78%), сельди (3,4%), бычки (2,38%) и другие виды (0,34%). В то же время, в промысловых уловах доля кильки достигает 94%, тогда как кутум составляет 1,25%, сельдь – 0,94%, а остальные виды около 0,93% всего улова (Мамедов, 2025).

Богато представлено семейство бычковых (*Gobiidae*), уступающее по количеству видов только карповым – до 30 видов. Многочисленность и высокое видовое разнообразие определяют существенную роль бычковых в экосистеме Каспийского моря. Особенно велика их трофическая роль. Как массовые потребители различных видов кормовых организмов (ракообразных, червей, моллюсков, мальков и икры других видов рыб) они выступают конкурентами для ряда других видов рыб. В то же время сами они, являясь пищевыми объектами целого ряда крупных и ценных промысловых рыб и каспийского тюленя, во многом определяют их пищевую стратегию. Абсолютное большинство бычковых не выходят за глубины 50–70 м, предпочитая зону прибрежных мелководий, но плотных скоплений не образуют. В юго-западной части моря большой численности достигают крупные виды бычков (глубоководный бычок, бычок-ширман и каспийский или туркменский ратан): их абсолютная длина может достигать 25–30 см, при массе 200–300 г, иногда и более.

Род черноморско-каспийских бычков (*Neogobius*) представлен 4 видами, встречающимися на глубинах от 1 до 30 м. По югу западного и северу Южного Каспия преимущественно встречаются бычок-кругляк (*N. melanostomus*), наиболее многочисленный по всему прибрежью, а также хвалынский (каспийский) бычок (*N. caspius*) – самый крупный представитель семейства, достигающий массы до 500 г. Одним из наиболее многочисленных видов является каспийский бычок-песочник (*N. fluviatilis pallasi*) (Neilson, Stepien, 2009; Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря, 2013).

Каспийский тюлень находится на вершине трофической цепи Каспийского моря. Основные объекты его питания – мелкие и средние по величине рыбы (бычки, кильки, сельди, атерина, вобла, кефали, бершики, молодняк более крупных видов и др.). Реже, в северной и восточной части, используются ракообразные (раки, креветки, бокоплавы, крабики), составляющие не больше 1% рациона у взрослой особи. В период трофических летних миграций в средней и южной части Каспийского моря кормовая база нагула обеспечивается в основном за счет массовых короткоцикличных видов, составляющих до 90% пищи, в основном большеглазая тюлька, вобла, атерина, бычки (Хураськин и др., 2002). В пищевом рационе каспийского тюленя доля обыкновенной, анчоусовидной и большеглазой кильки, в зависимости от сезона и локации, может меняться от 3,4 до 57,0%. Низкие значения большеглазой кильки (3,4%) связаны, скорее всего, с очень низкой численностью её в последние десятилетия.

Бычковые занимают одно из первых мест в питании каспийского тюленя и составляют иногда 30-90% общей массы пищевого комка (Бадамшин, 1948, 1966; Ворожцов и др., 1972). Тюлень питается бычками почти во все сезоны года: зимой чаще всего в

северо-восточном районе Каспия, а весной и летом – в других его районах, особенно когда бычковые скапливаются в прибрежной зоне для нереста. У западного побережья Среднего Каспия тюлень активно питается бычковыми также и осенью. В питании тюленя чаще всего встречаются бычок-кругляк, хвалынский бычок, глубоководный бычок, бычок-песочник, шипоголовая пуголовка, пуголовка Бэра. У западного побережья Среднего Каспия в октябре в желудке тюленя была обнаружена кладка икринок шипоголовой пуголовки (Рагимов, 1988).

Доля частиковых видов рыб в пищевом комке тюленей довольно значительна только в период спуртового питания их в авандельтах крупных рек, впадающих в Каспий.

В связи со своеобразием зубного аппарата тюлени полностью заглатывают свою жертву, практически не пережевывая её, что частично ограничивает размеры потребляемой добычи. За сутки взрослая особь съедает от 2 до 4 кг рыбы. При добывании пищи тюлень способен погружаться на глубину до 80 м. Годовой рацион, рассчитанный на численность популяции в 420 тыс. особей, составляет 297,7 тыс. тонн ихтиомассы, из них около 90% приходится на период нагула в Среднем и Южном Каспии (Рагимов, 1968а; Гаджиев, Эйбатов, 1995; Хураськин, Захарова, 2000а,б).

Сокращение численности тюленей в Каспии в последние два-три десятилетия также отразилось на характере обитания тюленя и в Азербайджанском секторе моря. В водах Азербайджана тюлень находится в период нагула и во время весенних и осенних миграций (Eybatov, 2015; Эйбатов и др., 2025). Первые тюлени появляются обычно в конце апреля – начале мая. На Апшеронском п-ове они встречаются в конце апреля – начале июля. Весной некоторые тюлени небольшими группами мигрируют на юг вдоль мелководной прибрежной зоны через Ширванский и Кызылагаджский национальные заповедники. Небольшие группы перемещаются в более глубокую часть Каспийского моря. Позже тюлени мигрируют далее в южные районы, где кормятся в центральной части моря и вдоль побережья Ирана. Значительная часть тюленей остается и на севере Азербайджана, у Апшеронского п-ова. Кроме того, в летние месяцы многие тюлени остаются в северной части азербайджанских вод и, в меньшей степени, встречаются в глубоких южных водах. Обратная миграция начинается в октябре и заканчивается в конце ноября – начале декабря (рис. 1). Осенняя миграция следует практически тем же маршрутом в обратном направлении. Было установлено, что тюлени, мигрирующие вдоль западного побережья, перемещаются на зимовку как в российские, так и в казахстанские воды.

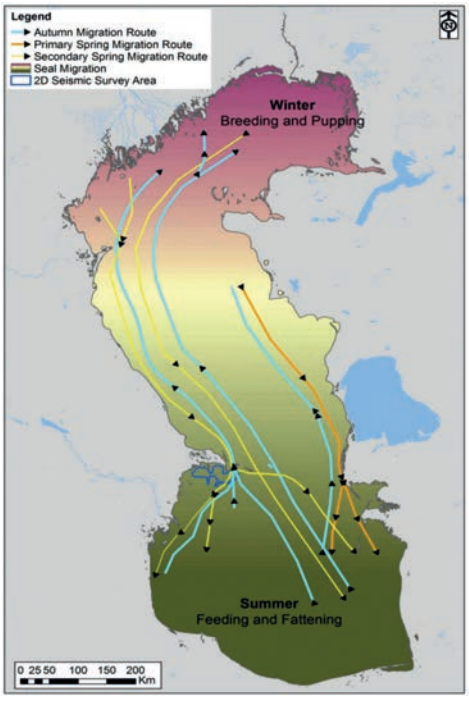


Рис. 1. Весенняя и осенняя миграция каспийского тюленя (по: Eybatov, 2015).

Мечение тюленей показало, что миграция происходит также через центральную часть Каспийского моря. В южной части территориальных вод Азербайджана каспийские тюлени в основном сосредоточены в центральной части Каспийского моря.

С древних времен на Апшеронском п-ове и на островах Апшеронского и Бакинского

архипелагов существовали постоянные и сезонные лежбища тюленей. Ещё Н.К. Верещагин (1938) сообщал о круглогодичных встречах тюленей и зимних лёжках с рождением детёнышей, а также их промысле на лежбищах Апшеронских островов в 1930-х годах. В небольшом количестве размножавшиеся тюлени отмечались на Шаховой косе (Шахинская коса, коса Шах-Дили, Шахская коса) (Эйбатов, 2010; Эйбатов и др., 2025).

Мониторинг побережья Апшеронского п-ова и на островах Апшеронского архипелага показал, что с 2005 г. постоянных лёжек там уже не наблюдаются; с 1995 г. на островах Бакинского архипелага тюлени также перестали отмечаться (Эйбатов, 2010). Временные лёжки наблюдаются только во время весенней миграции с севера на юг (с апреля по май) и осенней миграции с юга на север (в октябре-декабре). Такие временные лёжки отмечены на Южной косе и на о. Чилов (Урунос), а также на небольших островах между Пираллахи и Чиловскими (Малая Плита, Большая Плита, Подплиточный и Дарданелла, Колтуш, Бакланий и др.) (Эйбатов, Рустамова, 2010). Летом 2001 г. на Шахской косе было обнаружено до 200–300 тюленей. В последний раз лёжка тюленей наблюдалась здесь в марте 2002 г., когда удалось обнаружить около 100 особей. В дальнейшем, уже на Шахской косе, расположенной на самой дальней окраине Апшеронского п-ова в пределах Апшеронского национального парка, где тюлени обычно собирались до массового потока туристов на косу, лёжки не обнаруживались. Хотя именно здесь в 1930-х гг. на островах Апшеронского архипелага и Шахской косы ежегодно промышляли от 7 188 до 14 809 тюленей (Верещагин, 1938; Эйбатов, 2010).

Еще в 1970–1980 гг. регулярные осмотры Шахской косы фиксировали на ней и прилегающем к ней тюленьем острове, который сейчас затоплен, скопления тюленей численностью до 2 тыс. особей. Кроме того, практически все острова Бакинского архипелага, в первую очередь острова Булла, Свиной и Глиняный, являлись местами сезонных лёжек сотен тюленей, небольшие их группы встречались на этих островах и в зимнее время (Эйбатов и др., 2025).

В 1980–1990 гг. в результате поднятия уровня Каспия и других причин численность тюленей на лежбищах резко уменьшилась и не превышала 1 тыс. особей. Исследования, проведенные в 1995–1997 гг. с помощью вертолетных облётов прибрежной полосы Азербайджана, включая Шахову косу и острова Апшеронского и Бакинских архипелагов, показали, что численность тюленей на Шаховой косе не превышала 200–300 особей, а на островах, расположенных между о. Пираллахи и о. Чилов (Малая плита, Большая плита, Подплиточный, Дарданелла, Колтуш, Чурка) – около 200 тюленей, на Южной косе о. Чилов – небольшая группа тюленей в 100–150 особей. Небольшие группы были отмечены и на мысе Урунос, который в то время превратился в изолированный остров, отделившийся от о. Чилов (Эйбатов, 2010).

С 1995 г. до настоящего времени на островах Бакинского архипелага тюленей больше не отмечали. Лишь в 1996 г. в прибрежной полосе о. Глиняный однажды с вертолета наблюдали двух тюленей. Последнюю зимнюю залёжку тюленей на Шаховой косе численностью около 100 особей наблюдали в марте 2002 г., тогда же там был обнаружен труп детёныша на стадии тулупки. Зимой 2005 г. на оконечности мыса Шаховой косы, который более 14 лет был изолированным островом, встретили 2 живых тюленей. С тех пор до настоящего времени на Шаховой косе ни лёжек, ни одиночных тюленей больше не отмечали. На островах Апшеронского архипелага также не наблюдается постоянных лёжек тюленя, а только миграционные в весенний и осенний периоды численностью до 600 особей. Редко тюлени стали встречаться и в районе Нефтяных камней (Эйбатов и др., 2025).

Такая ситуация, утрата тюленями привычных мест своих залёжек, является результатом активной урбанизации, роста населения и масштабного строительства в прибрежной

зоне, интенсификации судоходства и появления многочисленных яхт и моторных лодок с мощными двигателями. Произошли и изменения поло-возрастного состава тюленей на сезонных залёжках: если в XX в. зимой на лёжках преобладали самцы и молодые тюлени, то в последние годы соотношение полов выровнялось и значительно меньше стало молодых особей – сеголетков, сократилось также число старых особей (Эйбатов и др., 2025).

Последние 35 лет мониторинг тюленей проводился посредством судовых учётов, регистрацией животных персоналом морских платформ и жителей о. Чилов. С 1997 г. эти данные дополняются периодическими облётами побережья вертолётами. В XX в. тюлени появлялись в районе Апшеронского архипелага в конце апреля, начале мая, иногда в конце мая, а массовые выбросы мёртвых тюленей на берег наблюдались преимущественно в мае и июне. В 2009 г. впервые была обнаружена ранняя миграция тюленя в Каспийское море: первая крупная группа тюленей (300–500 особей) была обнаружена 1 апреля в районе Южной косы и островов Пираллахи и Чилов (Малая Плита, Большая Плита, Подплиточный и Дарданелла) (Эйбатов, 2010). Позже эта тенденция продолжилась: в 2011 и 2014 гг. тюлени появлялись в районе Апшеронского архипелага 1 апреля, а в азербайджанских водах 20 марта. В последнее время тюлени появляются на севере Азербайджана (побережье Яламы) в середине марта, на островах Апшеронского архипелага в конце марта – начале апреля. Такие изменения в сроках миграций могут быть связаны с сокращением ледовитости на севере Каспия. Весной, с апреля по июнь, до того, как тюлени достигают Ирана, их численность в Азербайджане может достигать 20 тыс. особей. Весной до 500 тюленей отдыхает на островах Апшеронского п-ова (Малая Плита, Большая Плита, Подплиточный, Дарданелла, Бакланий, Южная Коса и о. Урунос, часть о. Чилов). Начиная с июня значительная часть (10–15 тыс.) тюленей мигрирует из акватории Азербайджана в территориальные воды Ирана на летний откорм.

В летний период 3–5 тыс. тюленей кормится к северу от Апшеронского п-ова, где они держатся на расстоянии 2–8 км от береговой линии. Другая часть избегает прибрежной зоны и более-менее равномерно небольшими группами распределяется в глубоководной части Каспия. С апреля по октябрь тюлени кормятся по всей акватории Азербайджана, в 1–3 км от береговой линии и на большей глубине (Гаджиев, Эйбатов, 1995). В глубоководной зоне Азербайджана, к югу от Апшеронского п-ова, тюленей обычно немного: небольшая численность их в районе выхода к акватории моря Ширванского национального парка может быть связана с присутствием сетей для мелкой рыбы (сельдь, каспийская плотва и т.д., а также раки), из которых тюлени с активно ее воруют, иногда съедая весь улов. Появление летом значительного количества тюленей в районе Кызылагаджского природного заповедника можно объяснить миграцией каспийской плотвы (воблы) к дельте р. Кура. Период откорма тюленей в Южном Каспии ранее длился 5–6 месяцев, с мая по октябрь. В настоящее время он растягивается на больший срок (7–8 месяцев) – с апреля по ноябрь-декабрь.

В целом, сезонное распределение тюленей в акватории Азербайджана можно описать следующим образом: с середины декабря и до третьей декады марта тюлени отсутствуют или их численность незначительна; с конца марта до конца мая, а также в октябре и ноябре (период весенне-осенней миграции) их численность достигает пиковых значений; в остальное время (июнь-первая половина декабря) тюлени распределяются группами в соответствии с миграцией их пищевых объектов (Eybatov, 2015).

В отличие от предыдущих лет, во время осенней миграции большая часть тюленей продолжает движение на север в первой половине декабря, и в этот период значительное количество тюленей может оставаться еще в акватории Азербайджана. В начале осенней

Таблица 1. Количество тюленей, которые могут быть обнаружены в прибрежных водах островов Апшеронского архипелага (острова Чилов, Большая Плита, Малая Плита, Подплиточный, Дарданелла, Колтуш и др.) (по: Eybatov, 2015)

Месяц	Численность тюленей (особей)
Январь	8 – 10
Февраль	8 – 10
Март	8 – 10
Апрель	2 000 – 3 000
Май	2 000 – 3 000
Июнь	30 – 50
Июль	20 – 40
Август	20 – 40
Сентябрь	30 – 50
Октябрь	2 000 – 3 000
Ноябрь	2 000 – 3 000
декабрь	50 – 60

миграции зрелые самки первыми мигрируют из районов Южного и Среднего Каспия на север, тогда как молодые тюлени и взрослые самцы мигрируют несколько позже (Слудский и др., 1981). Во время миграции тюлени движутся на север из центральной части Каспийского моря на острова Апшеронского архипелага, а оттуда широким фронтом вдоль западных берегов в российские воды и частично на северо-восток, в казахстанские воды. Осенняя миграция, в отличие от весенней, характеризуется меньшей скоростью передвижения, поэтому на островах Апшеронского архипелага больших скоплений тюленей не наблюдается (табл. 1).

Район Шахской косы отличается наибольшей активностью миграции тюленей весной и осенью. В ноябре через этот район перемещается от 3 до 5 тыс. тюленей, по восточной части охраняемой территории – от 6 до 10 тыс. особей (Крылов, 1983; Крылов и др., 1990; Eybatov, 2015).

В последние годы в Азербайджанской акватории наблюдается постепенный рост численности тюленей и её стабилизация. В 2024 г. распределение тюленей в период весенне-летне-осеннего нагула составило здесь в среднем по одному тюленю на каждые 4–5 км^2, тогда как в конце XX в. их приходилось по одному на 1 км^2. Сегодня, из-за значительного понижения уровня моря расширяется площадь небольших островов Бакинского и Апшеронского архипелагов, появляются новые небольшие острова и отмели, на которых могут образоваться новые лёжки тюленей (Эйбатов и др., 2025).

Обращает на себя внимание концентрация тюленей в дельте р. Куры во время миграций, что может быть связано, как и в случае с Кызылагаджским заповедником, с миграцией каспийской плотвы в этом районе.

Анализ многолетних исследований позволяет определить численность популяции тюленя, которая кормится в Азербайджанской акватории Каспия, в 15–20 тыс. особей (Эйбатов и др., 2025). Наибольшие сезонные концентрации тюленя в летний нагульный период приурочены к скоплениям основных объектов его питания – трёх видов килек, бычков, плотвы, молоди других видов (Эйбатов, Рустамова, 2010).

На побережье Азербайджана море периодически выбрасывает мёртвых тюленей – «плывунов», мониторинг которых ведётся на северном побережье Апшеронского п-ова

с 1971 г. (Eybatov, 2015). Мониторинг включает подсчёт численности трупов тюленей на побережье, их пространственное распределение, половозрастной состав и потенциальные причины смерти. Ключевой зоной мониторинга является 10-километровая прибрежная полоса от пляжа в пос. Бузовный до Северной электростанции. Долгосрочные наблюдения показали, что динамика выброшенных на берег плывунов в этой зоне соответствует усредненному показателю выбросов на всей 100-километровой прибрежной зоне Северного Апшерона (Эйбатов, 1976, 2010; Allchin et al., 1997; Eybatov, 1997; Forsyth et al., 1998; Kajiwara et al., 2008).

Анализ динамики количества тюленей, выброшенных на берег в зоне мониторинга, показал, что с 1971 по 2001 гг. ежегодно выбрасывалось от 100 до 250 трупов тюленей, а с 2002 по 2014 гг. – от 13 до 70. Доля самок среди мёртвых тюленей варьировала от 36,5% до 68,7%, при этом доля беременных самок изменялась от 0,5% в 2001 г. до 16,6% в 2008 г. (Эйбатов, 2010; Eybatov, 2015).

Иногда на Каспии отмечаются значительные выбросы погибших тюленей. Так, в июне 1997 г. мёртвые тюлени были выброшены на пляж вдоль берега Сумгаита и северной части Апшеронского п-ова, а также обнаружены в водах вокруг нефтяных вышек Апшеронского п-ова: за июль число их на всём Каспии составило около 10 тыс., из них 6 тыс. – на берегах Азербайджана (Eybatov, 1997; Forsyth et al., 1998). В 2000-2001 гг. количество погибших на всём Каспийском море тюленей составило более 30 тыс. особей (Эйбатов, 2010).

Среди негативных факторов, которые могут воздействовать на каспийских тюленей и вызывать их гибель, рассматриваются: буровой раствор, пластовая вода, коррозионно-профилактические химические реагенты, сточные воды, радиоактивные элементы (используемые при бурении), бытовые отходы, радиоактивное загрязнение (связанное с размывом восточных берегов Каспийского моря), выбросы сероводорода, инвазия гребневика *Mnemiopsis leidyi,* сейсмическая съёмка, горные выбросы при бурении, нефтяные выбросы, парафиновые отходы, этиленгликоль (шлам), постоянное воздействие как стресс для молодняка, коммерческий рыбный промысел и естественная смертность по возрасту (в среднем около 8% от общего числа найденных мертвых тюленей) (Eybatov, 2015).

Опросы рыбаков в 1996 и 1997 гг. показали, что в среднем 5 тюленей падают в одну сеть в год. Эта цифра был подтверждена при облётах побережья в 1996-1997 гг. совместно с сотрудниками кампании «British Petroleum» (Т. Глушко), а также при высадке на берег Ширванского и Кызылагаджского природных заповедников (Eybatov, 2015). Считается, что из-за отсутствия надлежащего контроля над лицензионным и нелегальным рыболовством, а также сведений о коммерческой переработке тюленей, в те годы существовал масштабный незаконный их промысел (Allchin et al.,1997; Eybatov, 1997; Эйбатов, 2010). Несмотря на то, что в азербайджанских водах оставалось всего два лежбища (Шаховская коса и о. Чилов) и небольшая часть тюленей изредка отдыхала на Малой Плите и Подплиточном, местное население обрабатывало тюленей, случайно пойманных сетями: печень и жир использовали в пищу, а шкуры на меховые изделия. В последнее время даже в период массовой весенней миграции на юг тюлени избегают этой группы островов из-за туристического наплыва, грязной воды и сокращения рыбных запасов за счет интенсивного рыболовства (Eybatov, 2015).

У каспийских тюленей отмечены до 28 различных форм гельминтов: 13 видов трематод, 7 видов нематод и по 2 вида цестод (Делямуре и др., 1964; Курочкин, 1975). Из них лишь немногие и только в исключительных условиях существенным или определяющим образом влияют на состояние и динамику численности тюленя. Важную роль при этом

играет ряд биотических, абиотических и антропогенных факторов, сложившихся в пространстве Северного Каспия для циркуляции инвазионного начала и обеспечивающих высокую интенсивность инвазии (Володина, Грушко, 2012).

Результаты масштабного исследования вирусов, бактерий и паразитов у 177 живых здоровых каспийских тюленей, пойманных в 2007–2017 гг., показали, что риски, характер и распространенность патогенов сопоставимы с другими популяциями диких тюленей семейства Phocidae (Kydyrmanov et al., 2023). Большинство штаммов, циркулирующих в популяции каспийского тюленя, являются уникальными. Считается, что причиной массовой гибели тюленей в 2000–2001 гг. стал вирус чумы плотоядных, который значительно отличался от известных лабораторных и полевых штаммов вируса чумы собак, проанализированных в других частях мира за последние десятилетия (Forsyth et al., 1998). Клинические признаки заражения тюленей вирусом чумы плотоядных включали слабость, мышечные спазмы, выделения из глаз и носа, а также чихание. Вскрытие восьми погибших тюленей, проведенное на азербайджанском побережье в июне 2000 г., выявило микроскопические поражения, включая бронхоинтерстициальную пневмонию, энцефалит, панкреатит и истощение лимфоцитов в лимфоидных тканях (Eybatov, 1997). Аналогичные поражения были обнаружены у четырех штаммов и с побережья Казахстана.

В настоящее время невозможно однозначно сказать, являются ли большинство патогенов, обнаруженных у каспийских тюленей, эндемичными или попадают в их организм с суши. Однако численность популяции каспийских тюленей, по-видимому, достаточна для поддержания эндемических инфекций, по крайней мере, в отношении некоторых вирусных патогенов (Kuiken et al., 2006).

Концентрации хлорорганических и органофосфорных ядовитых соединений, связанных с накоплением пестицидов (ДДТ и его метаболитов, α- и γ-гексахлорциклогексана) в жировой ткани, варьируются от 6,05 до 64,3 мг/кг массы ткани в зависимости от возраста, пола и места вылова (Крылов и др., 1990). Исследование липидного состава показало преобладание примеси ДДТ с концентрациями от 3,1 до 560 нг/г. У тюленей на побережье Ирана содержание хлорорганических соединений было ниже, чем в других регионах, а жировой слой значительно толще.

Сезонные изменения жирового слоя очевидны: он истончается после сезона откорма и смены шерсти, и тюлени весной могут подвергаться большему риску из-за воздействия хлорорганических соединений. Анализ концентрации стойких органических загрязнителей (СОЗ) – пестицида дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) – в образцах жира мёртвых каспийских тюленей с Апшеронского п-ова в 1996 и 1997 гг. показал, что концентрации общего ДДТ и его метаболитов были значительно выше, а ПХБ значительно ниже, чем у обыкновенного тюленя (Hall et al., 1999), что свидетельствует о большей подверженности каспийских тюленей воздействию высоких уровней пестицидов ДДТ, чем у морских млекопитающих из Северного моря.

Известно, что СОЗ могут представлять опасность для видов, занимающих высокие трофические уровни, вызывая у них угнетение иммунитета (иммуносупрессию) и нарушая репродуктивную функцию. Весной 1997, 2000 и 2001 гг. у каспийских тюленей отмечалась массовая смертность от вируса чумы плотоядных, но потенциальная роль воздействия СОЗ в этих эпизоотиях остаётся неопределенной. Для проверки гипотезы о том, что этой смертности тюленей могли способствовать суммарные концентрации СОЗ (ПХБ и ДДТ), были объединены данные о смертности тюленей за период 1971–2008 гг. с данными о возрасте, упитанности, патологии и концентрации хлорорганических соединений в жировой ткани мёртвых тюленей, выброшенных на берег с 1997 по 2002 гг. (Hall et al., 1999). Было показано, что основным фактором, объясняющим вариации концен-

траций хлорорганических соединений в жировой ткани, является возраст и что хлорорганическая нагрузка, возраст, пол и упитанность не объясняют статус инфицирования тюленей вирусом чумы плотоядных, погибающих в эпизоотиях. У большинства животных (57%, n=67) концентрация ПХБ была ниже пороговых значений для токсического воздействия на морских млекопитающих (17 мг/г массы липидов), и только у 3 из 67 животных они превышали уровни, которые связаны с иммунодепрессией у тюленей (200 мг/г массы липидов).

Уровни СОЗ, обнаруженные у каспийских тюленей в 2000 и 2001 гг., были сопоставимы с их уровнями у других млекопитающих, страдающих эпизоотическими заболеваниями. Концентрации полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД/Ф) у них были ниже, чем у тюленей из других регионов, т.е. их токсическое воздействие слабее, *и они не являются причиной массовой гибели тюленей*. Хотя уровень токсического эквивалента у тюленей был относительно низким, текущий уровень СОЗ у каспийских тюленей опасен с точки зрения снижения активности иммунной системы (иммунодепрессии). Концентрация ботулинического токсина в печени тюленей варьируется в диапазоне от 0,49 до 17 нг/г сырой массы, а содержание октилтина во всех исследованных образцах было ниже уровня обнаружения, что указывает на низкий уровень загрязнения оловоорганическими соединениями в Каспийском море (Eybatov, 2015).

Содержание токсичных металлов (As, Ag, Cd, Tl, Hg, Pb и органической ртути) у каспийских тюленей в 2000 и 2001 гг. были одинаковы или ниже, чем в 1993 г. и у тюленей из других регионов. Это означает, *что эти элементы не являются специфической причиной гибели каспийских тюленей*. В качестве альтернативы, концентрация Zn и Fe у зараженных каспийских тюленей, предположительно, была выше, чем зарегистрированная у тюленей из других регионов. Это указывает на нарушение гомеостатического контроля и содержания жизненно важных элементов в пище каспийского тюленя (Eybatov, 2015).

Как и по всему Каспию, тюлень на азербайджанском побережье подвержен нападению волков, лис, енотовидных собак, белохвостых орланов (Eybatov, 2015).

Актуальной экологической проблемой остаётся проблема биологических инвазий (Дгебуадзе, 2011; Бродский, 2012; Самые опасные инвазионные виды России …, 2018), независимо от природы и путей инвазий в Каспий чужеродных видов. В 2018 г. в донной фауне Каспийского моря были обнаружены единичные экземпляры ранее не встречавшейся здесь полихеты *Marenzelleria arctia* – арктического вида, доминирующего в Финском заливе, проникшего в Каспий, по-видимому, по Волжско-Каспийскому инвазионному коридору (Михайлова и др., 2021). В 2023 г. в качестве ключевого элемента бентосных экосистем западного Прикаспия выдвинулся другой вселенец того же рода *M. neglesta* – важный кормовой объект рыб, также единично отмечавшийся в Каспии в начале 2018 г. (Бирюкова, 2023). В августе 2024 г. в прибрежных водах азербайджанского сектора был отмечен гребневик *Beroe ovata*; в 2021 г. возле пос. Пирсаат был впервые найден рачок *Tanais cavolinii*; в начале лета 2023 г. в южной части азербайджанского сектора Каспийского моря были найдены многочисленные особи мидии *Mytilus galloprovincialis*; в 2016 г. в прибрежных водах Ирана была впервые обнаружена мшанка *Lapidosella ostroumovi*r, а уже в 2021 г. – в азербайджанском секторе Каспия (Минакова и др., 2024; Шамионова, 2025). В прибрежной зоне Каспийского моря продолжают появляться новые для западного Каспия виды диатомовых водорослей (*Diploneis parma, D. pseudoovalis, Trachyneis aspera, Mastogloia apiculata*), встречавшиеся ранее в озере Иссык-Куль, Северном и Средиземном морях (Михайлова и др., 2025 а, б).

При оценке экологического состояния природной среды и экологии каспийского тюленя в пределах азербайджанского сектора Каспия нельзя забывать о том, что Каспий-

ского море отличается активной геодинамикой. Это особенно актуально с точки зрения возможной связи между сейсмичностью и состоянием (смертностью) тюленей (Рожнов и др., 2022).

Уровень сейсмической активности региона и существование определенных закономерностей между сейсмичностью и месторождениями нефти и газа подробно рассматриваются многими исследователями (Kadirov et al., 2008; Етирмишли и др., 2019а, б, 2022). В акватории Каспийского моря основные очаги повышенной сейсмической активности локализованы вокруг Апшеронского п-ова (зона так называемого Апшеронского порога или Апшероно-Прибалханская зона нефтегазонакопления) и в северо-западной прибрежной части моря. В пределах Апшероно-Прибалханской подвижной системы выявлена так называемая Северная сейсмотектоническая зона, протягивающаяся на 500 км от северной окраины Апшеронского п-ова к северному берегу п-ова Челекен и далее в Западную Туркмению, с которой связаны наиболее сильные землетрясения интенсивностью 7–9 баллов (Голинский и др., 1989). В этой зоне происходит уменьшение количества регистрируемых эпицентров землетрясений с юга на север плоть до полного их исчезновения. Граница между асейсмичными и высокосейсмичными областями пересекает Каспийское море в направлении от г. Махачкала к южному обрамлению залива Кара-Богаз-Гол.

С начала 2000-х гг. существенно возрос уровень сейсмической активности в Среднем Каспии. Наряду с сильными сейсмическими событиями здесь происходит большое количество слабых землетрясений. В эти годы на территории Азербайджана и сопредельных стран зарегистрировано 296 только явно ощутимых землетрясений (Каталоги землетрясений «Бюро исследований землетрясений» Республиканского Центра Сейсмологической

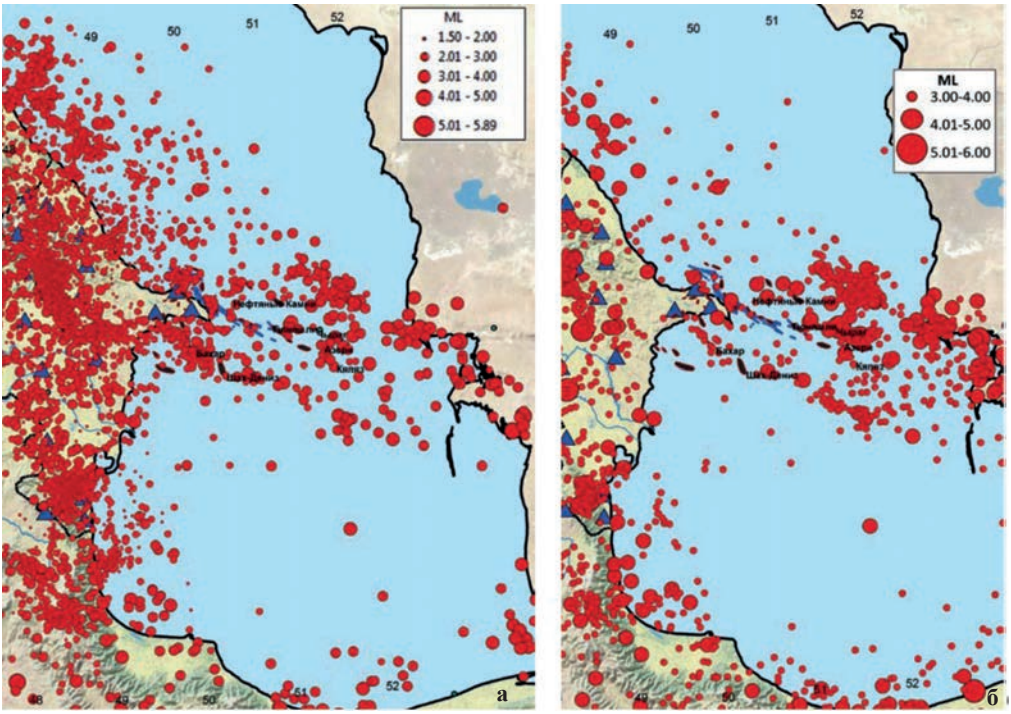


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений, произошедших в Каспийском море за период 2003–2018 гг.: а – ml≥2.0 (N=4834), б – ml≥3.0 (N=1877) (по: Етирмишли и др., 2022).

Службы НАНА). Максимальной активности число таких ощутимых землетрясений достигло в 2012 г., когда произошло явно 51 ощутимое событие. Это связано с повышением сейсмической активности в 2012 г. после серии сильных землетрясений (M=5.6–5.8) на северо-западе республики, сопровождающихся большим количеством ощутимых афтершоков, когда на порядок увеличилась и выделяемая сейсмическая энергия (Казымова, Казымов, 2016; Етирмишли и др., 2019б, 2022, 2023).

Переходная зона побережья от Среднего Каспия к Южному характеризуется высокой тектонической активностью в виде плотного поля очагов землетрясений и проявлений газовыделений по сейсмоактивными поясами вдоль Апшеронского порога, на участке морского дна которого наблюдается большое количество очагов микроземлетрясений (рис. 2), которые часто предваряют сильные землетрясения и крупные подвижки по разломам (Казымова, Казымов, 2016; Етирмишли и др., 2022). В этих зонах повышенной сейсмичности неоднократно наблюдались разрушительные цунами, т.е. аномальные колебания уровня моря.

Участки Каспийского моря, связанные с восточной окраиной Дербентского прогиба и весь очаг повышенной сейсмической активности вокруг Апшеронского порога, обладая большим углеводородным потенциалом, неизбежно дегазируются. По данным глубинного зондирования, под дном Каспия этого района на глубинах от 4 до 45 км располагается так называемая «гидравлическая подушка» с мощной толщей флюидонасыщенных горных пород, которая при сейсмических толчках может локально разгружаться. Одна из особенностей геологического строения недр Среднего Каспия – наличие большого количества трубообразных разрыхленных вертикальных образований – «газовых труб», пронизывающих платформенный чехол нефтегазоносных осадочных пород на глубину свыше 2 км. Особенно высока их концентрация вдоль южного побережья Дагестана и Северного Азербайджана с максимумом плотности юго-восточнее. г. Дербент. В случае сейсмических толчков даже небольшой силы их активность может лавинообразно нарастать, приводя к залповым выбросам природного газа (рис. 3) и локальной разгрузке напорных пластовых флюидов (более подробно об этих процессах см. Путанс и др., 2026, с. 89-101). Примером залпового выброса природного газа и локальной разгрузки напорных пластовых флюидов может служить мощный взрыв и извержение грязевого вулкана 3 июля 2021 г. в азербайджанском секторе Каспийского моря (рис. 4). Взрыв и горение выделяющегося из грязевого вулкана газа был виден не только с обоих побережий Каспия, но и из космоса, что было зарегистрировано ИСЗ (Бухарицин, 2025).



Рис. 3. Залповый выброс природного газа на Каспии (https://news.day.az/economy/1838875.html).



Рис. 4. Извержение грязевого вулкана в азербайджанском секторе Каспийского моря (https://yandex.ru/video/preview/9761740102422135019).

Помимо естественных процессов загрязнений моря за счет грязевулканической деятельности, разложения органики на дне и т.д., связанных с выходами нефти и фенолов в морскую среду, различные формы загрязнителей могут иметь антропогенное происхождение. Азербайджан – одна из стран, где зародилась нефтяная промышленность, первые в мире разработки морских нефтяных месторождений начались здесь в 1950 г. Это предопределило последующие основные техногенные нагрузки на природную среду морских и прибрежных экосистем всего Каспийского моря. В настоящее время, в связи с активизацией разведывательных работ и добычи углеводородов странами прикаспийского региона, продолжается некоторое увеличение уровня загрязнения, вызванное такими видами деятельности, как бурение, техническое обслуживание буровых установок, транспортировка нефти и выброс нефти и газа при осуществлении буровых работ. Помимо случайных разливов, переработка, транспорт и другие отрасли, связанные с промыслом углеводородов, также увеличивают нагрузку на окружающую среду путем загрязнения воды и воздуха. Нефтегазовый сектор остается одной из главных движущих сил экономического развития Республики Азербайджан, оказывая существенное воздействие на окружающую среду Каспийского моря (Серикова, 2013).

Во времена СССР нефтегазовые ресурсы Прикаспия рассматривались скорее, как стратегический резерв страны, а основной упор был сделан на освоение месторождений Западной Сибири. После распада СССР сложилась принципиально иная ситуация: «стратегические запасы» оказались собственностью новых независимых государств и стали предметом их торга с международными нефтегазовыми корпорациями. Нефть и газ составляют более 90% экспорта Азербайджана, и такие объёмы нефтегазового освоения Каспия одновременно являются фактором его загрязнения. Ожидаемого снижения выбросов в связи с внедрением западными транснациональными корпорациями современных технологий пока не ощущается: в прессе и официальных источниках описаны многочисленные случаи нарушения компаниями природоохранных требований, аварийные ситуации различной тяжести. Практически все компании не соблюдают действующий запрет на сброс в море буровых растворов. На космоснимках периодически просматриваются крупные нефтяные пятна в Среднем и Южном Каспии (см. Иванов и др., 2026, с. 102–115).

Крупнейшими объектами добычи нефти в Азербайджане являются комплексы «Азери Чираг – глубоководный Гюнешли» и «Шахдениз», последний из которых – один из крупнейших газоконденсатных месторождений в мире. Кроме того, структура «Шафаг-Асиман» находится в процессе геологоразведочных изысканий, поддерживаемых Соглашением о разделе продукции между BP и SOCAR (BP Azerbaijan, 2017).

Каспийское море уже подверглось загрязнению, вызванному нефтегазовой отраслью, и продолжает испытывать некоторое ухудшение экологической обстановки, вызванное данным направлением деятельности. Переработка, в дополнение к случайным разливам, транспорт и другие отрасли также увеличивают нагрузку на окружающую среду, что особенно характерно для азербайджанского сектора моря. Существуют значительные риски и проблемы, связанные с антропогенной деятельностью: аварии на танкерах и нефтяных платформах, повреждения морских трубопроводов, несоблюдение правил и положений, связанных со строительством, ремонтом или изготовлением оборудования, возможные ошибки эксплуатационного и обслуживающего персонала (Azerbaijan, 2018; Каспийское море, 2019). В таких районах – в Бакинском заливе Каспийского моря и на берегу Сумгайыта в акватории нефтедобычи количество нефтепродуктов и фенолов в 10–18 раз выше нормы.

В связи с тем, что территория Азербайджанской Республики расположена на выходе речной транзитной системы Юго-Восточного Кавказа, с территорий соседних госу-

дарств сюда входят сильно загрязненные воды. Реки Кура и Аракс и их притоки, а также ряд водохранилищ серьёзно загрязняются бытовыми и промышленными отходами, выпускаемыми из городов Грузии: Тбилиси, Рустави, Боржоми, Хашури, Ахмето, Телави, Синори, Си-танехи, Казарети, Храм и др., из городов Армянской Республики: Гюллидере (Берд), Инджедере (Иджеван), Делиджан (Дилиджан), Алавар (Алаверди), Килсакенд (Кировакан), Гафан, Гачаран (Гаджаран) и др. В море с речным стоком (примерно 19,3 $м^3$) в среднем поступает на азербайджанский берег нефтяных углеводородов до 1975,5 т, фенолов 171,0 т, СПАВ около 656,3 т, аммония (NH_4) 2716,1 т и оксида азота (NO_2) в пределах 8383 т. По трансграничной р. Охчучай, через р. Араз, в море поступают большое количество тяжелых металлов (меди, молибдена, железа, цинка хрома и марганца) с водой от горнодобывающих предприятий Кафана и Гаджарана Армении. В реки каждый год вытекает 600–700 млн. $м^3$ загрязненной воды из 80 городов, районных центров и поселков, в том числе сюда входят крупные города на побережье Азербайджана – Баку, Ленкорань и Сумгаит. Лишь в 35 из них существует канализационная сеть, в 9 механические, в 15 – водоочистительные сооружения, абсолютное большинство которых были построены в советское время (http://ensiklopediya.gov.az/az/terms/20180/cild/12).

Баку-Апшеронский район, где проживает 1/4 часть населения республики, производит 4/5 промышленной продукции Азербайджана. Центральным звеном в промышленной специализации Баку-Апшеронского района является топливно-энергетический комплекс: на него приходится свыше 3/4 в отраслевой структуре промышленности, ещё около 15% приходится на нефтепереработку. С нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленностью тесно связано развитие других отраслей, в первую очередь химической, машиностроения, чёрной металлургии, электротехнической. Нефтеперерабатывающие предприятия, помимо топлива и масел, выпускают сырье для производства химической продукции: синтетического каучука и смол, шин и т.п. Крупнейшие центры – Баку, Сумгаит, а также Сальяны и Массалы, также входят в состав Бакинского промузла и вносят свое участие в загрязнение прилежащей акватории моря, что не может не отражаться на благополучии каспийского тюленя.

Литература

Абдурахманов Г.М., Абдулмеджидов А.А., Исрапов *И.М., Гусейнова С.А*., 2012. Эколого-зоогеографическая оценка биологического разнообразия Касйского моря // Юг России: экология, развитие. № 1. С. 10–27.

Абдурахманов Ю.А., Кулиев З.М., Агаярова А.Э., 1968. Материалы по биологии и распределению рыб у азербайджанского побережья Среднего и Южного Каспия // Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 113–146.

Абилов Р.С., 2020. Водные ресурсы и водное хозяйство Азербайджанской республики // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). № 6 (75). С. 22–26.

*Азизов А.П., Сул*ейманов С.Ш*., Исмаилов Г.К.*, 2013. Видовой состав и питание доминирующих видов рыб Южного Апшеронского залива Каспийского моря // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. № 1. С. 4–8.

Алекперов И.Х., Джалилов А.Г., 2013. Динамика распределения мезопланктона в акватории Азербайджанского сектора Среднего Каспия // Сохранение и восстановление биологических ресурсов Каспийского моря. Баку: Элм. С. 278–283.

Алиев А.Д., Пятакова Г.М., 1968. Видовой состав и распределение зообентоса Среднего и Южного Каспия // В кн.: Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 80–104.

Алымов М.В., 2009. Динамики биогенных элементов и их влияние на фитопланктон и зоопланктон Среднего и Южного Каспия: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18. –гидробиология. Астран. гос. техн. ун-т. Астрахань. 142 с.

Аппазова А.Р., Харченко Н.Н., 2025. Прогнозируемые изменения фитобентоса в условиях снижения уровня Каспийского моря // Материалы X научно-практической конференции с междуна-

родным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия и условиях освоения нефтегазовых месторождений», посвященной 90-летию со дня рождения основателя конференции к.г.н. Катунина Дамира Никитовича Астрахань, 31 октября 2025 г. С. 30–35.

Бабаев Г.Б., 1965. О фитопланктоне западной части Среднего и Южного Каспия // Гидробиологический журнал. Т. 1. № 6. С. 11–19.

Бабаев Г.Б., 1968. Состав и распределение фитопланктона в Среднем и Южном Каспии // В кн.: Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 50–63.

Бабаев Г.Б., 1970. Характеристика систематического состава фитопланктона западной части Среднего и Южного Каспия // Известия АН АзССР, Сер. Биология. Т. 1.С. 70–72.

Бадалов Ф.Г., 1968. Распределение зоопланктона в прибрежной зоне Среднего Каспия / В кн.: Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 71–79.

Бадамшин Б.И., 1948. О питании каспийского тюленя // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Астрахань. Т. 10. С. 129–134.

Бадамшин Б.И., 1966. Биология и промысел каспийского тюленя // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. Алма-Ата: Наука. С. 94–125.

Барабанов В.В., Михайлова А.В., Шипулин С.В., Гаврилова Д.А., Мягкий Н.А., 2024. Чужеродные виды нижней Волги и Каспийского моря: ихтиофауна и кормовые объекты (преднамеренная интродукция) // Российский журнал биологических инвазий. № 2. С. 2–12.

Белов А.А., 2004. Исследование изменений гидрохимической структуры Каспийского моря за последние 70 лет. Дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.28: М. 128 с.

Бердичевский Л.С., Яблонская Е.А., Астахова Т.В., Беляева В.Н., Маилян *Р.А.*, 1972. Биологическая продуктивность Каспия. (Современное состояние, мероприятия по ее повышению и задачи научных исследований) // Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань. С. 4–23.

Бирюкова С.В., 2023. Состояние макрозообентоса северо-западной части Каспийского моря по результатам исследования в 2018–2022 гг. // Фундаментальные исследования, инновационные технологии и передовые разработки в интересах долгосрочного развития юга России. Мат-лы межд. научного форума. Ростов-на-Дону, 8-10 февраля 2023 г. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. С. 119–123.

Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А., 2007. Каспийское море: экстремальные гидрологические события. М.: Наука. 381 с.

Бродский А.К., 2012. Ускользающая реальность: Биоразнообразие: его роль в поддержании жизни на Земле, закономерности формирования и разрушения. СПб.: Изд-во ДЕАН. 172 с.

Бухарицин П.И., 2025. Сценарий климатических и гидрологических событий в регионе Каспийского моря на основе Солнечно-Земных связей // Материалы X научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия и условиях освоения нефтегазовых месторождений», посвященной 90-летию со дня рождения основателя конференции к.г.н. Катунина Дамира Никитовича, Астрахань, 31 октября 2025 г. С. 59–72.

Верещагин Н.К., 1938. Каспийский тюлень или тюлень-Foq (*Phoca caspica* Gmel.) // В кн.: Млекопитающие Апшеронского полуострова. Баку: Изд-во АзФАН. 34 с.

Володина В.В., Грушко М.П., 2012. Инвазионные заболевания каспийского тюленя // Паразитология. № 2 (14). С. 25–29.

Ворожцов Г.А., Румянцев В.Д., Склярова Г.А., Хураськин Л1.С., Юсупов М.К., 1972. Распределение тюленя в Северном Каспии. // Труды ВНИИ морского рыбного хозяйства и океанографии. М. С. 30–37.

Гаджиев Д.В., Эйбатов Т.М., 1995. Морфология зубного аппарата ластоногих. Баку: Элм. 173 с.

Голинский Г.Л., Кондорская Н.В., Захарова А.И., Вандышева Н.В., Агаларова Э.Б., Агамирзоев С.Р., Брук М.Г., Гарагозов Д., Рогожин Е.А., 1989. Каспийское землетрясение 6 марта 1986 г. // Землетрясения в СССР в 1986 году. М.: Наука. С. 58–76.

Гусейнов М.К., 1987. Закономерности распределения донной фауны Среднего Каспия // Биология основных промысловых рыб Среднего Каспия и состояние их кормовой базы. Махачкала. С. 17–30.

Даирова Д.С., Островская Е.В., Курапов А.А., Умербаева *Р.И.*, 2020. Изменения биотических сообществ Северного Каспия в условиях меняющегося климата // Астраханский вестник экологического образования. № 6(60). С. 97–07.

Дгебуадзе Ю.Ю., 2011. 10 лет исследований инвазий чужеродных видов в Голарктике // Российский журнал биологических инвазий. № 1. С. 1–6.

Делямуре С.Л., Курочкин Ю.В., Скрябин А.С., 1964. О гельминтофауне каспийского тюленя // Труды Астраханского заповедника. Вып. 9. С. 105–118.

Державин А.Н., 1939. Мизиды Каспия. Баку: Изд-во АзФАН. 92 с.

Джалилов А.Г., 2018. Сезонная динамика мезопланктона Азербайджанской акватории Южного Каспия // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов. г. Волгоград. Россия. С. 96–99.

Джалилов А.Г., 2025. Распределение видового и количественного состава мезопланктона в Азербайджанском акватории Среднего Каспия / Материалы X научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия и условиях освоения нефтегазовых месторождений», посвященной 90-летию со дня рождения основателя конференции к.г.н. Катунина Дамира Никитовича Астрахань, 31 октября 2025 г. С. 114–118.

Дмитриев Н.А., 1936. К вопросу о миграциях сельди в районе западного побережья Каспия // Рыбное хозяйство СССР. № 2. С. 39–41.

Етирмишли Г.Д., Валиев Г.О., Казымова С.Э., Исмаилова С.С., Казымов И.Э., 2019а. Технологии добычи остаточной нефти // Геология и геофизика Юга России. № 1(9). С. 84–96.

Етирмишли Г.Д., Маммадли *Т.Я., Казымова С.Э., Исмаилова С.С.*, 2019б. Современная сейсмическая обстановка Азербайджана // В кн.: Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии. Под ред. А.В. Николаева, В.Б. Заалишвили. Владикавказ: ГФИ ВНЦ РАН. С. 29–36.

*Етирмишли Г.*Д., Казымова С.Э*., Исмаилова С.С., Казымов И.*Э., 2022. Современная геодинамика и сейсмичность Азербайджанского сектора Каспийского моря // SOCAR Proceedings. Республиканский центр сейсмологической службы при НАНА. Баку. Азербайджан. No. 4. С. 8–16.

Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э., 2023. Сейсмичность Азербайджана и прилегающих территорий в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 26 (2018-2019 гг.). С. 56–66.

Животный мир Азербайджана. Ред. коллегия: А.Н. Ализаде и др. Баку: Изд-во Акад. наук АзССР. 1951. 602 с.

Зенкевич Л.А., 1947. Фауна и биологическая продуктивность моря М.: Советская наука. Т. 2. 587 с.

Иванов А.Ю., Никитский А.Н., Юнина А.В., Балагуров А.А., Книжников А.Ю., 2026. Пленочные нефтезагрязнения Северного и Среднего Каспия по данным радиолокационного мониторинга в 2023–2024 гг. // Настоящая монография, с. 102–115.

Игнатов Е.И., Каплин П.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д., 1992. Влияние современной трансгрессии Каспийского моря на динамику его берегов // Геоморфология. № 1. С. 12–21.

Иманов Ф.А., 2016. Водные ресурсы и их использование в трансграничном бассейне р. Куры. Санкт-Петербург. 164 с.

Иманов Ф.А., Вердиев Р.Г., 2016. Изменение стока рек в Каспийское море с территории Республики Азербайджан // Известия РАН. Серия Географическая. № 4. С. 90–95.

Казанчеев Е.Н., 1981. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищевая промышленность. 168 с.

Казымова С.Э., Казымов И.Э., 2016. Современная геодинамика среднего и южного Каспия // Геология и геофизика Юга России. Вып. 2. С. 140–151.

Каспийское море: Ихтиофауна и промысловые ресурсы. *В.Н. Беляева, А.Д. Власенко, В.П. Иванов* (отв. ред.). 1989. М.: Наука. 234 с.

Каспийское море. Состояние окружающей среды… Первый Доклад о состоянии окружающей среды Каспийского моря (SOE1) был подготовлен в рамках международного проекта ГЭФ-ПРООН КаспЭко. 2019. 148 с. (https://tehranconvention.org/system/files/web/soecaspian2019_rus_hires.pdf)

Касымов А.Г., 1987. Каспийское море. Л.: Гидрометеоиздат. 152 с.

Касымов А.Г., 2004. Экология планктона Каспийского моря. Баку: Адилоглу. 544 с.

Крылов В.И., 1983. Каспийский тюлень размножается как на льдах, так и на суше // Природа. №3. С. 69–71.

Крылов В.И., Головин А.Н., Кириченко С.А., Галутва О.А., Конищева Е.Н., 1990. Каспийский тюлень – индикатор загрязнения Каспийского бассейна // В кн.: Некоторые аспекты биологии и экологии каспийского тюленя. М.: ВНИРО. С. 9–16.

Курочкин Ю.В., 1975. Паразиты каспийского тюленя *Pusa caspica* // Отчеты и протоколы заседаний. Международный совет по исследованию моря. С. 363–365.

Леонтьев О.К., Халилов И.А., 1965. Природные условия формирования берегов Каспийского моря. Акад. наук АзССР. Ин-т географии. Баку: Изд-во Акад. наук АзССР. 206 с.

Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И., 1977. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ. 210 с.

Магомедов М.-Р.Д., Рожнов В.В., Бизиков В.А., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Чунков М.М., Сидоров Л.К., Абдулмаджидов *С.М.*, 2026. «Плывуны»: количественная оценка, по-

ловой состав и размерный ряд погибших тюленей вдоль береговой зоны Среднего Каспия за 2022–2024 годы // Настоящая монография, с. 260–268.

Мамедов Э.В., 2025. Экологические факторы формирования биоресурсов у побережья Азербайджана в условиях снижения уровня Каспийского моря // Материалы X научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия и условиях освоения нефтегазовых месторождений», посвященной 90-летию со дня рождения основателя конференции к.г.н. Катунина Дамира Никитовича. Астрахань, 31 октября 2025 г. С. 198–205.

Марти Ю.Ю., 1974. Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука. 248 с.

Минакова Е.В., Жаткина О.В., Кашин Р.Д., Михайлова А.В., Козлова Н.В., Шипулин С.В., Тихонова Э.Ю., 2024. О вселении черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819) в бассейн Каспийского моря // Изв. ТИНРО. Т. 204. Вып. 3. С. 602–608.

Мирзоян А.В., Ходоревская З.П., 2017. Биоразнообразие объектов водных биологических ресурсов волжско-каспийского рыбохозяйственного бассейна // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. № 4. С. 49–60.

Михайлова А.В., Попова Е.В., Шипулин С.В., Максимов А.А., Плотников И.С., Аладин Н.В., 2021. О вселении представителей рода *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) в бассейн Каспийского моря // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 45–49.

Михайлова А.В., Ардабьева А.Г., Рубцова Е.Г., 2025а. *Diploneis parma* Cleve, 1891 (Bacillariophyta) и *Mastogloia apiculata* W. Smith, 1856 (Bacillariophyta) – новые виды для прибрежной зоны Каспийского моря // Материалы X научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия и условиях освоения нефтегазовых месторождений», посвященной 90-летию со дня рождения основателя конференции к.г.н. Катунина Дамира Никитовича Астрахань, 31 октября. С. 234–240.

Михайлова А.В., Ардабьева А.Г., Рубцова Е.Г., 2025б. Новые виды диатомовых водорослей *Diploneis pseudoovalis* Hustedt, 1930 и *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve, 1894 в планктоне Среднего Каспия // Материалы X научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия и условиях освоения нефтегазовых месторождений», посвященной 90-летию со дня рождения основателя конференции к.г.н. Катунина Дамира Никитовича Астрахань, 31 октября. С. 240–246.

Михин С.П., 2000. Динамика концентрации килек в Среднем и Южном Каспии // Науч. конф., посвящ. памяти В.Н. Войниканис-Мирского: Тезисы докладов. Астрахань: Изд-во АГТУ. С. 41.

Надиров С.Н., Сулейманов С.Ш., 2009. Материал по видовому составу и распределению сельдей на западном прибрежье Среднего Каспия // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экология, эволюция и систематика животных». Рязань: НП «Голос губернии». С. 241–242.

Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1. Рыбы и моллюски. Н.Г. Богуцкая, П.В. Кияшко, А.М. Насека, М.И. Орлова. СПб.-М.: Т-во научных изданий КМК. 2013. 543 с.

Осадчих В.Ф., 1978. Роль отдельных видов в биомассе бентоса Северного и Среднего Каспия // Зоологический журнал. Т. 57. № 1. С. 26–31.

Парицкий Ю.А., Канатье С.В., Асейнова А.А., Разинков В.П., 2018. Некоторые особенности поведения и распределения каспийской обыкновенной кильки *Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. № 3. С. 27–38.

Пробатов С.П., 1939. К изучению промысла кильки в Азербайджане // Известия Азербайджан. науч. рыбохоз. станции. Вып. 4. С. 42–49.

Путанс В.А., Либина Н.В., Иванов А.Ю., Ковачёв *С.А.*, 2026. О флюидодинамике Каспийского моря // настоящая монография, с. 89–101.

Рагимов Д.Б., 1968а. Распределение бычков у западного побережья Среднего и Южного Каспия // Известия АН Азерб. ССР. Серия биологических наук. №4. С. 66–74.

Рагимов Д.Б., 1988. Бычковые рыбы Каспийского моря (Систематика, экология, значение). Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Л. 32 с.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В., 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и её возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109.

Романова Н.Н., 1960. Распределение бентоса в Среднем и Южном Каспии // Зоологический журнал. Т. 39. № 6. С. 811-825.

Рустамов С.Г., Кашкай Р.М., 1989. Водные ресурсы Азербайджана ССР. Баку: Элм. 184 с.

Салманов М.А., 1968. Первичная продукция фотосинтеза фитопланктона западного побережья Среднего и Южного Каспия // Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 64–70.

Салманов М.А., 1987. Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах Каспийского моря. М.: Наука. 213 с.

Самые опасные инвазионные виды России (Топ 100). Ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. М.: Т-во научных изданий КМК. 2018. 688 с.

Сапожников В.В., 2003. Гидролого-гидрохимические исследования Среднего и Южного Каспия на НИС «Исследователь Каспия» (23 августа – 8 сентября 2002 г.) // Океанология. № 4. С. 429–534.

Свиточ А.А., 2014. Большой Каспий: строение и история развития. М.: Изд-во МГУ. 272 с.

Серикова У.С., 2013. Углеводородные ресурсы и перспективы развития нефтегазового комплекса Каспийского региона // Нефть, газ и бизнес. № 6. С. 47–55.

Слудский А.А., Бадамшин Б.И., Бекенов А., Грачев Ю.А., Кыдырбаев Х.К., Лазарев А.А., Страутман Е.И., Фадеев В.А., Федосенко А.К., 1981. Млекопитающие Казахстана. Т. 3, ч. 1. Хищные (собачьи, медвежьи, енотовые), ластоногие (настоящие тюлени). Алма-Ата: Наука КазССР. 243 с.

Сулейманов С.Ш., Надыров С.Н., Азизов А.П., 2012. Некоторые особенности распространения и поведения сельдей (*Alosa*) в Каспийском море // Вестник Томского государственного университета. Биология. № 4 (20). С. 127–137.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., 2000а. Динамика и причины снижения промысловой добычи Каспийского тюленя в XX столетии // Материалы Международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики». Архангельск. С. 410–413.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., 2000б. Современные условия формирования биоресурсов популяции Каспийского тюленя // Материалы Международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики». Архангельск. С. 414–418.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Шестопалов А.Б., Хорошко В.И., 2002. О причинах массовой гибели каспийского тюленя в 2000 году // II международная конференция «Морские млекопитающие Арктики» (Байкал, Россия, 10–15 сентября 2002 г.). М. С. 276–277.

Шамионова Н.Ш., 2025. О новых вселенцах Каспийского моря // Science Time. Ин-т зоол. Мин-ва науки и образования Азербайджана. Баку. С. 13–18.

Эйбатов Т.М., 1976. Естественная продолжительность жизни каспийского тюленя (*Pusa caspica* Gmel.) // Зоологический журнал. Т. 55. № 12. С.1893–1896.

Эйбатов Т.М., 2010. Каспийский тюлень (*Pusa caspica* Gmel.) – эндемик Каспия // AMEA Xəbərləri, Yer Elmləri. № 4. С. 151–169.

Эйбатов Т.М., Рустамова К.М., 2010. Национальный доклад о состоянии популяции каспийских тюленей в азербайджанских водах Каспийского моря. Проект CaspEco. 14 с.

Эйбатов Т., Сулейманов Т., Мустафаев И., 2025. Каспий и каспийский тюлень. Итоги 54-летних мониторинговых исследований в Азербайджанской акватории Каспия // History of science and science of science. № 1. С. 16–29.

Яблонская Е.А., 1985. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука. 90 с.

Allchin C.R., Barrat T., Duck C.D., Kennedy S. Eybatov T.M., Wilson S., 1997. Surveys of Caspian seals in the Absheron peninsula region and residue and pathology analyses of dead seal tissues // Caspian environment program. Proceedings of the first bio-network workshop. Bordeaux, November, 1997. P. 101–118.

Azerbaijan. The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. 2018. Retrieved 16.09.2018 from (https:// www.stat.gov.az).

Bilio M., Niermann U., 2004. Is the comb helly really to blame for it all *Mnemiopsis leidyi* and the ecological concern about the Caspian Sea // Marine Ecology Progress Series. V. 269. P. 173–183.

BP Azerbaijan. Operations and projects. 2017. Retrieved 04.01.2018 from (https://www.bp.com/en_az/caspian/operationsprojects.html).

Eybatov T.M., 1997. Caspian seal mortality in Azerbaijan // Caspian environment program. Proceedings of the first bio-network workshop. Bordeaux, November, 1997. P. 95–101.

Eybatov T.M., 2015. Caspian Seals Report: Status Report for Seismic Project SWAP. November 2015 Draft. 20 p.

*Forsyth M.*A*., Kennedy S., Wilson S., Eybatov T.M., Barret T.*, 1998. Canine distemper virus in a Caspian seal // Veterinari Rekord. V. 143. P. 662–664.

Hall A.J., Duck C.D., Law R.J., Allchin C.R., Wilson S., Eybatov T., 1999. Organochlorine contaminants in Caspian and harbour seal blubber // Environmental Pollution. V. 106. P. 203–212.

Kadirov F., Mammadov S., Reilinger R., McClusky S., 2008. Some new data on modern tectonic deformation and active faulting in Azerbaijan (according to Global Positioning System Measurements) // Proceedings Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth. № 1. P. 82–88.

Kajiwara N., Watanabe M., Wilson S., Eybatov T., Mitrofanov I., Aubrey D., Khuraskin L., Miyazaki N., Shinsuke Tanabe S., 2008. Persistent organic pollutans (POPs) in Caspian seals of unusual mortality event during 2000 end 2001 // Environmental Pollution. V. 152. № 2. P. 431–442.

Kydyrmanov A., Karamendin K., Kassymbekov Y., Kumar M., Mazkirat S., Suleimenova S., Baimukanov M., Carr I.M., Goodman S.J., 2023. Exposure of wild Caspian seals (*Pusa caspica*) to parasites, bacterial and viral pathogens, evaluated via molecular and serological assays // Front. Mar. Sci. P. 1–16. 10:1087997.

Kuiken T., Kennedy S., Barrett T., van de Bildt M.W.G., Borgsteede F.H., Brew S.D., Codd G.A., Duck C., Deaville R., Eybatov T., Forsyth M.A., Foster G., Jepson P.D., Kydyrmanov A., Mitrofanov I., Ward C.J., Wilson S., Osterhaus A.D.M.E., 2006. The 2000 canine distemper epidemic in Caspian seals (*Phoca caspica*): Pathology and analysis of contributory factors // Vet. Pathol. V. 43. P. 321–338.

Neilson M.E., Stepien C.A., 2009. Escape from the Ponto-Caspian: Evolution and biogeography of an endemic goby species flock (Benthophilinae: Gobiidae: Teleostei) // Molecular Phylogenetics and Evolution. V. 52(1). P. 84–102.

Patimar R., Ezzati M., Sarli J., 2010. Life-history aspects of Caspian shemaya *Alburnus chalcoides* in two South Caspian rivers (Siahroud and Gorganroud) // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 10. P. 277–285.

Современное состояние каспийского тюленя в Восточном Прикаспии

Маммедов С.Б., Щербина А.А.

В настоящей статье приведены данные, собранные нами учётно-маршрутным методом с водного и автомобильного транспорта, а также при пешеходных экскурсиях в разные сезоны года и в разное время суток в период с 1971 по 2025 гг. на территории морских угодий, островов и побережья от Архипелага Тюленьих островов (ныне казахстанский сектор Каспия) до границы с Ираном, охватывая прибрежные восточные районы акваторий Северного, Центрального и Южного Каспия.

В период высокой численности тюленей и благополучного состоянии его популяции в планах научных исследований бывшего Гасанкулийского (основан в 1932 г.), впоследствии Красноводского (с 1968 г.), а с 1994 г. переименованного в Хазарский природный государственный заповедник Туркменистана, специальных работ по изучению тюленей не проводилось, данные для «Летописей природы» собирались попутно, а основным направлением работы были изучение и охрана зимующих, перелетных, гнездящихся и летующих водоплавающих и чайковых птиц, образующих транзитные и зимовочные скопления, а местами большие колониальные гнездовья. После случаев массовой гибели тюленей изучению вида стали уделять внимание, но пока специально подготовленных специалистов в штате заповедника, как и отдельной темы исследований, в плане научного отдела нет.

Туркменский сектор Каспийского моря представлен восточными прибрежными относительно мелководными районами, включающими коренное побережье, мысы, косы, бухты и заливы. Его протяженность с севера на юг составляет по прямой 500 км, а с учетом изгибов берега и в зависимости от колебаний уровня моря – 1300–1768 км. Участок от мыса Суэ до мыса Куулимаяк относится к Среднему Каспию, а от мыса Куулимаяк до границы с Ираном – к Южному (рис. 1).

Одни из первых научных данных о распространении, численности, биологии, местах размножения и промысле тюленей на Северо-Восточном Каспии приведены Г.С. Карелиным (1883), выдержки из дневников экспедиций которого мы приводим ниже в вольном изложении.

В дневнике 1832 г. автор указывает на особенности местности, где тюлени делают залежки, 9 июня описывает место гибели тюленей на п-ове Бузачи, считая, что они были затерты льдами, а 15 июня сообщает о случае выброса на берег залива Кайдак «многія сотни тюленей и мертвыхъ бѣлугъ», что, по мнению бывших там промышленников, было вызвано плохими качествами застойной воды залива, а по мнению Г.С. Карелина рыба могла задохнуться в янтовых (битумные озера) ямах (местах естественного выделения битумозных фракций нефти) с промерзшими краями, или была затёрта обломками льда при шторме. Таким образом, четкой версии насчет причин гибели тюленей нет, и остается предполагать – было ли это следствием эпизоотии, случаем отравления или удушья (в таких местах возможно спонтанное выделение сероводорода) или совпадением ряда факторов. На обратном пути в Гурьев в конце июля к северо-западу от п-ова Бузачи (у бывшего о. Долгий) тюленей было много, а это свидетельствует, что нагул части популяции происходил и в Северо-Восточном Каспии, где, по данным Г.С. Карелина, было много покатной и нагульной воблы. Похожая картина была отмечена возле о. Огурчинский летом 1836 г.

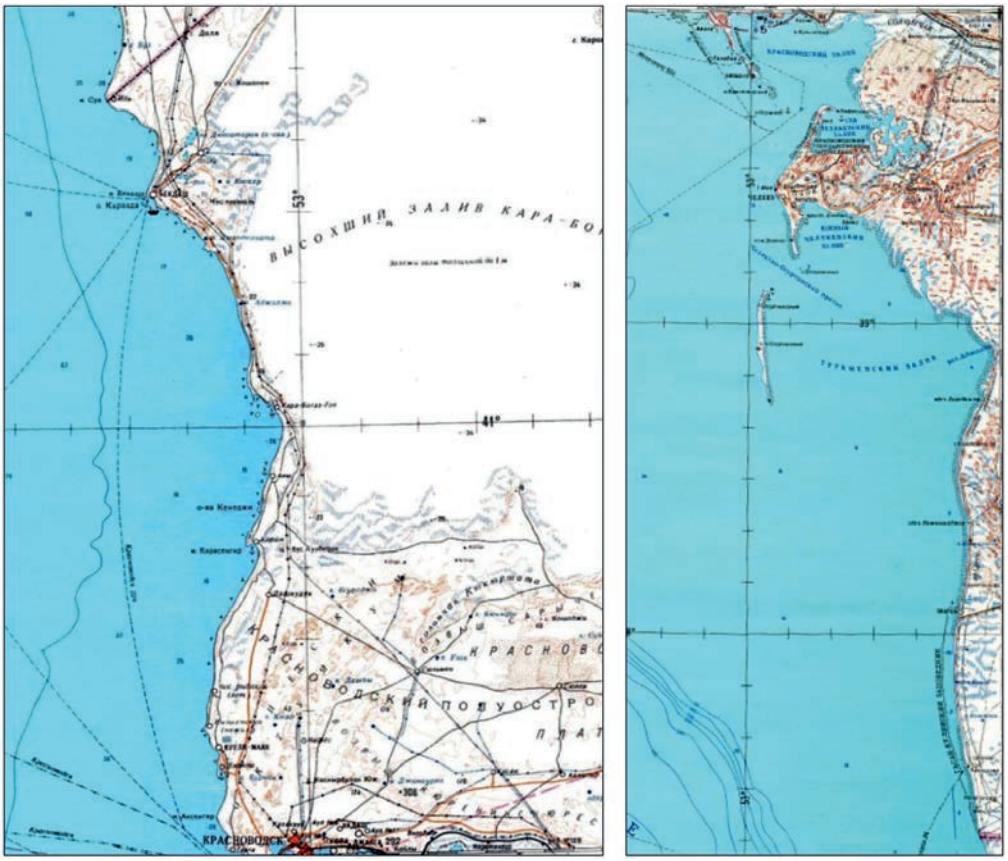


Рис. 1. Карта туркменского сектора Каспийского моря.

В 1836 г. Г.С. Карелин продолжил исследования в Каспийском регионе от Астрахани до Баку, а затем восточного берега Каспия. 19 мая два судна вышли из Баку и, пересекая Каспий, наблюдатели увидели множество спящих на воде тюленей, так что были видны только их головы и задние ласты. 23 мая стали на якоря напротив о. Челекен, 26 мая обследовали п-ов Дервиш и 27 мая о. Огурчинский, 28 мая ушли в сторону Гасанкулийского залива, куда прибыли 31 мая. 1 июня суда ушли на юг и 2-го стали на якоря в Астрабадском (ныне Горганский) заливе. Данных по тюленям за этот период нет. После ремонта судов были продолжены обследования акватории залива (запись в дневнике – тюленей мало) и прилежащей сухопутной территории Персии (ныне Иран). 12 июня экспедиция, миновав русло пограничной р. Карасу, вернулась в туркменский сектор Каспия, став на якоря напротив пос. Гасанкули. Следующее уведомление о тюленях, часто выныривавших из воды, датируется 25 августа, когда суда стояли на якорях напротив о. Челекен возле п-ова Дервиш. Запись 26 августа указывает, что Тюлений банк (подводная возвышенность, связанная с деятельностью подводных вулканов – кайнаков, обнажающаяся при сгонных ветрах и часто в дальнейшем превращающаяся в новый остров) и северная оконечность о. Огурчинский – это места наличия бесчисленного множества тюленей, а также здесь и вдоль восточного берега острова осенью держатся огромные белуги. Затем суда вошли в акваторию Красноводского залива, были обследованы горные хребты северного берега, Балханский залив, древнее русло Амударьи – Узбой и горный хребет

Большие Балханы. 24 сентября суда вышли из Красноводского залива и, обогнув одноименную косу протяженностью около 40 км, стали на якоря возле поселения на каменистом мысе Тарта. Жители посёлка, кроме скотоводства, занимались промыслом белуги, готовя впрок кавардак из её мяса, сбором белужьего «камня», ловом сельдевых, воблы и добычей тюленей, многочисленные залежки которых были на Красноводской косе, особенно глубокой осенью, при миграции в районы щенения. Других данных по тюленям при описании побережья от Тарты до пролива в залив Карабогазгол, части акватории залива и далее вдоль побережья Мангышлака до границы с Казахстаном в дневнике экспедиции нет.

Нами сбор данных осуществлялся в период с 13.08.1971 г. по 02.06.2025 г. при проведении авиаучётов и учётов с водного и автомобильного транспорта, а также при пеших маршрутах по побережью. В начале 1970-х гг. охватывалась территория от Архипелага Тюленьих островов (ныне казахстанский сектор), до 1990 г. – от п-ова Тюбкараган до границы с Ираном, в акватории Среднего и Южного Каспия. В последующие годы и до настоящего времени наблюдения проводятся в туркменской части Каспия от мыса Суэ до пос. Эсенгулы. За период исследований выполнены более 500 маршрутов протяженностью от 1 до 900 км, учтены более 62 500 тюленей, в том числе до 500 погибших (Маммедов и др., 2024).

Начальный период наших наблюдений пришелся на доминимальный (1971/1976 гг.) и минимальный с отметкой -29,01 м в 1977 г. уровень Каспийского моря. Это были годы разработки проектов спасения Каспия, вплоть до поворота северных рек, хотя с 1978 г. уровень стал быстро подниматься. При разработке проекта перекрытия пролива в залив Карабогазгол не были учтены имевшиеся данные о значительных колебаниях уровня Каспия за его длительную историю – на 22 м за последние 3 тыс. лет (Жуков, 1945; Зенкевич, 1963), а тем более за доисторические времена, в период Мангышлакской депрессии 8–12 тыс. лет назад, когда его падение достигало -90 м (Янина и др., 2024). Проект был запущен, и после строительства моста на месте бывшей паромной переправы в 1980 г. отсыпали глухую дамбу. Начавшаяся в 1978 г. трансгрессия стала неожиданной, вопреки прогнозам, и очень быстрой (за 17 лет подъём на 2,61 м) с достижением максимума -26,4 м в 1995 г., к 1996 г. было резкое падение до отметки -26,61 м (за год 21 см), а затем скачкообразное изменение за 15 лет до отметки -26,82 м в 2011 г. Позже скорость падения уровня моря опять возросла (за 14 лет 2,56 м) с достижением в январе 2025 г. отметки -29,38 м – абсолютного минимума за весь период наблюдений (рис. 2).

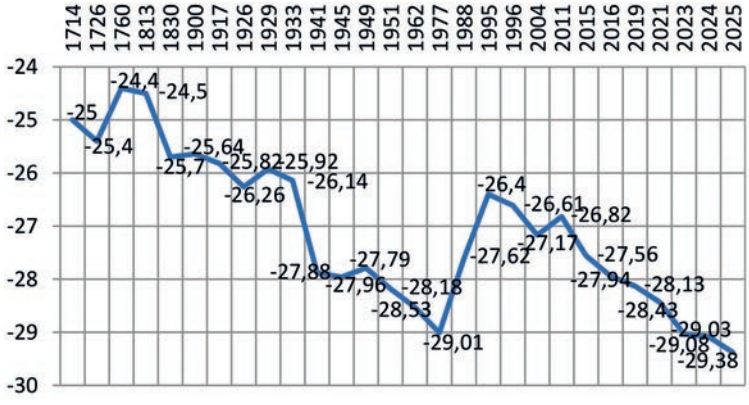


Рис. 2. Колебания уровня Каспийского моря за 311 лет расчётных и инструментальных наблюдений за период с 1714 по 2025 гг.

В период последней трансгрессии наблюдалось частичное распреснение воды Каспия, что способствовало разрастанию на мягких грунтах тростника южного *Phragmites australis*, прежде росшего только на дамбах входного канала Красноводской ТЭЦ и её сбросных каналов, в бухте Бековича и на островах Осушные. Следует отметить, что практически все имеющиеся в нашем доступе топографические карты были составлены по съемке 1966 г. и обновлены в 1977 г. по минимальному уровню XX в. В период максимума трансгрессии они совершенно перестали соответствовать действительности, особенно на низменных участках, так как амплитуда составляла 2,61 м. К 2022/2023 г. с учётом сезонных колебаний, уровень моря практически вернулся к 1977 г. и абрис берегов снова стал близок к старым картам: с 2021 г. при проведении мониторинга стал возможен автомобильный маршрут по берегу от пос. Гасанкули до мыса Хелес на п-ове Челекен (в 1995/1996 гг. он становился островом и на автостраде, идущей из Джебела, наводились два понтонных моста) и далее вдоль Михайловского залива через п-ов Дарджа до северного берега Балханского залива, т.е. практически по курсу экспедиции Г.С. Карелина 1836 г. В январе 2025 г. Каспий отступил от берегов ещё дальше, что особенно заметно проявилось на отмелях Южного Каспия – в районе пос. Гасанкули и Чикишляр, где море отступило почти на 10 км, обнажив бывшее морское дно. Происходившие изменения будут отражены при характеристике конкретных участков, связанных с залёжками тюленей, местами их кормёжки и охраняемыми территориями – там, где эти факторы совпадают, численность вида обычно бывает наиболее высокой.

Хотя первые данные по тюленям, полученные нами в начале 1970-х гг. у восточных берегов Каспия, относятся к нынешнему казахстанскому сектору Каспия, мы считаем необходимым привести их тоже.

При осенних авиаучетах птиц на Архипелаге Тюленьих островов в период формирования щенных скоплений тюленей 30.11.1972 г. было учтено 30 тыс. особей, 18.11.1974 г. – 25 тыс. особей. Протяженность облёта островов и акватории между ними со снижением ниже 100 м составляла 180 км. Учитывая орнитологический профиль заповедника, в январе полёты осуществлялись только до границы ледовых полей.

С 28.05.1976 г. по 07.05.1993 г. подробно обследовался п-ов Мангышлак вдоль побережья от северо-западной оконечности мыса Тюб-Караган (ориентир «Генеральская дача») до мыса Суэ (граница с Туркменистаном), по прямой порядка 400 км, а с учетом изгибов берега – более 560 км. В течение 17 лет наблюдения вели на автомобильных (3–8 км) и пешеходных (1–3 км) маршрутах: всего 44 маршрута общей протяженностью 477 км. Основные периоды наблюдений были весной, в начале лета и осенью, в периоды нагула и миграций тюленей. Только данные 8.12.1978 г. можно условно отнести к их зимовке. Начавшаяся в 1978 г. трансгрессия уровня моря, учитывая обрывистость побережья большей части района исследований, привела к заметным изменениям только на пониженных участках возле пос. Ералиево (ныне Курык), во впадине Ащисор, в заливах Александрбай и Кендерли, а также у отметки Обрыв на Кендерли-Каясанском плато южнее залива, где был относительно удобный спуск к морю для наблюдений, а в небольшой мелководной бухте с развалинами старых строений на берегу со дна моря бил родник пригодной для питья хорошей пресной воды и распресняющий морскую воду в ней. Этот участок для водопоя посещали уриалы, встречались корсаки, лисы, редко волки. При повышении уровня моря родник оказался на большой глубине, бухта стала более открытой, вода в ней солоней, тюлени её посещали, а копытных и хищников стало меньше (Щербина, 2024). Всего были выделены 9 точек, где рельеф местности обеспечивал удобный доступ на сушу для залёжек и, судя по поведению тюленей, имелась кормовая база. Максимальное количество тюленей было учтено при авиаучетах возле Архипелага

Тюленьих островов – 55 тыс. особей. С берега тюленей чаще всего наблюдали на мысе Суэ – 19 встреч, учтены 68 особей, возле бывших рыбных промыслов на мысе Саржа в заливе Александрбай были 7 встреч и учтены 35 тюленей, на мысе Порсу, особенностью которого был удобный выход на берег как с морской стороны, так и со стороны залива Кендерли – 6 встреч и 103 особи; южнее залива у отметки Обрыв тоже было 6 встреч и учтены 19 особей, возле маяка на мысе Песчаный – 3 встречи и учтён 21 тюлень, на северо-западной оконечности мыса Тюбкараган – 1 встреча и учтен 3 тюленя. За всё время наблюдений в казахстанском секторе Каспия были учтены 55 249 тюленей – 27 542 на суше и 27 707 в море и встречены только живые особи.

Для нынешнего туркменского сектора Каспия первые данные о распределении и численности каспийского тюленя из архивов заповедника датируются 13.08.1971 г., когда днем возле прорези судоходного фарватера в теле Красноводской косы с парома были учтены 70 особей. Позже по результатам мониторинга были выявлены участки побережья, удобные для залёжек благодаря их геоморфологическим характеристикам (преимущественно песчаные и песчано-ракушечниковые отмели и пляжи, практические лишенные растительности) на материковом побережье, косах и островах, а на редко посещаемых охраняемых заповедных участках (части Красноводской и Северо-Челекенской кос, островах Осушные и Огурчинский, взморье у Чикишляра) тюлени образовывали крупные, порой многотысячные скопления. Значительно реже наблюдались выходы тюленей для отдыха на участки побережья или мелкие островки, сложенные древним осадочным песчаником, при условии, что их высота практически совпадала с уровнем моря, не превышая 5–10 см и при отсутствии волн. Крайне редко были случаи встреч тюленей на местах с перепадом высот в 20–30 см, а илистых и густо поросших участков здоровые тюлени избегают. Ослабленных или погибших тюленей волны выбрасывали в разнообразных местах, включая трещины среди скал, заросли солеросов, кустарников и тростника, на прибрежные илы и сероземы. На островах и косах погибшие тюлени встречались как со стороны открытого моря, так и со стороны заливов и бухт, наблюдались случаи их частичного переноса при усилении волн, а в результате смены направлений или силы ветра их нередко смывало с прежних мест нахождения. Иногда заболевшие тюлени заползали в прибрежные гроты, используя их как убежища. Во время миграций частиковых рыб, обычно осенью, вдоль свалов глубин вблизи берега, особенно мысов Карасенгир, Кинаус, Аксенгир и Тарта Красноводского п-ова, удавалось наблюдать, как косяки рыбы с воздуха преследуют ныряющие чайки, а в воде рыбу атакуют тюлени.

Берег от мыса Суэ до бугра Чугумчакара геоморфологически является южной границей п-ова Мангышлак, от чинков которого он плавно понижается и обрывистые участки осадочных пород чередуются с редкими песчаными пляжами, пригодными для залёжек, но с трудным доступом к ним со стороны открытого моря из-за обилия каменистых образований на мелководьях. После установки пограничных систем в конце 1990-х гг. на непосредственно географической точке мыс Суэ учёты стали практически невозможны, а полученные прежде данные мы привели в начале статьи в материалах применительно к Мангышлаку как геоморфологически цельной структуре.

Бугор Чугумчакара – мыс Бекдаш: это участок в туркменском секторе Каспия, где учёты проводятся на частично опесчаненном береговом валу с выходами плитняка и прилежащей депрессией до старой водокачки возле колодца Карасенгир, причём депрессия при высоком уровне моря заполнялась водой за счёт фильтрации и перехлёста волн при штормах западных румбов, но тюленями этот участок практически не используется. Вероятно, помехой является каменистый рельеф дна на мелководье.

Мыс Бекдаш с расположенным на нём ранее одноименным посёлком, а сейчас пос. Карабогаз, возвышен и далее он ещё повышается до бугра Дюльдюльята, у подножия которого расположена бухта Аллатепе. Берег на этом участке каменистый с редкими выбросами песка и ракушки.

Залёжек здесь нет, живых тюленей мы не встречали, а 16.10.2002 г., в период массовой гибели, здесь были обнаружены 53 погибших тюленя.

Бухта Аллатепе преимущественно с каменистыми, но пологими берегами и редкими песчаными отмелями, малопригодными для залёжек – доступ к ним здесь затруднен сложным рельефом. При минимальном уровне бухта состояла из трёх акваторий, связанных проливами между собой и открытым морем. При трансгрессии она ограничивалась от моря двумя островами, при снижении уровня структура стала восстанавливаться, но при падении ниже уровня 1977 г. наблюдается интенсивное образование новых элементов – каменистых и песчаных кос, бухточек и култуков.

За период наблюдений с 25.05.1990 г. по 16.10.2002 г. было 12 встреч тюленей и учтены 34 живых особи, а 16.10.2002 г. при массовой гибели найдены 3 погибших тюленя, т.е. всего 37 животных, при этом все наблюдения относятся к периодам миграций и нагула, зимних встреч не наблюдалось.

От бухты Аллатепе до косы, ограничивающей с северо-запада залив Ошак, берег на протяжении 30 км пологий, представлен песчаными обрывами, размываемыми волнами, по урезу он песчаный, песчано-ракушечниковый, или песчано-илистый, местами с выбросами обломочного материала и продолжительными каменистыми грядами на мелководьях, ограничивающими передвижение тюленей, что особенно стало заметно при нынешнем падении уровня моря. При трансгрессии берег интенсивно размывался штормовыми волнами и становился непроходимым для автомобильного транспорта.

Живых особей здесь мы не встречали, а в период массовой гибели 16.10.2002 г. были обнаружены 84 погибших тюленя.

Залив Ошак ограничен с северо-запада Большой Карабогазской косой протяженностью около 3 км с небольшим безымянным островком южнее её окончания. Коса и островок сложены древними осадочными плитняками с образованием на некоторых пониженных местах песчано-ракушечниковых валов, удобных для залёжек и частично поросших мелкими кустарничками и солеросами. В период трансгрессии островок и часть косы уходили под воду, его акватория значительно увеличивалось за счёт заполнения прилежащей депрессии урочища Акдепе, а в прибрежной зоне формировались значительные по площади куртины тростника южного. Количество мигрирующих и нагульных частиковых рыб увеличивалось и это привлекало тюленей. На данном участке в зимний период частиковые породы рыб, включая кильку, практически отсутствуют, за исключением смещающихся на глубину бычков, а на илистых участках встречается толстопалый речной рак *Astacus pachypus* и два вида креветок – *Palaemon elegans* и *P. adspersus*, попавшие в Каспий в 1930–1934 гг. при интродукции двух видов кефалей: остроноса *Mugil saliens* и сингиля *M. auratus*. В 1958 г. в Каспий из Чёрного моря проник краб *Rhithropanopeus harrisii*. По нашим наблюдениям и данным литературы переселенцы хорошо прижились, хотя краб не дорастает до свойственных ему размеров, а оба вида кефалей стали промысловыми (Зенкевич, 1963; Касымов, 1987). Тюлени, однако, ими не кормятся: кефаль быстрая рыба с острыми и прочными лучами плавников, к тому же исторически им не знакома. Даже при содержании в полувольном состоянии на кордоне заповедника молодой, пролеченный и частично прирученный тюлень охотно поедал с рук живых и снулых сельдевых рыб, воблу, бычков, но отказывался от кефали. В рацион тюленей из перечисленных выше объектов входят только бычки и ракообразные.

За период с 04.12.1971 г. по 12.01.2023 г. была 41 встреча тюленей, учтены 814 (809 живых и 5 погибших). Отмечена единичная зимовка двух особей на льду морозной зимой 21.01.2023 г., причём значительно отличавшихся по размерам, но схожей окраски.

Пролив в залив Карабогазгол (далее пролив Карабогаз) с географической точки зрения является единственной в мире морской рекой, параметры которой варьируют в связи с колебаниями уровня моря. В 1836 г. его длина была 900 сажень (1920 м), ширина 117–250 сажень (249,6–533,4 м), глубина от 3 футов (0,9 м) до 3 сажень (6,4 м), скорость течения 2,5 сажень/час (0,74 м/сек) (Карелин, 1883). В начале 1970-х гг. (по картам 1977 г., нашим замерам по спидометру и данным гидрологов в пределах сезонного колебания уровня моря 0,5 м) его длина составляла 6–7 км, ширина в районе паромной переправы 160 м, возле водопада – 500 м, глубина возле переправы до 4 м и скорость течения 4 м/сек. В период максимума трансгрессии длина сокращалась до 5–5,5 км, ширина у моста была до 200 м, течение визуально ускорялось, но инструментальных данных нет. Ниже по течению, севернее пересекавших пролив ЛЭП и ветки газопровода Средняя Азия–Центр, образовывались новые острова и пролив разделялся на два рукава, расширяясь примерно до 600 м, водопад исчез. По данным литературы длина пролива достигала 7–9 км, ширина 400–800 м, глубина 3–4 м, скорость течения 0,5–1 м/сек (Зонн, 2004). В начале 1970-х гг. у западного берега пролива в 6 км ниже по течению был небольшой островок размером 15×10 м, отделённый от суши узкой мелководной протокой с небольшой заводью, а восточнее него уникальный, высотой около 2,5 м, единственный в мире морской водопад с весьма сложной гидрогеологической версией его образования и представлявший собой красивейшее природное явление. Были случаи падения тюленей с водопада, а многочисленные попытки преодолеть естественную преграду вплавь, бросаясь против течения, всегда были безуспешны. Уставшие особи выходили на берег, отдыхали, ловили рыбу и креветок, которые тоже скапливалась в чаше под водопадом, но попыток преодолеть препятствие, обойдя его по суше западного или восточного берега, за 4 года наблюдений (1972-1975 гг.) нам увидеть не удалось.

В проливе и на намывных песчаных островах дельты тюлени встречены 7 раз, учтены 24 живые особи и просоленная мумия погибшей (Щербина, 1979).

В 1980 г. пролив был перекрыт глухой дамбой, к 1984 г. залив Карабогазгол высох, затем строились дополнительные водопропускные сооружения разной мощности и в 1992 г. построили мост, а дамбу разрушили. В 2018–2019 гг. в проливе на месте бывшего водопада некоторое время работал небольшой земснаряд, пытаясь его восстановить, но это не увенчалось успехом. В настоящее время Каспий и залив снова мелеют, течение визуально становится медленнее, но водопад пока не восстановился и, судя по большому количеству обломков песчаных плит на дне и уже частично выступающих на поверхность, по-видимому, произошло разрушение его основы. На дне пролива находится порог с отметкой -30,6 м и после установления такого уровня в море естественный переток по проливу прекратится, как и регулирующая роль залива Карабогазгол (Малинин, 2024). В настоящее время переток продолжается, скорость течения визуально примерно 1–2 м/сек, достоверный прогноз на годы вперёд, на наш взгляд, невозможен.

Залив Карабогазгол – самый большой и тоже единственный в мире залив-лагуна, подпитываемый водами Каспия и, по сути, являющийся месторождением сульфатов осадочного происхождения. Чаша залива-лагуны Карабогазгол овальной формы, при максимальном заполнении в 1995 г. его акватория была длиной по меридиану 165 км, по параллели 154 км, площадь 1800 км^2, максимальная глубина 10 м, средняя 7 м, объём 130 км^3. Уровень воды примерно на 1,5 м ниже уровня моря, солёность 310‰, но все приведенные выше параметры меняются в связи с колебаниями уровня моря. После пере-

крытия пролива в 1980 г. к 1984 г. он высох, без сырья остался химический комбинат ПО «Карабогазголсульфат», а выпавшие на дно в осадок сульфаты, мелкодисперсные соли, стали причиной «соленых бурь», в результате которых ветрами их разносило на огромные расстояния, в том числе и обратно в море, нанося большой ущерб экологии региона и за его пределами. В 1985 г. в теле дамбы проложили трубы большого диаметра (1400 мм) и установили шлюзовые заслонки для дозированного пропуска воды, но этого оказалось недостаточно, объёмы добычи солей падали. В 1992 г. дамбу разрушили, параллельно ей на месте бывшей паромной переправы был построен автомобильный мост. После ликвидации дамбы к концу 1990-х гг. залив относительно быстро восстановился на более высоком уровне акватории. Идущая вокруг зеркала залива грунтовая дорога ушла под воду. После его заполнения и при максимальной отметке трансгрессии -24,6 м в 1995 г. перетекающая в залив морская вода стала давить на слой осевшей на дно тяжелой рапы и в придонном слое пролива наблюдался её переток обратно в море, преодолевая порог.

От пролива Карабогазгол до мыса Карасенгир берег на протяжении 30 км, включая существовавший на мысе Аим рыболовецкий колхозный стан на берегу небольшой одноименной бухты с причалом и якорной стоянкой, пологий, песчаный с удобными залёжками на береговом валу и тоже с прилежащей депрессией, как на многих других низменных участках. При трансгрессии с конца 1980-х до начала 2020-х гг. мыс уходил под воду, береговая линия сглаживалась, а депрессия заполнялась водой, образуя бухты, связанные узкими проливами с морем, куда проникали косяки частиковых рыб, среди которых доминировала кефаль, реже встречались мелкая сельдь, атерина и бычки, но заходов тюленей в них не наблюдалось. Южнее мыса Аим берег слабо возвышенный, но с выходами плитняка и в районе островов Кенеджи при низком уровне была узкая, до 0,5 км шириной и длиной порядка 6 км, открытая с юга бухта с каменистым дном из плитняка, трещины между которыми были заполнены илистыми осадками и там в норах вынашивали икру и молодняк самки длиннополого рака, из рыб доминировали практически всесезонная кефаль, реже встречались проходные и нагульные сазан, вобла, мелкие сельди, атерина, рыбец, шемая, бычки и редко морской судак. При повышении уровня острова тоже уходили под воду, абрис берега выравнивался и образовывался новый песчано-ракушечниковый береговой вал. Каменистый п-ов Котурджи, ограничивавший расположенный южнее одноименный залив, становился островом, с внутренними лагунами, поросшими взморником малым, зарослями тростника южного, но мест, удобных для залёжек тюленей, здесь практически не было. От менявшего свой статус острова/полуострова Котурджи до мыса Карасенгир со старым маяком у бывшего пос. Карши, где, как и в Аиме, тоже был крупный рыболовецкий стан Кызылсунского рыболовецкого колхоза «Каспий», позже была рекреационная зона с лечебным радоновым источником возле уреза воды, который при трансгрессии тоже временно уходил под воду, и большим приписным охотничьим хозяйством. Берег здесь пологий, но каменистый, без удобных залёжек и везде с высоким уровнем беспокойства, но миграции и нагул рыбных стад частиковых там сохранились и кормовая база тюленей тоже. В настоящее время на участке южнее мыса и заброшенного стана Аим сооружены специальные морские и наземные объекты, регулярно встречаются наряды пограничной службы, фактор беспокойства вырос, поэтому тюлени в периоды миграций и нагула вблизи берега встречаются крайне редко, но на побережье штормами выбрасываются тела погибших.

За период мониторинга здесь 14.11.1995 г. встречен один живой тюлень, а при массовой гибели 2022 г. 176 погибших тюленей: 10.10.2002 г. – 27, 16.10.2002 г. – 126 и 27.11.2004 г. – 23.

Учитывая сложную обстановку с ослабленной популяцией тюленя, а также то, что все охраняемые места его обитания в туркменском секторе моря расположены в пре-



Рис. 3. Карта предлагаемого заказника «Карабогаз».

делах Южного Каспия, Хазарский заповедник предлагает создать морской заказник на Среднем Каспии от бухты Аллатепе на севере, до мыса Аим на юге протяженностью 60 км. Здесь наряду с кормовой базой имеются пригодные для залёжек места на коренном побережье и островах. Западная граница пройдет по линии, удалённой от крайних точек суши на 10 км, ограничивая акваторию до уреза воды, а восточная – на суше по линии международной автомагистрали Казахстан-Иран. Площадь заказника может составить порядка 700 км^2. В настоящее время на этом участке нет населенных пунктов и промышленных объектов, наземных и морских буровых, проходит только ветка бывшего газопровода Средняя Азия-Центр и ЛЭП до пос. Бекдаш. Растительность прикаспийских песков скудная, а животноводами, в связи с отсутствием источников пресной воды для выпаса, не используется. Предполагается, что ядром заказника будут залив Ошак и пролив, соединяющий Каспий с собственно заливом Карабогазгол – оба уникальные природные объекты (см. выше). Они номинированы как Ключевая Орнитологическая Территория Туркменистана, место транзита, зимовок и гнездования птиц, площадью 1227 га, пока без охранного статуса. и будут привлекательны и легкодоступны для организации экологического туризма (рис. 3).

На территории предполагаемого нового заказника «Карабогаз» с 04.12.1971 г. по 12.01.2023 г. было 46 встреч живых тюленей и учтены 833 особи, а также 8 случаев гибели и обнаружены 177 погибших тюленей.

Мыс Карасенгир с прилегающей к нему на юге бухтой Карши является северо-западной оконечностью Красноводского п-ова, который вытянут с севера на юг до мыса Тарта на 85 км. Сам мыс каменистый, на нём расположен старый маяк, а на его северной оконечности был частично опесчаненный с выбросами ракушки береговой вал, местами относительно доступный для тюленей. При высоком уровне трансгрессии увеличивалась акватория омывающего его с севера залива Котурджи, северная оконечность становилась заметно уже, но проезд к маяку по частично уходившим под воду участками старой дороги сохранялся. В настоящее время в бухте Карши построены специальные портовые

сооружения для якорной стоянки судов, большой жилой комплекс и тоже вырос фактор беспокойства. До отметки Могила берег Красноводского п-ова пологий, с песчаными и песчано-ракушечниковыми пляжами, с немногочисленными залёжками. Южнее до мыса Кинаус он плавно повышается, сложен из плитняка и становится обрывистым, продолжаясь до развалин Джафар, мысов Куулимаяк (с действующим маяком) и Кианлы. От бухты Кианлы, южнее которой бывают единичные залёжки, до мысов Аксенгир и Тарта с заброшенным маяком, он снова местами опесчаненный с выходами камней, местами обрывистый. При трансгрессии возле мысов Кинаус и Тарта в депрессиях образовывались связанные с морем проливами небольшие бухты, высохшие в 2011 г. Между мысами Куулимаяк и Кианлы образовывалась солёная лагуна, связанная узким проливом с бухтой Кианлы, но изолированная от крупного месторождения галлита (поваренной соли). В опубликованных дневниках Г.С. Карелина (1883) упоминается, что по свидетельству местных жителей прежде в этом районе были небольшая река и пролив, идущий в южную часть залива Карабогазгол. Сейчас участок интенсивно застраивается промышленными объектами – возводят газовый и морской терминалы, химический завод, очистные сооружения, опреснитель, комбинированная электростанция (две газотурбинные установки и паровая турбина), а также пограничные объекты, кемпинги для отдыхающих. Его часто посещают наряды пограничников, отдыхающие (в том числе неорганизованные туристы), рыбаки и до недавнего времени охотники-любители. Фактор беспокойства усиливается.

Здесь чаще всего встречаются плавающие тюлени: с 22.05.1975 г. по 22.08.2023 г. в периоды нагула, миграций и зимовок было 108 встреч, учтены 318 особей (316 живых и 2 погибших). Были два случая зимовки: 23.01.1981 г. плавающий тюлень возле колодца Джафар и 18.12.2004 г. на мысе Аксенгир два лежавших рядом в гроте среди камней, побеспокоенных тюленя, попытались уйти в воду, но обессилевшие, тяжело дышавшие, с прилипшим к телу песком и слизистыми истечениями из глаз и носа остались на месте. На берегу возле грота были следы волка, лисицы и каракала, но близко они не подходили. 22.12.2004 г. два тюленя были там же, на приближение человека уже не реагировали. Внешний вид ухудшился, глаза слиплись, истечений из носоглотки стало больше, дыхание едва заметное – агония. Судя по следам, с севера к ним подходили лисицы, логова которых были в песках ближе к пос. Кианлы, с востока – пара взрослых волков и каракал.

По нашим данным и опросным сведениям от чабанов на участке 25х5 км мыс Кианлы – мыс Тарта в прибрежных, труднопроходимых грядово-барханных и ячеистых песках тогда обитали пара каракалов и пара волков. С юга вдоль моря забредали шакалы, логова которых были на Красноводской косе возле Национальной туристической зоны Аваза, где были свалки бытовых отходов и капельное орошение пресной водой. Умирающих тюленей они не трогали. 25.12.2004 г. вокруг погибших тюленей было натоптано много следов хищников: они обходили их кругами, взбирались на камни, нависшие над гротом, но трупы не тронули. Волки, лисы, каракалы и в меньшей степени шакалы в норме не специализируются на поедании падали. 04.01.2005 г. два разлагающихся трупа были ещё на месте, четвероногие хищники их так и не тронули, но частично они были расклёваны зимующими чайками-хохотуньями. Следов морских голубков, озёрных и сизых чаек возле останков, позже смытых сильным штормом в море, тоже обнаружено не было.

Красноводская коса, начинающаяся от мыса Тарта и уходящая почти на 40 км к юго-востоку до мыса Красноводский, с морской стороны до каменистого мыса Янгиаулье песчаная, удобна для выхода тюленей на сушу. В настоящее время она застроена отелями Национальной туристической зоны Аваза с оборудованными пляжами. Постоянных залёжек здесь нет, но плавающие тюлени встречаются регулярно, несмотря на частое беспокойство.

Далее, до небольшого каменистого участка возле бухты Кески и прорези судоходного фарватера, проложенного в порт Красноводск, к паромной переправе и причалам Уфринской (ныне Кенарской) перевалочной нефтебазы (ПНБ) бывшего Красноводского нефтеперерабатывающего завода (сейчас Туркменбашиский комплекс нефтеперерабатывающих заводов, ТКНПЗ), она тоже песчаная и, благодаря редко посещаемой охранной зоне вокруг специального объекта, часто используется тюленями для залёжек. После прорези песчаные пляжи и отмели продолжаются до окончания косы, а в её теле между пос. Кызылсу и маяком Бековича расположена одноименная бухта, связанная с заливом естественным проливом на юге и судоходным каналом для рыболовецких судов бывшего колхоза «Каспий» на севере, где 06.07.1982 г. наблюдался заплыв в неё одиночного тюленя.

За период с 13.08.1971 г. по 11.05.2024 г. на участке были зарегистрированы 100 встреч, учтены 475 живых особей. Отмечены 5 случаев зимовки тюленей: 22.12.1976 г. (2 особи), 27.12.1980 г. и 28.12.1981 г. (по 1 особи возле прорези судоходного фарватера в теле косы), 25.02.1993 г. (7 особей возле расположенной рядом с ней бухтой Кески) и 16.01.2016 г. (2 особи в Национальной туристической зоне Авазa), всего 13 особей; щенения самок и молодняк ранних возрастов не наблюдались.

Острова Осушные расположены юго-восточнее Красноводской косы и до начала трансгрессии 1978 г. в проливе между ними был плоский песчаный безымянный островок «пупок», где тоже были залёжки. Сами острова названы по генезису их образования в результате падения уровня моря и служили важным местом концентрации тюленей. Между островами была защищенная от штормов бухта глубиной до 2 м, служившая местом нагула частиковых рыб, особенно воблы, а сами острова имели местные собственные названия, порой интересного происхождения:

1. Расположенный в 1 км от окончания косы и вытянутый с севера на юг о. Малый Осушной сложной конфигурации с двумя маленькими бухточками имел длину 1 км и ширину до 250 м; почти под прямым углом к нему периодически обнажался низменный «пупок» длиной 0,5 км, стабильных залежек не было.

2. Менее чем в 1 км от южной оконечности Малого Осушного был вытянутый с запада на восток о. Шинкаренко (по фамилии рыбака) длиной около 1 км и шириной до 150 м, с небольшой лагуной на западной оконечности, где был отстроен стационарный кордон бывшего Красноводского заповедника; здесь наблюдались редкие выходы тюленей.

3. К югу от о. Шинкаренко располагался вытянутый с северо-запада на юго-восток о. Большой Осушной, имевший при минимальном уровне 1968-1977 гг. длину около 4 км при ширине до 500 м, с удобными местами выхода тюленей на сушу, особенно на юго-восточной оконечности, где была главная залежка. Остров имел хорошо развитый эоловый рельеф с мощным береговым валом на морской стороне, вдоль которого шла цепочка мелководных озёр длиной до 60–80 м и шириной 8–10 м. В прибрежной зоне произрастали солеросы, а вдоль центральной части острова шла песчано-растительная гряда с кустами гребенщика, селитрянки и травянистых растений. В центре острова было озеро-лагуна, периодически сообщающееся с бухтой и окруженное зарослями кустарников, куртинами тростника южного и солеросами.

С морской стороны от островов вдоль свалов глубин шли пути миграции и нагула осетровых и частиковых рыб, включая кильку, в штилевые ночи наблюдались стада спящих тюленей. При трансгрессии с 1989 г. по 2009 г. острова Осушные, кроме небольшого участка о. Большой Осушной около 0,5 км длиной и 0,2 км шириной возле навигационного знака, уходили под воду, а уцелевшую часть тюлени в качестве залёжек использовали редко. При дальнейшем снижении уровня моря с 2010 г. он быстро восстановил

свою конфигурацию, но со значительно меньшим развитием эолового рельефа. Затем стал увеличиваться в юго-восточном направлении к северной оконечности Северо-Челекенской косы и в северо-западном направлении, быстро сближаясь с Красноводской косой, поглотив участки бывших островов Шинкаренко, Малый Осушной и безымянный «пупок», и соединившись с ней в конце 2024 г., а в 2025 г. Красноводская коса ещё больше удлинилась в юго-восточном направлении. Бывшие охраняемые залёжки стали легко доступными для жителей пос. Кызылсу, бродячих собак и шакалов – это значительная территориальная потеря для популяции краснокнижного вида.

За период наблюдений с 16.11.1971 г. по 26.04.2025 г. были зарегистрированы 125 встреч, учтены 2788 тюленей, из них 2786 живых и 2 погибших – 07.05.1972 г. Также отмечена зимовка одиночки 22.12.1980 г. В первой половине 1980-х гг. численность тюленей на лёжках островов Большой и Малый Осушные зимой составляла от 300 до 500 (Крылов, 1986), по другим источникам – 170–200 особей (Васильев и др., 1990). В 2002-2004 гг. редко отмечались лишь десятки особей (Berdyev, Zakaryayeva, 2009), в период с 2012 г. по 2021 г. (Рустамов и др., 2021), как и в последние время, зимой тюлени там не встречались (данные Хазарского заповедника).

Красноводский (ныне Туркменбаширский) залив, расположенный восточнее Красноводской косы, ограничен на севере южным скалистым берегом Красноводского п-ова, на востоке – линией, идущей от мыса Кувасенгир до п-ова Дарджа, на юге – линией от п-ова Дарджа до северной оконечности Северо-Челекенской косы и далее на запад до бывших островов Осушные, которые слились с Красноводской косой, став её юго-восточной оконечностью. В период трансгрессии он значительно увеличивал площадь акватории, заполняя прибрежные депрессии, особенно в северо-восточном углу, но по мере снижения уровня моря к началу 2025 г., его абрис практически вернулся к очертаниям на картах конца 1970-х гг., с максимальными глубинами до 8 м. Залив служит местом миграций, нагула и частичной зимовки осетровых и частиковых рыб (кроме основного корма – кильки) и используется тюленями тоже в качестве миграционного пути, места нагула и редких зимовок, как это было при высокой численности вида в начале 1980-х гг. Судя по изобатам глубин, в случае дальнейшего падения уровня моря сначала высохнет Северо-Челекенский залив, при этом Северо-Челекенская коса соединится с п-овом Дарджа, а между ней и Красноводской косой останется узкий пролив, изменятся очертания п-ова Челекен, и увеличится площадь его суши.

Учитывая геоморфологические особенности строения берегов – скалистые на севере, песчаные с выходами плитняка, или песчано-илистые, иногда с выбросами обломочного материала на северо-востоке, прибрежные депрессии с редкими песчаными пляжами на п-ове Дарджа и с выходами плитняка на восточном берегу Красноводской косы массовых залежек тюлени в заливе не образуют.

За период наблюдений с 10.05.1972 г. по 25.11.2022 г. было 205 встреч, учтены 754 живые особи и отмечены 4 случая зимовки: 22.12.1980 г. (1 особь), 24.01.1982 г. (8 особей), 01.02.1983 г. (3 особи), 12.02.1986 г. (1 тюлень). Зимовки наблюдались в первой половине 1980-х гг., когда была высокая численность вида на о. Огурчинский, и даже наблюдались случаи щенения (Крылов, 1983; Krylov, 1990) (подробнее см. ниже).

Балханский залив, расположенный северо-восточнее Красноводского залива, при минимальном уровне Каспия в XX в. на картах, откорректированных по уровню 1977 г., начиная от юго-восточной оконечности хребта Кайлюдаг, пограничного мыса Кувасенгир, был представлен солончаковой депрессией Балханского шора с выделявшимся гористым п-овом Дагада и низменным мысом Каратенгир, который, огибая его с северо-востока, продолжался на юго-восток до пос. Джебел. С 1981 г. началось его быстрое обводнение,

а на пике трансгрессии его акватория расширилась до дамбы, пересекавшей его южнее пос. Белек в 50 км от мыса Кувасенгир. П-ов Дагада становился островом, и плавающие тюлени встречались возле его южного берега, но их залёжек практически нигде не было, за исключением единичных выходов. В период максимального подъёма уровня при наблюдениях с самолёта, в зависимости от сгонно-нагонных явлений, в обводненной части Балханского залива насчитывалось до 24 ненанесённых на карты островков (пупков), к 2023 г. абрис берегов быстро вернулся к 1977 г. При «большой воде» глубины в заливе превышали 4 м, он был местом массовых миграций и нагула многочисленных сельдевых, нереста бычков, но во все сезоны года преобладала кефаль.

За период с 12.06.1980 г. по 03.04.2019 г. в Балханском заливе было 49 встреч и учтены 119 особей, причем большая часть тюленей были встречены в 1990–2010 гг., когда залив был обводнён максимально и в нём была хорошая кормовая база для частиковых рыб. В этот период были 38 встреч и учтены 94 особи, при этом 5 раз они наблюдались возле о. Дагада на северо-восточной границе обводненной части залива с глубинами в прилегающей акватории более метра, где были учтены 9 особей, а 21.12.2017 г., уже на фоне общего снижения численности популяции, отмечены 4 фактически зимующие особи, проследить дальнейшую судьбу которых не удалось.

Северо-Челекенская коса, расположенная в 10 км юго-восточнее островов Осушные, является начальной северо-западной точкой п-ова Челекен, ограничивая с запада на протяжении 15 км акваторию Северо-Челекенского залива. Её морская сторона протяженностью 30 км до акватории порта г. Челекен (ныне Хазар) представлена песчано-ракушечниковыми пляжами, удобными для залёжек, и по природным условиям аналогична Красноводской косе. В период трансгрессии коса становилась заметно уже, на морской стороне рельеф принципиально не изменялся, а на заливной, более низменной, образовывались многочисленные култуки и мелкие бухточки, обильно зараставшие по краям гребенщиками и куртинами тростника южного, а внутри взморником малым.

За период наблюдений с 27.06.1975 г. по 01.09.2024 г. было 19 встреч тюленей, учтены 238 особей (в том числе 235 живых и 3 погибших), отмечен случай зимовки в 2024 г.: 20.01.2024 г. (5 особей), 29.01.2024 г. (8 особей), 05.02.2024 г. (3 особи) и 14.02.2024 г. (9 особей), но щенения не было.

Северо-Челекенский залив на западе ограничен телом Северо-Челекенской косы, на севере граница идёт по параллели мыс Кафальджа – п-ов Дарджа, на востоке она огибает его к югу, а южный берег представлен телом п-ова Челекен, напоминающим форму наконечника копья. Залив мелководен, его берега почти везде представлены низменными участками песчано-ракушечниковых и песчано-илистых пляжей с прилегающими депрессиями, которые при трансгрессии обводнялись, превращаясь в водно-болотные угодья с бурным развитием прибрежных куртин тростника южного и взморника малого. Залив служит местом нагула, миграций и частичных зимовок осетровых и частиковых рыб и входит в состав акваторий Хазарского природного заповедника Туркменистана, в том числе включая километровую буферную зону низменного побережья.

За период наблюдений с 30.11.1980 г. по 15.11.2019 г. были 5 встреч и учтены 9 живых особей, случаев зимовок и гибели не наблюдалось.

Южно-Челекенская коса от порта с морской стороны тянется на 30 км до конечной юго-западной точки п-ова Челекен и имеет сходное геоморфологическое строение с Северо-Челекенской и Красноводской косами, а с восточной стороны на протяжении немногим более 15 км является западной границей Южно-Челекенского залива. При максимуме трансгрессии морская сторона менялась незначительно, а на пониженных участках в теле косы образовывался большой залив, связанный с морем, на восточной

стороне косы были более мелкие култуки и бухточки и везде шло интенсивное развитие прибрежной и водной растительности. Южнее неё расположен Челекено-Огурчинский пролив, отделяющий самый большой остров Туркменистана – Огурчинский (ныне Огурджалы), заказник Хазарского заповедника.

За период наблюдений с 15.11.2011 г. по 27.04.2025 г. было 6 встреч, учтён 31 тюлень, в том числе 27 живых и 4 погибших, зимующие не встречались.

Южно-Челекенский залив является своеобразным зеркальным отражением Северо-Челекенского залива, но не входит в состав особо охраняемых природных территорий Туркменистана. На его северном берегу расположен пос. Карагель, жители которого интенсивно используют разрешенные к добыче морские биоресурсы, особенно кефаль, промысел которой возможен круглогодично (она не кормовая база тюленя, но отрицательным является фактор беспокойства при лове). Южнее поселка отстроен Морской терминал Алладжа, от которого идёт судоходный канал с интенсивным движением танкеров и реже сухогрузов. По природным условиям заливы идентичны, но Южно-Челекенский, хотя и расположен ближе к острову – заказнику Огурчинский, месту основной концентрации тюленей в нашем секторе Каспия, в силу указанных выше причин тюленями посещается редко – 25.07.2006 г. встречены три особи.

Залив Узунада, представленный на картах 1977 г. двумя участками севернее и южнее п-ова Челекен, ещё в конце XIX в. был одним целым и отделял полуостров от материка, а на его северном берегу располагался одноименный поселок-порт, куда была проложена ветка железной дороги из Ашхабада. В результате девятибалльного Красноводского землетрясения 1995 г. железнодорожная станция и порт Узунада, включая значительный участок железной дороги, были разрушены цунами. Дорогу перенесли в г. Красноводск, она стала основой будущей Среднеазиатской железной дороги, идущей до Ташкента. В период максимума трансгрессии в 1995/1996 гг. п-ов Челекен ненадолго становился островом и на автотрассе, соединяющей его с г. Небитдаг (ныне Балканабад), наводили два понтонных моста. Позже, в результате размывания морскими водами песчаных наносов, на поверхности оказались сваи бывших причалов и обломки некоторых строений разрушенных причалов, посёлка и ж/д станции.

За период наблюдений 17 и 18 мая 1974 г. в Узунаде-южной были 2 встречи, учтены 4 тюленя.

Банка Ливанова – крупнейшее морское месторождение углеводородного сырья, расположено примерно в 80 км к северо-востоку от п-ова Челекен. Глубины там не превышают 15-20 м, возле морских буровых платформ иностранных фирм с ограниченным доступом встречаются плавающие тюлени – 27.05.2023 г. 15 и 02.06.2025 г. 3 живые особи, а 27.08.2024 г. обнаружено вздувшееся тело погибшего.

Острова Безымянный и Михайлова расположены юго-западнее окончания Южно-Челекенский косы в Челекено-Огурчинским проливе. Это небольшие «пупки», которые при трансгрессии исчезали под водой, а в случае дальнейшего падения уровня быстро сольются с окончанием косы, пролив станет уже и мелководней, доступным только для маломерного флота. Выходы на них тюленей по опросным данным редки.

Остров Огурчинский *(ныне Огурджалы-Ада)* расположен южнее пролива и в недавнем историческом прошлом состоял из двух островов – Айдак и Огурджале (морской разбойник). Сейчас это самый крупный остров туркменского сектора Каспия. Он вытянут в меридиональном направлении с севера на юг на 40 км при ширине до 2,5 км, его средняя площадь 8000 га (меняется в зависимости от уровня моря). В 1982 г. он стал заказником Красноводского, ныне Хазарского заповедника Туркменистана, и на него для полувольного содержания завезли краснокнижных джейранов. Остров с эоловым рельe-

фом, служит западной границей расположенного к востоку от него Туркменского залива размером 40 на 80 км с глубинами до 8 м. Его западная часть вместе с островами является основным местом концентрации тюленей ещё со времен экспедиции Г.С. Карелина в 1836 г., который 25–26 августа 1836 г. отмечал в корабельном журнале, что когда стояли на якоре, между п-овом Дервиш (ныне часть Южно-Челекенской косы) и Тюленьим банком, который не был виден (вероятно, нынешний о. Михайлова), вокруг играли тюлени, часто выныривая из воды, а казаки ловили рыбу и попадалось много воблы. Тюлений банк или остров, в зависимости от силы или направления ветра, то появляется, то уходит под воду. Это место и северная оконечность о. Огурчинский «суть притоны бесчисленного множества тюленей; осенью держатся тут и вдоль восточного берега острова Огурчинскаго огромные бѣлуги» (Карелин, 1883). Это и участок нагула части популяций атрекской воблы и сазана, которые после нереста на Аджиябском нерестилище в Гасанкулийском заливе в период нагула поднимаются на север до Красноводского залива и бухт у западного берега Красноводского п-ова, а осенью возвращаются обратно и охотно поедаются тюленями. Обычны здесь мигрирующие, нагульные и частично зимующие сельдевые, бычки и многочисленная кефаль. К западу от о. Огурчинский на расстоянии порядка 45-75 км проходит изобата глубин от 50 м и более, в этом районе идёт летне-осенний нагул кильки, важнейшего объекта питания тюленей, которая питается планктоном и вместе с ним совершает суточные вертикальные миграции. В глубоководных участках Среднего и Южного Каспия при насосном промысле на свет тюлени ныряют за килькой на глубину до 90 м, изредка попадая в заборные устройства закачивающих рукавов насосов, которые автоматически отключаются, не вредя им (сообщения специалистов Туркменрыбпрома). Восточный и западный берега острова практически повсеместно пригодны для залёжек тюленей и используются ими в зависимости от сезонов года, мест кормежки и метеоусловий, особенно направлений ветров.

За период с 20.05.1973 г. по 25.04.2025 г. нами отмечены 94 встречи и учтены 2340 особей, в том числе 2217 живых и 123 погибших, а также 4 случая зимовок: 14 и 21.02.2019 г. (соответственно 1 и 13 особей), 12.12.2019 г. (4 особи), 17.12.2020 г. (26 особей) и 14.01.2024 г. (2 погибших тюленя). Случаев щенения мы не наблюдали. По данным литературы численность тюленей в указанном районе бывает значительно выше, включая единичные случаи их щенения, что подтверждает его значимость для популяции этого вида: с 6 по 12 февраля 1983 г. на острове были учтены 2500 тюленей, среди которых было 6 живых (3 самца и 3 самки) и 2 погибших белька в возрасте 8-10 дней размером 78-80 см (Крылов, 1983; Krylov, 1990). Это был первый достоверный случай размножения каспийского тюленя далеко к югу от основного ареала щенки этого пагофильного вида, что было подтверждено в 2002 г. (Ерохин, 2012), хотя в Летописях природы заповедника этих данных нет. Это могло произойти в результате изменений ледовой обстановки из-за повышения среднесуточных отрицательных температур воздуха с 1969 по 1995 гг., в среднем на 1 °С за каждые 5 лет. Это привело к сокращению площади ледовых полей и смещению их к восточному берегу в казахстанский сектор моря (Сокольский, 2020), а при высокой численности вида самкам, по-видимому, стало тесно в традиционных местах щенения. Позже численность тюленей в этом районе оставалась высокой: на южной косе острова с 26 января по 9 февраля 1984 г. численность его возросла с 200 особей до 6–7 тыс. и сохранялась до конца марта, а в 1985 г. – увеличилась до 10 тыс.; на о. Михайлова в Туркменском заливе она достигала 3 тыс. особей (Бычков и др., 1985). В 2000–2001 гг. количество тюленей оценивалось в 1500 особей (Berdyev, Zakaryayeva, 2009), в 2002 г. – в 500 особей, в 2004–2005 гг. – от 20 до 70 тюленей, в 2007 г. было учтено 350 особей, а оценочно – не более 1000 (Ерo-

хин, 2008). В 2011 г. численность уменьшилась в два раза по сравнению с 2007 г. – до 500 особей (Ерохин, 2011а,б, 2012).

На состоявшейся в Махачкале в 2024 г. конференции сотрудниками Хазарского природного заповедника озвучено предложение о придании заказнику Огурчинский заповедного статуса с расширением прилежащей водной акватории, установлением буферной зоны и создании морского заказника в границах от судоходного канала, идущего на юг от морского терминала Алладжа до его поворота в открытое море южнее острова, и до восточной границы Туркменского залива – места самых высоких приливов на Каспии (21 см). Весь Туркменский залив вместе с островом уже объявлен «Экологически или биологически важной морской территорией» (EBSA) в 2018 г., а в 2021 г. предложен туркменскими экспертами в качестве Ключевой акватории морских млекопитающих IMMAs. Учитывая значимость участка не только для тюленей, но и для нереста и нагула осетровых и частиковых рыб, а также зимовок и пролета водоплавающих и массового гнездования чайковых птиц, предложена реорганизовать Хазарский заповедник путём создания третьего Челекенского участка с новой инфраструктурой, материально-технической базой и штатом научных работников, включая альгологов, ихтиологов, морских биологов, зоологов, ветеринаров (Рустамов и др., 2024).

От южной границы Туркменского залива – водокачки Карадашлы до поселка Окарем восточный берег Каспия низменный с обширными мелководьями, песчаными и песчано-илистыми узкими пляжами вдоль гряды прибрежных дюн шириной от 300 до 1500 м и высотой до 6 м. С востока к ним прилегают урочища солончаковых депрессий. В период трансгрессии высокие дюны частично размывались, меняя очертания, более низкие вообще уходили под воду, а на местах обводнившихся депрессий образовывались новые бухты и довольно крупные заливы, но мы тюленей здесь не встречали, хотя по сообщениям рыбаков, ловящих кефаль, редкие встречи бывали, но без конкретики.

От Окарема до границы с Ираном расположен собственно морской участок бывшего Гасанкулийского заповедника, затем отделения уже Красноводского заповедника, а сейчас Эсенгулыйского участка Хазарского заповедника. Он протянулся с севера на юг на 80 км, при ширине акватории 4 км и прилежащей полосы суши шириной 3 км, общей площадью 56 000 га. В период трансгрессии море доходило до окраин пос. Гасанкули, наполняя бывшую акваторию одноименного залива, затем стало отступать. Весной 2019 г., после наводнения в Иране и спустя 20 лет после паводка 1999 г., под водой оказались ряд районов Горганской низменности в Иране, старая пойма р. Атрек (ныне Этрек) в Туркменистане, часть его древней поймы и Чатская равнина, включая территорию средневекового земледельческого оазиса Дехистан, известного богатыми урожаями пшеницы (бугдай). Паводковыми водами были залиты лессовые равнины до знаменитых исторических памятников Машат-Миссриан, Шир-Кебир, пос. Мадау, Шихман, Бугдайлы и южной кромки песков Сеюнагасак, где обильно разрослись солеросы. В период нашего обследования в июне пресной водой были заполнены рыбоходный и магистральный каналы, 40% зеркала Аджиябского нерестилища и 85% заповедного озера Малое Дели-ли. Из принесенных водой семян разрослась водная и интенсивно вегетировала прежде очень угнетённая прибрежная растительность, отгнездились ряд видов водноболотных, а в оживших прибрежных тугаях древесно-кустарниковых птиц. Аджиябское нерестилище было заполнено водой, грозя в случае прорыва дамбы наводнением в пос. Эсенгулы. Шлюзы перед ступенчатым рыбопропускным сооружением, кроме северного, были закрыты и из-за высокого уровня, преодолеть сильное течение сбрасываемой в рыбоходный канал воды уцелевшее маточное поголовье сазана не смогло, нереста не было. Других частиковых рыб и осетровых не наблюдалось. На поведении тюленей это не

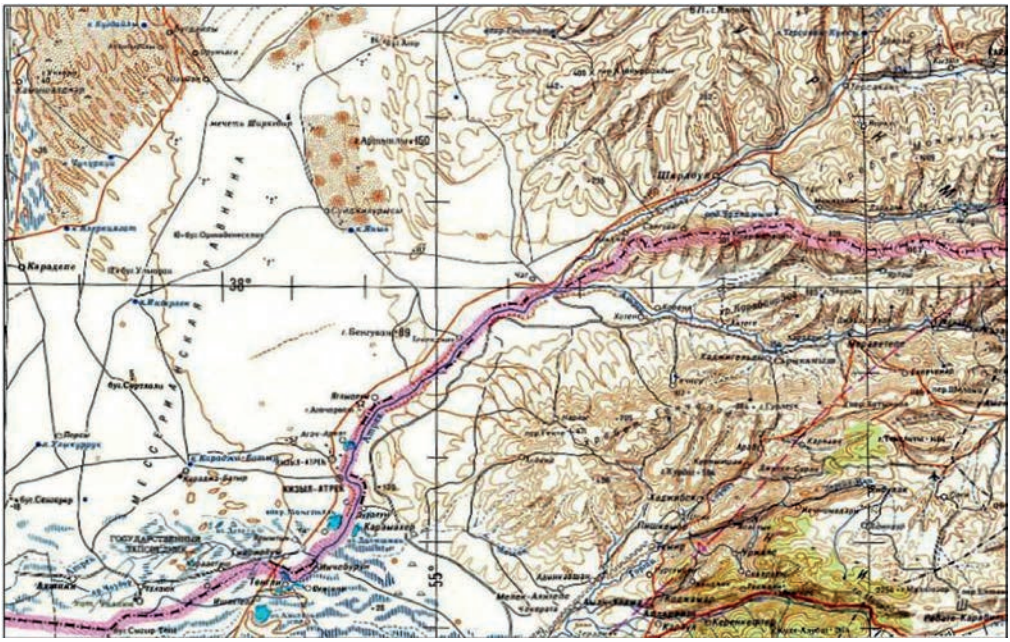


Рис. 4. Пойма р. Этрек и прилежащих районов Юго-Западного Туркменистана.

отразилось и их встречи в этом районе остаются редкими. После наводнения паводки не возобновились, рыбоходный канал вновь обмелел и заполнился морской водой, в 2020 г. высохло Аджиябское нерестилище и в 2021 г. озеро Малое Делили (рис. 4).

В годы постепенно угасающего нереста воблы и сазана, полностью прекратившегося после паводка 1999 г., покатная рыба скатывалась в море для нагула, тюлени появлялись здесь довольно часто, используя богатый в прошлом кормовой ресурс.

С 06.10.1973 г. по 10.06.1988 г. нами отмечены 22 встречи тюленей и учтены 68 особей, из которых 13 погибшие. После длительного перерыва были отмечены всего 3 встречи и учтены 9 особей: 15.04.2006 г. – 4; 07.05.2013 г. – 1 и 02.04.2018 г. – 4.

Необходимо отметить, что в Иране, учитывая довольно продолжительный возраст жизни маточного поголовья сазана (до 30 лет), его стадо частично сохранилось и с 2020 г. икряные самки-производители вновь встречаются в пограничных районах, а в 2024 г. были редкие отловы и в бывшем Красноводском заливе. Возраст воблы, важного кормового объекта каспийского тюленя, 8-10 лет, поэтому для восстановления её популяции потребуется проведение целого комплекса специальных мероприятий и время. В середине января 2025 г. на метеостанции в проливе Карабогаз зафиксировали очередной минимум уровня Каспия (-29,38 м), при этом на южной границе Гасанкулийского участка в районе бывшего Чикишлярского рейда, море отошло почти на 10 км, т.е. бывший морской участок на этой широте обсох и требуется пересмотр границ заповедника.

* * *

Таким образом, в туркменском секторе Каспийского моря нами выделены один нулевой и 22 участка побережья, в разной степени посещаемые тюленями в периоды миграций, нагула, редких зимовок и щенения, потенциально пригодные для этого и зависящие от колебаний уровня моря: 0 – мыс Суэ – бугор Чугумчакара (отнесен к Южному Мангы-

шлаку, ныне практически недоступный); №1 бугор Чугумчакара – мыс Бекдаш; №2 мыс Бекдаш – бухта Аллатепе; №3 бухта Аллатепе; №4 бухта Аллатепе – залив Ошак; №5 залив Ошак; №6 пролив Карабогаз; №7 залив Карабогазгол; №8 пролив Карабогаз – мыс Карасенгир; №9 мыс Карасенгир – мыс Тарта; №10 мыс Тарта – мыс Красноводский; №11 о-ва Осушные; №12 Красноводский (Туркменбашиский) залив; №13 Балханский залив; №14 Северо-Челекенская коса; №15 Южно-Челекенская коса; №16 Северо-Челекенский залив; №17 Южно-Челекенский залив; №18 залив Узунада; №19 Банка Ливанова; №20 заказник Огурчинский; №21 Туркменский залив – пос. Окарем; №22 Морской участок заповедника.

Дальнейшая структура и значимость мониторинговых участков будут зависеть от ряда природных, в первую очередь связанных с колебаниями уровня моря и антропогенных факторов, в том числе организационного характера – пересмотра границ существующих охраняемых территорий, создания новых ООПТ и заказников. Предстоит большая работа по изучению быстро меняющейся среды обитания вида и отработке методов и способов быстрого юридического оформления статуса территорий.

Исходя из приведенного выше анализа, следует признать, что хотя по количеству встреченных особей на первом месте идут острова Осушные (125 встреч, 2788 особей), важнейшим местом обитания каспийского тюленя в туркменском секторе Каспийского моря в плане миграций, нагула, редких зимовок и единичных случаев размножения исторически и до настоящего времени следует признать заказник на о. Огурчинский и прилежащие к нему акватории (94 встречи, 2340 особей), так как более-менее регулярные наблюдения на нём стали проводиться только после его создания в 1982 г. Это наглядно подтверждается более поздними данными литературы, хотя некоторые из них вызывают определённые вопросы методического и фактического характера, особенно по концентрации тюленей на о. Михайлова. Работая на охраняемой территории, ни одна из экспедиций не представила научных отчётов для архивов заповедника, особенно маршрутов или фотографий, а в «Летописях природы» тех лет, являющихся основными итоговыми документами по годам, таких данных нет вообще. По количеству встреч тюленей на первом месте акватория Красноводского залива – 205, но всего 475 особей. Это объясняется тем, что при проведении учётов пролётных, зимующих и гнездящихся птиц выходы в его акваторию и охват территории были наиболее частыми во все сезоны года, но учёт с малых плавсредств менее результативен. В воде, особенно в последние годы, тюлени ведут себя очень осторожно, реже подпускают лодки на близкое расстояние и, ныряя, чаще ускользают от глаз наблюдателя, чем отдыхающие на берегу особи.

Данные о количестве встреч, численности и соотношению живых и погибших тюленей по участкам мониторинга приведены в табл. 1.

Численность живых и погибших тюленей по годам приведена на диаграмме (рис. 5), куда включены данные В.И. Крылова, установившим их щенение на о. Огурчинский.

В современной литературе обсуждаются многие факторы, влияющие на жизнь каспийского тюленя, среди которых особое внимание уделяется глобальному потеплению, в результате которого сокращаются ледовые поля – места размножения тюленей, и перепромыслу рыбных запасов, объектов их питания. Для туркменского сектора, однако, на первом месте стоит загрязнение морской среды предприятиями Топливно-энергетического комплекса, производящими разведку углеводородных энергоресурсов, их добычу, транспортировку, переработку и практическое использование различных видов топлива при производстве электроэнергии. Их сбросы зачастую напрямую попадают в водную среду, а выбросы аккумулируются при контакте с водной поверхностью. В некоторых местах, включая побережье, имеются скопления загрязнителей, оставшиеся после техно-

Таблица 1. Количество встреч и численность живых и погибших тюленей по участкам

№ п/п	Название участка мониторинга	Встречи	Живые	Погибшие	Всего
1	Буг. Чугумчакара – мыс Бекдаш	Опросы	0	0	Единицы
2	Мыс Бекдаш – бухта Аллатепе	1	0	53	53
3	Бухта Аллатепе	13	34	3	37
4	Бухта Аллатепе – залив Ошак	1		84	84
5	Залив Ошак	41	809	5	814
6	Пролив Карабогаз	7	24	0	24
7	Залив Карабогазгол	4		4	4
8	Пр. Карабогаз – мыс Карасенгир	4	1	176	177
9	Мыс Карасенгир – мыс Тарта	108	316	2	318
10	Мыс Тарта – мыс Красноводский	100	475	0	475
11	Острова Осушные	125	2786	2	2788
12	Красноводский залив	205	754	0	754
13	Балханский залив	49	119	0	119
14	Северо-Челекенская коса	19	235	3	238
15	Южно-Челекенская коса	6	27	4	31
16	Северо-Челекенский залив	5	9	0	9
17	Южно-Челекенский залив	1	3	0	3
18	Залив Узунада	2	4	0	4
19	Банка Ливанова	3	18	1	19
20	Заказник Огурчинский	94	2217	123	2340
21	Туркменский залив – Окарем	Опросы	0	0	Единицы
22	Морской участок заповедника	22	55	13	68
ИТОГО		810	7886/94,34%	473/5,66%	8359

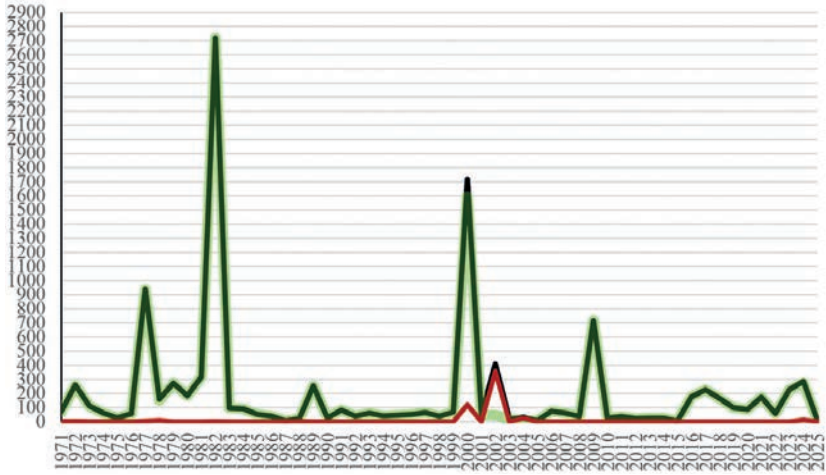


Рис. 5. Численность каспийского тюленя в Туркменистане в 1971–2025 гг. Ряд 1 — общее количество. Ряд 2 — живые особи. Ряд 3 — погибшие.

логических аварий, отрицательную роль играет и небрежное хранение отходов, что также ухудшает экологическую обстановку и качество среды обитания морских организмов. Свою долю загрязнения вносят морской и частично сухопутный и воздушный транспорт, коммунальные хозяйства прибрежных населенных пунктов и сельскохозяйственный сектор. Спектр попадающих в окружающую среду загрязнителей промышленного производства, нефтепродуктов, тяжелых металлов, пестицидов и иных опасных химических соединений широк и многие из них являются биотоксикантами. Они накапливаются в тюленях, что в свою очередь ведёт к нарушениям функций репродуктивных и других органов, иммунодепрессии, подверженности различным заболеваниям, особенно инфекционным, способным вызывать массовые эпизоотии и многочисленные случаи их гибели. В Туркменистане достоверно были установлены случаи гибели тюленей, когда у них падал иммунитет из-за концентрации в органах большого количества тяжёлых металлов и циркуляция возбудителей чумы плотоядных, осложняемой возбудителями сальмонеллёза и пастереллёза (Ерохин, 2011а). По сообщению этого же автора (П.И. Ерохин, неопубл. данные НИПРЖМ) анализ тканей внутренних органов тюленей, проведенный японскими специалистами в 2000 г., показал, что причиной гибели могло быть критическое превышение ртутных и свинцовых веществ.

В заливе Карабогазгол мы наблюдали случаи гибели тюленей с превращением их тел в мумии от ослепления и голода, и, возможно, от непосредственного отравления сульфатами.

Результаты первого широкомасштабного скрининга здоровья 177 живых диких каспийских тюленей с 2007 по 2017 гг., проведенного специалистами НПЦ микробиологии и вирусологии Казахстана, Института гидробиологии и экологии (Казахстан), а также Университета Сент-Эндрюса (Великобритания), показали, что каспийские тюлени подвержены воздействию опасных инфекций, которые могут приводить к эпизоотиям (Kydyrmanov et al., 2023). Согласно этим исследованиям предполагается воздействие на тюленей следующих групп патогенов: вирусные инфекции – высокий уровень серопревалентности выявлен к вирусу герпеса тюленей (94%), вирусу гриппа А (55%) и аденовирусу (25%), реже встречались антитела к вирусу чумы плотоядных (CDV), коронавирусу и вирусу гриппа В; бактериальные патогены – выявлены антитела к различным сероварам *Leptospira* (у 9% особей); паразитарные инвазии – молекулярные тесты подтвердили текущую циркуляцию дирофилярий (*Dirofilaria immitis*) у 1% тюленей, а антитела к *Toxoplasma gondii* присутствовали у 2.6% животных.

Результаты внешнего осмотра погибших животных и анализ состояния их внутренних органов при последних случаях массовой гибели тюленей показали, что причиной её могла быть асфиксия при нахождении их в линзах выбросов природных газов (Рожнов и др., 2022; Бизиков и др., 2024). Для тюленей опасны в первую очередь выбросы сероводорода, самого тяжелого и опасного из всех сопутствующих внутрипластовых газов, а также выбросы или утечка конденсата, который, будучи легче воды (удельный вес 0,7-0,9 г/см^3), растекаясь по её поверхности и испаряясь, создаёт опасную для тюленей концентрацию вредных газов. При неблагоприятных штормовых условиях газовый конденсат подвергается полному испарению и диспергированию в морской среде в течение одного часа, но и этого времени достаточно, чтобы вызвать гибель тюленей. Способов успешной ликвидации подобных аварий в мировой практике пока нет.

Случаи травмирования и гибели тюленей могут происходить при попадании под винты быстрых маломерных плавсредств, особенно на подводных крыльях, но в настоящее время из-за обмеления Каспия они практически не используются. Гибель тюленей отмечали при браконьерском промысле в крупноячеистых сетях-аханах для ловли осетровых

рыб, а также в мелкоячеистых сетях из пластиковой нити, ввоз и использование которых в Туркменистане официально запрещены. Незаконная добыча тюленя ради целебного жира, несмотря на запрет с высокими штрафными санкциями и занесение вида в Красную книгу Туркменистана, продолжается. Однако на фоне поступающей из СМИ информации о заболеваниях тюленей, приводящих к их гибели и накоплении в тканях опасных для человека компонентов, спрос на него снижается. По нашим данным, за период мониторинга общее количество погибших по разным причинам особей составило 473. К этой цифре следует прибавить 2 случая гибели бельков на о. Огурчинский в 1982 г., описанных В.И. Крыловым, и 20 обнаруженных П.И. Ерохиным (неопубликованные данные) в декабре 2000 г. погибших тюленей на берегу между г. Туркменбаши и пос. Карши. Таким образом, точно документированная цифра – 495 погибших тюленей. Кроме этих задокументированных встреч погибших тюленей имеются сообщения о встречах погибших тюленей в декабре 2020 г. на каспийском побережье между г. Туркменбаши и пос. Кианлы и о вылове моряками сотен мёртвых животных в январе 2021 г., он эти сведения в официальных документах соответствующих служб не отражены, а исследования проведены не были и причина смерти осталась не выявленной. В октябре-декабре 2020 г. произошёл массовый выброс погибших тюленей и на дагестанское побережье (Рустамов и др., 2021; Рожнов и др., 2022). Анализ розы ветров показал, что погибшие в море тюлени могли быть выброшены не только на берег Дагестана и Казахстана в октябре-декабре 2020 г., но и 12, 15, 16, 19 и 21 января 2021 г. принесены северо-западным ветром, скорость которого достигала 9 м/сек, в туркменский сектор и выброшены на берег Туркменистана. Возможно также, что они дрейфовали по течению, идущему с юга на север, и их заносу к мысу Кианлы мог способствовать южный ветер, дувший 2 и 3 января со скоростью 2-3 м/с, а также 27 и 31 января со скоростью 2 м/сек. Данными о гибели тюленей в эти же сроки возле морских буровых на банках Жданова и Ливанова в туркменском секторе Каспия, которые обсуждались в СМИ, мы не располагаем.

Туркменистан первым из Прикаспийских государств занёс каспийского тюленя в свою Красную книгу 2011 г. со статусом Категория I (CR), вид на грани исчезновения; с тем же статусом он занесен в Красную книгу Туркменистана и в 2024 г. В настоящее время тюлень запрещен к добыче во всем туркменском секторе Каспия в периоды миграций, нагула, редких зимовок и щенения; он охраняется в пределах всех морских и прибрежных угодий Хазарского природного заповедника, где штрафные санкции за возмещение нанесенного ущерба при наказании браконьеров утраиваются. Сотрудники заповедника имеют небольшой опыт оказания помощи легко больным и ослабевшим особям для их реабилитации и передержки, и последующего выпуска тюленей на свободу, предусматривается возможность создания тюленария для сохранения генофонда.

Литература

Бизиков В.А., Рожнов В.В., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В., 2024. Об осенних выбросах погибших каспийских тюленей на дагестанское побережье Каспийского моря и возможных причинах их гибели // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 15.

Бычков В.А., Крылов В.И., Вишневская Т.Ю., 1985. Распределение каспийского тюленя на островах Южного Каспия и перспективы организации островного заповедника // Вопросы обоснования размещения охраняемых природных территорий. М.: ВНИИОПЗ МСХ СССР. С. 29–39.

Васильев В.И., Гаузер М.Е., Тишков Л.А., 1990. Красноводский заповедник // Заповедники СССР. Заповедники Средней Азии и Казахстана. М.: Мысль. С. 128–140.

Ерохин П.И., 2008. Популяция каспийского тюленя (*Phoca caspica* Gmelin, 1788) в Туркменском секторе Каспийского моря // Мат-лы научно-практ. конф. посв. 75-летию Хазарского заповедника. Ашхабад-Туркменбаши. С. 127–128.

Ерохин П.И., 2011а. Численность тюленя в туркменском секторе Каспийского моря // Проблемы освоения пустынь. № 1-2. С. 58–59.

Ерохин П.И., 2011б. *Phoca caspica* Gmelin // В кн.: Красная книга Туркменистана. Т. 2. Беспозвоночные и позвоночные животные. Изд. 3-е. Ашхабад: Ылым. С. 346–347.

Ерохин П.И., 2012. Численность каспийского тюленя в районе острова Огурджалы // Материалы Каспийского экологического форума (5-6 ноября 2012 г., Туркменбаши). http://kaspika.org/ru/2018/05/09/number-of-caspian-seals-on-ogurjaly-island-1/

Жуков М.М., 1945. Плиоценовая и четвертичная история севера Прикаспийской впадины // Проблемы Западного Казахстана. С. 2.

Зенкевич Л.А., 1963. Биология морей СССР. М.: Изд-во АНСССР. 739 с.

Зонн И.С., 2004. Каспийская энциклопедия. М. Международные отношения: 461 с.

Карелин Г.С., 1883. Путешествие по Каспийскому морю. Журнал экспедиции 1832 года. Записки Императорского Русского географического общества по общей географии. Т. 10. 512 с.

Касымов А.Г., 1987. Каспийское море. Л.: Гидрометеоиздат. 152 с.

Крылов В.И., 1983. Каспийский тюлень размножается не только на льдах // Природа. № 3: С. 69-71.

Крылов В.И., 1986. Особенности биологии каспийского тюленя Южного Каспия // Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих. Тезисы докладов IX Всесоюзной конференции. Архангельск, АН СССР – ВНИРО. С. 220–221.

Малинин В.Н., 2024. Изменения уровня Каспийского моря: прошлое, настоящее, будущее. Станет ли Каспий вторым Аралом? // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 53.

Маммедов С.Б., Щербина А.А., 2024. Каспийская нерпа в восточном Прикаспии // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 55.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В., 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и ее возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109.

Рустамов Э.А., Щербина А.А., Белоусова А.В., Маммедов С.Б., 2021. Состояние популяции каспийского тюленя в туркменском секторе Каспийского моря в 2012–2021 гг. // Актуальные вопросы зоологии, экологии и охраны природы. Вып. 3. Материалы третьей международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню Земли и началу десятилетия восстановления экосистем, 22 апреля 2021 г. ООО «СПУ: Агротехнологии». М. С. 133–138.

Рустамов Э.А., Маммедов С.Б., Щербина А.А., 2024. О необходимости придания статуса заповедника острову Огурджалы, как места отдыха и потенциального размножения каспийского тюленя // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 71.

Сокольский А.Ф., 2020. Каспийский тюлень: прошлое и настоящее (по материалам экологических мониторинговых исследований «ООО ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в период с 2010 по 2019 годы). Астрахань: АЦП (ИП Сорокин Р.В.). С. 188.

Щербина А.А., 1979. Новые данные по гнездовой фауне колониальных и околоводных птиц островов Кара-Богаз-Гола // Природная среда и птицы побережий Каспийского моря и прилежащих низменностей. Труды Кызыл-Агачского государственного заповедника. Вып. I. Баку: «Азернешр». С. 89–100.

Щербина А.А., 2024. Некоторые данные по краснокнижным и редким видам птиц и млекопитающих Мангышлака и Южного Устюрта (Чинк Капланкыр) // Современное состояние и проблемы сохранения биоразнообразия плато Устюрт. Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию Устюртского природного государственного заповедника (г. Жанаозен, Казахстан). А.П. Лактионов (гл. ред.). Астраханский гос. ун-т им. В.Н. Татищева С. 241–250.

Янина Т.А., Сорокин В.М., Романюк Б.Ф., 2024. Колебания уровня Каспийского моря в голоцене // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Междуна-

родной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 99.

Berdyev B., Zakaryayeva S., 2009. Report on monitoring of seals in the Turkmen sector of the Caspian Sea in the frame of Darwin Initiative project: “Quantification and elimination of threats to the Caspian Seal” for February – April 2009. Turkmenbashi. P. 15.

Goodman S., Dmitrieva L., 2016. *Pusa caspica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e. T41669A45230700. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41669A4 5230700.en. Downloaded on 11 April 2021.

Krylov V.I., 1990. Ecology of the Caspian seal // Finnish Game Research. V. 47. P. 32–36.

Kydyrmanov A., Karamendin K., Kassymbekov Y., Kumar M., Mazkirat S., Suleimenova S., Baimukanov M., Carr I.M., Goodman S.J., 2023. Exposure of wild Caspian seals (*Pusa caspica*) to parasites, bacterial and viral pathogens, evaluated via molecular and serological assays // Frontiers in Marine Science. V. 10. 10.3389/fmars.2023.1087997.

Условия обитания каспийского тюленя на фоне инвазий, изменений климата и падения уровня моря

Ушивцев В.Б., Степаньян О.В., Саяпин В.В., Московец А.Ю., Галактионова М.Л.

В современных экологических условиях Каспийского моря, на фоне глобального потепления, падения уровня и инвазии чужеродных организмов, изменяется состояние природных комплексов моря. Каспийский тюлень, как высший представитель биоты, занимающий вершину трофической пирамиды, является наиболее ярким индикатором, свидетельствующим о степени благополучия экосистемы. В работах последних лет о состоянии популяции каспийского тюленя обсуждаются разнообразные негативные факторы, приводящие к сокращению его численности (Баймуканов и др., 2024). Изучены факты периодической массовой гибели тюленей в районах субмаринной разгрузки газонасыщеных донных отложений в результате землетрясений и выбросов газа (Бизиков и др., 2024а). Глобальное потепление влияет на ледовую обстановку Северного Каспия, сокращает площади, сроки и качество ледового покрытия. Всё это существенно осложняет размножение и сохранение молоди тюленя (Гудман, Тан, 2024). Однако зимние авиаучёты залёжек свидетельствуют, что на фоне потерь популяция тюленя достаточно пластична и показывает тенденции к поддержанию численности (Бизиков и др., 2024б).

Материалы наблюдений, представленные в настоящей работе, не имеют прямой связи с тюленем, но показывают изменения в среде и биоте, влияющие на уровень благополучия экосистемы, на вершине которой находится тюлень. Наши наблюдения, с одной стороны, были направлены на изучение взаимоотношений ценозов, макропланктона и пелагической ихтиофауны, представляющих основные звенья экосистемы в новых климатических и экологических условиях. С другой стороны, на примере состояния локальной группировки тюленя в Казахском заливе представлены материалы наблюдений за изменениями экосистемы в условиях падения уровня моря. И в первом, и во втором случае тюлень, находящийся на вершине экосистемы, послужил индикатором этих изменений.

Мы исследовали, как элементы биоты реагируют на изменения температуры и солёности воды. Объектами исследований были чужеродные виды-вселенцы (гребневики *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) и *Beroe ovata* (Bruguière, 1789)), а также автохтонные виды: обыкновенная килька *Clupeonella caspia* (Svetovidov, 1941), анчоусовидная килька *Clupeonella engrauliformis* (Borodin, 1904) и каспийский тюлень *Pusa caspica* (Gmelin, 1788). Температуру и солёность воды регистрировали с помощью гидрологических зондов CTD 48 и AR-5000 с привязкой к уровню моря. Пробы макропланктона отбирали методом вертикального траления конусной сетью ИКС-80 (Ушивцев и др., 2022). Параллельно с сетным ловом изучали видовой, размерный состав, численность и вертикальное распространение макропланктона методом подводной телеметрии (Камакин и др., 2004; Ушивцев и др., 2023). Для этого с борта судна опускали платформу, оснащённую специальным телеметрическим оборудованием (рис. 1) на предельную глубину изучаемого столба воды, после чего медленно, с остановками на заданных горизонтах, её поднимали на борт судна. Таким образом в режиме онлайн мы получали общую информацию о вертикальном распределении макропланктона в виде телевизионного изображения и фото-видеоматериала высокого разрешения для дальнейшего анализа изучаемых объектов на фоне глубины, температуры, течений, галоклина, термоклина, донной поверхности. Для изучения состояния популяций пелагической ихтиофауны (кильки, сельди, атерина) применяли метод наблюдений в зоне подводного источника света (Никоноров, 1963).



Рис. 1. Бортовой телеметрический комплекс. Фото: Ушивцев В.Б.

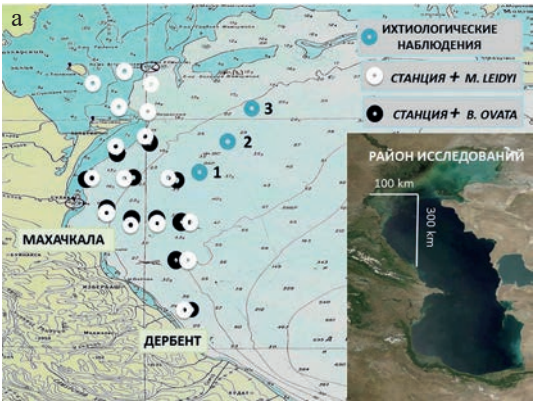




Рис. 2. Район и сетка станций для исследований макропланктона и ихтиофауны (а), и район наблюдений за тюленями в Казахском заливе (б).

Для этого на платформу устанавливали трёхметровую штангу с закреплённой на её конце лампой накаливания мощностью 500 вт. Источник света размещали в центре зоны наблюдений. Платформу погружали в придонный слой воды, включали источник света и на протяжении двухчасовой экспозиции вели наблюдения и видеозапись за динамикой образования скопления рыб в световой зоне. Работу проводили в тёмное время суток на трёх станциях (рис. 2).

Район исследований экосистемы пелагиали (макропланктон, ихтиофауна) находился в российском секторе моря на свале глубин Северного и Среднего Каспия (рис. 2а), работы здесь проводили в осенний период 2020–2024 гг. В казахстанском секторе моря район работ находился в Казахском заливе (рис. 2б), наблюдения за тюленями там проводили попутно в ходе выполнения комплексных научных исследований среды и биоты в июне-июле 1994, 2010, 2016 и 2023 гг. с использованием методов подводных исследований. Наблюдения проводили в дневное и ночное время суток (Никоноров, 1963; Денисов, 1972).

В последние полвека в Каспийском море произошли два важных события, коренным образом повлиявших на состояние его природных комплексов, в том числе на популяцию тюленя. Первое событие – появление гребневика *M. leidyi* – произошло в конце 1990-х гг. Мнемиопсис – планктонный хищник – активно выедал кормовой планктон, икру и личинок пелагических рыб. До вселения в Каспийское море он появился в Азово-Черноморском бассейне, где до этого обрушил продуктивность экосистемы Чёрного и Азовского морей (Воловик и др., 2000). Не имея естественных врагов в Каспийском море, гребневик *M. leidyi* был ограничен в своем размножении только условиями среды: температурой и солёностью. В течение первых лет после появления в Каспийском море мнемиопсис достиг огромной численности и биомассы и стал доминировать в пелагиали моря, поедая зоопланктон, икру, личинок рыб, моллюсков и ракообразных (Камакин и др., 2002; Карпюк и др., 2004). На фоне обрушения кормовой базы каспийских пелагических рыб произошло резкое падение их численности, и основное трофическое звено, составлявшее основу кормовой базы осетровых и тюленя, пришло в упадок (Камакин и др., 2014, 2018).

Второе событие произошло в 2020 г., когда в Каспии был обнаружен другой гребневик – *B. ovata* – прямой враг гребневика *M. leidyi*, питающийся практически только этим видом желетелых и являющийся природным регулятором его численности (Саяпин и др., 2021). С этого времени биота моря получила новый вектор развития. Мониторинговые наблюдения за состоянием экосистемы в российском секторе моря, проводимые ЮНЦ РАН за последние 5 лет, свидетельствуют об изменениях, происходящих как в пелагических сообществах макропланктона и рыб, так и в популяции тюленей, обнаруженных в периоды экспедиций.

Условия среды. В течение последних трёх лет море с каждым годом прогревается всё сильнее, о чём свидетельствует увеличение объёма слоя теплой воды. В октябре 2022 г. слой тёплой воды ограничивался на глубине 20 м резким термоклином с перепадом температуры 20/10 °С. В октябре 2023 г. термоклин был обнаружен на глубине уже 28–30 м, а в октябре 2024 г. – на глубинах 35–40 м, при этом температура воды в прогретом слое увеличилась до 22 °С (рис. 3). С увеличением теплоёмкости водных масс море в зимний период остывает значительно медленнее и до конца зимы-начала весны, ко времени наступления нового вегетационного периода, вода сохраняет накопленный эффект про-

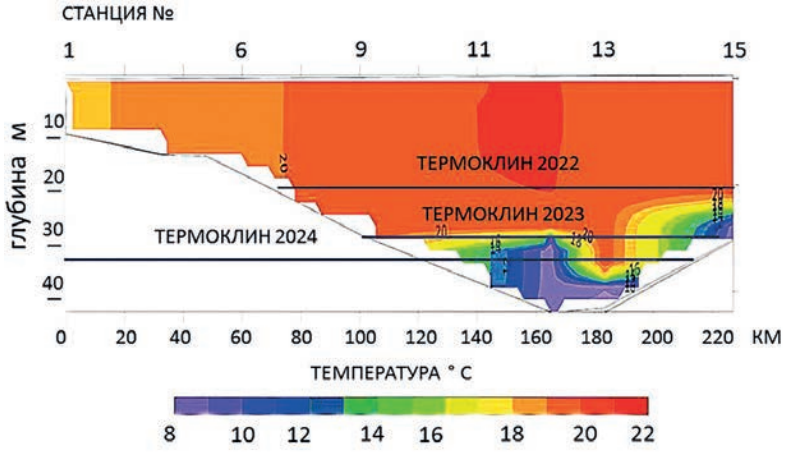


Рис. 3. Вертикальный разрез температуры воды в районе исследований в октябре 2024 г.

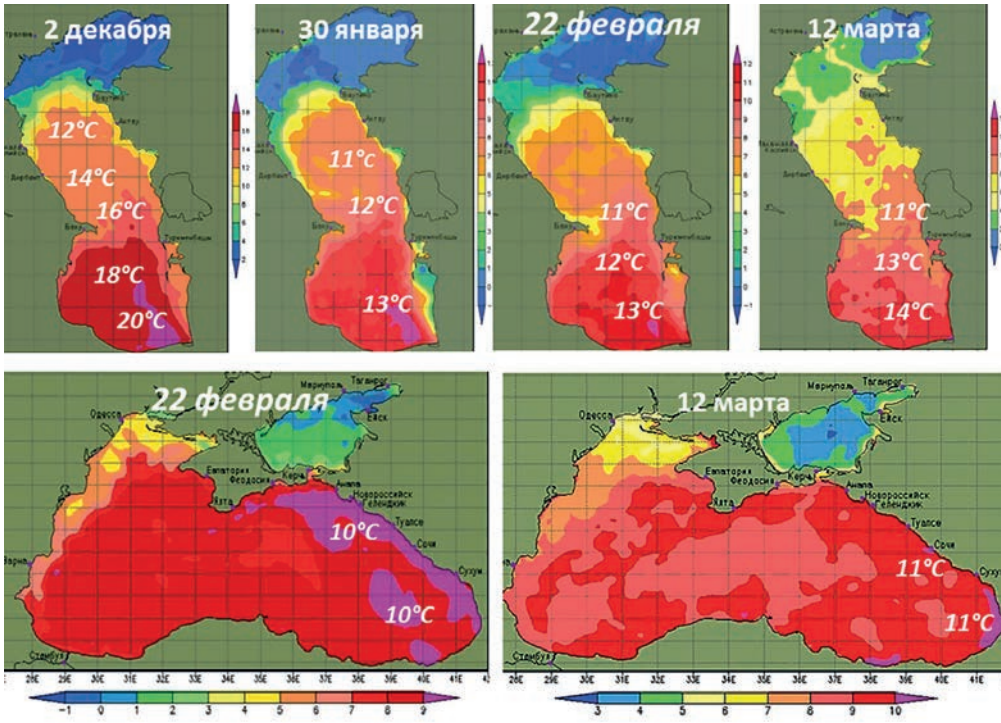


Рис. 4. Ход зимних температур с декабря 2022 г. по март 2023 г. в южных морях России.

шлогодней температуры и прогрев моря с каждым годом начинается с более высоких отметок.

Наблюдения за ходом зимних температур воды в Чёрном и Каспийском морях показали (рис. 4), что в начале декабря 2022 г температура воды Среднего и Южного Каспия была в диапазоне 12–20 °С, через два месяца, в конце января 2023 г., на большей части акватории Среднего Каспия в диапазоне 10–11 °С, в Южном Каспии – 12–13 °С, а в самый холодный период, наступивший 22 февраля 2023 г., температура воды на юге Среднего Каспия была 10 °С, а в Южном Каспии – 12–13 °С; при этом в Чёрном море наиболее тёплая вода была на отметке 10 °С. Во второй декаде марта, температура воды стала увеличиваться как в Чёрном, так и в Каспийском море.

Таким образом, морской климат в целом меняется в сторону потепления и, соответственно, меняются условия зимовки для многих гидробионтов. Прогретые воды Среднего и Южного Каспия могут влиять на ледовую обстановку Северного Каспия и условия размножения тюленя.

Солёность. Важный экологический фактор, от которого зависит состояние экосистемы, солёность воды, распространение которой в буферной зоне моря на границе Северного и Среднего Каспия в октябре 2023 и 2024 гг. показано на рис. 5. На протяжении последних трёх лет наблюдается усиление осолонения Северного Каспия. На фоне падения уровня моря, маловодности речного стока и преимущественно южных направлений розы ветров (нагон воды), граница буферной зоны сдвигается на север и вода с солёностью 11–12‰ поднимается до широты о. Тюлений. Результатом этих изменений является сокращение площади ареала и условий для обитания пресноводных и туводных рыб, входящих в спектр питания тюленя.

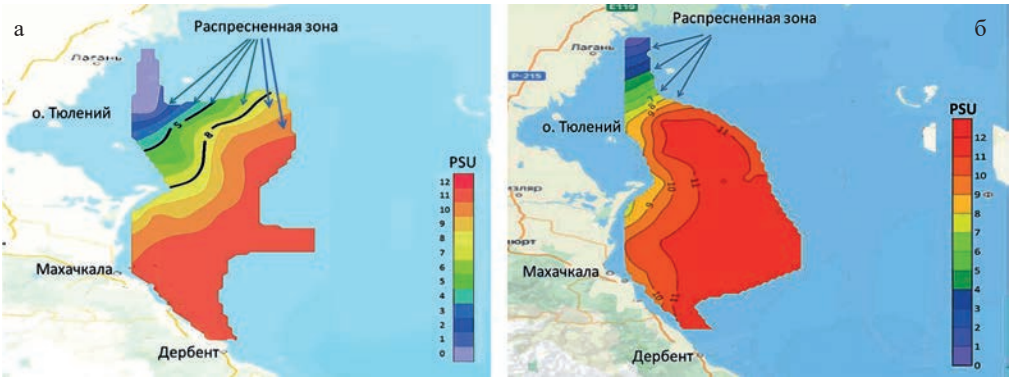


Рис. 5. Солёность воды в буферной зоне моря в октябре 2023 г. (а) и в октябре 2024 г. (б).

Состояние планктонных сообществ и ихтиофауны. Со времени появления гребневика *Beroe* в 2020 г. в экосистеме Каспийского моря наблюдается тренд снижения численности и биомассы гребневика *M. leidyi.* За последние 5 лет биомасса *M. leidyi* в российском секторе моря в конце вегетационного периода снизилась в среднем в 15 раз (рис. 6).

На фоне изменений климата и снижения пресса *M. leidyi* на планктонные сообщества условия обитания пелагических рыб стали более благоприятными, о чём свидетельствуют наблюдения за видовым составом и динамикой численности рыб в зоне подводного источника света. Мониторинговые наблюдения показали, что при экспозиции источника света в течение 120 минут в зоне света в ноябре 2020 г. (температура воды 15 °С) образовывалось скопление обыкновенной кильки (*C. caspia*) численностью 100–200 особей и небольшое количество сопутствующих рыб (каспийской сельди *Alosa caspia*, атерины *Atherina* sp. и бычков *Gobius* sp.), в октябре 2022 г. (температура воды 19 °С) – скопление обыкновенной кильки численностью 300–700 особей, а в октябре 2023 г. (температура воды 22 °С) в зоне света скапливалось от 6 до 15 тыс. рыб, представленных двумя видами килек – обыкновенной (*C. caspia*) и анчоусовидной (*C. engrauliformis*). Последняя в наибольшей степени пострадала от *M. leidyi* – с 2005 г. она практически не встречалась в зоне света в российском секторе моря. В соответствии с ростом численности рыб увеличивалось и количество тюленей, наблюдаемых в ходе экспедиции в районе исследований от 2 в 2020 г. до 18 в 2023 г. (табл. 1).

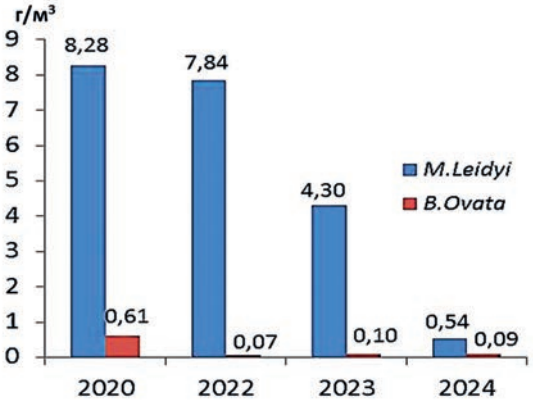


Рис. 6. Биомасса *M. leidyi* и *B.* ovata в российском секторе моря в 2020–2024 гг.

Таблица 1. Видовой состав, численность рыб в зоне света и число тюленей в районе исследований

Видовой состав	Ноябрь 2020 г.			Октябрь 2022 г.			Октябрь 2023 г.		
	Вода 15 ˚С			Вода 19 ˚С			Вода 22 ˚С		
	Станция, экз.			Станция, экз.			Станция, экз.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
C. caspia	190	120	100	700	400	300	6000	10000	15000
C. engrauliformis	-	-	-	-	-	-	50	100	600
Alosa caspia	2	2	1	2	1	2	5	3	4
Atherina sp.	21	8	12	23	8	9	60	50	70
Gobius sp.	8	14	10	11	9	8	13	9	18
Pusa caspia	2			5			18		

На восточном побережье Каспия, в ходе проведения научных экспедиций в Казахском заливе, нами были проведены попутные наблюдения за локальным скоплением тюленей и условиями его обитания (Ушивцев и др., 2021), результаты которых показаны на рис. 7.

В 1994 г. (начало июня), в пик очередной трансгрессии уровня моря при отметке -26,62, средние глубины в Казахском заливе были 8–10 м, температура воды была в диапазоне от 16 °С на западе в зоне апвеллинга, до 24 °С на востоке в районе оконечности Кендерлинской косы (рис. 7а). Ночные подводные наблюдения в зоне подводного источника света при экспозиции 120 минут на четырех станциях (табл. 2) показали, что в 1994 г. на стан-

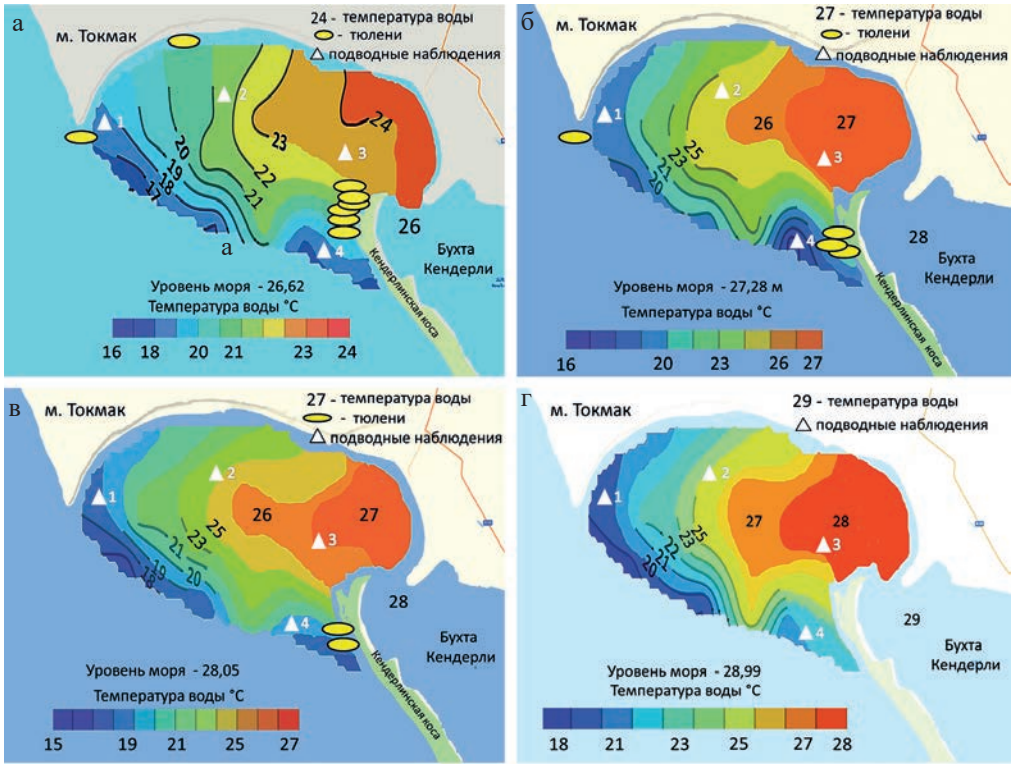


Рис. 7. Распространение тюленей в Казахском заливе в 1994 (а), 2010 (б), 2016 (в) и 2023 (г) годах.

Таблица 2. Видовой состав и численность гидробионтов в зоне подводного источника света мощностью 500 вт, при экспозиции 120 минут

Виды	Годы, (уровень)															
	1994 г. (-26,62)				2010 г. (-27,28)				2016 г. (-28,00)				2023 г. (-28,99)			
	станция, экз.				станция, экз.				станция, экз.				станция, экз.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Кильки	>1000	800	300	>1000	500	200	100	700	200	50	40	400	300	40	-	800
Сельди	12	2	-	25	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	10
Атерина	700	300	70	650	100	70	-	120	50	30	-	100	70	50		200
Бычки	300	40	20	15	250	10	15	15	350	20	30	40	350	20	35	8
Судак	3	1	-	2	8	2	-	3	6	2	-	3	4	-	-	1
Игла-рыба	-	2	15	-	1	5	12	-	-	3	9	-	-	5	18	-
Осетровые	3	2	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Раки	>1000	50	300	45	800	70	350	20	700	25	150	10	800	30	100	20
Креветки	10	70	300	-	50	150	500	-	20	90	600	15	25	70	700	20
Тюлени	3	-	-	4	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

ции № 1 в зоне апвеллинга (температура воды 18 °С), образовалось скопление из следующих гидробионтов (видовой состав представлен по мере убывания численности): кильки, раки, атерина, бычки, сельди, креветки, морской судак, осетровые, тюлени. На станции № 2 (температура воды 21 °С) – кильки, атерина, креветки, раки, бычки, игла-рыба, осетровые. На станции № 3 (температура воды 24 °С) – кильки, креветки, раки, атерина, бычки, рыба-игла. На станции № 4 (температуре воды 16,5 °С) – кильки, атерина, раки, сельди, бычки, тюлени, судак, осетровые. В целом в составе гидробионтов были основные кормовые объекты тюленя, не считая большого количества кефалей, показывающих отрицательную фотореакцию в ночное время суток и избегающих света. Основные места скоплений тюленей были отмечены на песчаных островах вблизи оконечности Кендерлинской косы, на самой косе, единично на камнях мыса Токмак и на камнях в средней части залива (см. рис. 7а). В целом в акватории залива находилось 25–30 молодых тюленей, больных и мертвых не обнаружено.

В 2010 г. (конец июня) при отметке уровня моря -27,28 температура воды в заливе была от 16°С на западе до 27°С на востоке (рис. 7б). В условиях паде-



Рис. 8. Места лёжек тюленей на Кендерлинской косе и прилежащих островах в июне 2016 г. (а) и обнаружения их останков в июне 2023 г. (б).

ния уровня моря площадь песчаных островов вблизи Кендерлинской косы значительно увеличилась, отдельные острова слились с косой. На островах было встречено 9 молодых тюленей (длина тела менее 1 м). Количество гидробионтов в зоне подводного света существенно снизилось: среди пелагических рыб исчезла анчоусовидная килька, на порядок меньше стало атерины и сельдей, из осетровых наблюдали всего двух молодых осетров (станции 1 и 2), но существенно прибавилось количество морского судака, особенно в районе мыса Токмак. Из ракообразных стало меньше раков, но возросло количество креветок. В целом кормовая база тюленей уменьшилась (табл. 2, рис. 9). Тюлени сосредоточились на станциях 1 и 4 с обилием кормовой базы (рис. 7б, табл. 2). Общее количество зверей в заливе не превышало 12–15 особей.

В 2016 г. (начало июня) при отметке уровня моря -28,00 м температура воды в заливе была от 15 °С на западе до 27 °С на востоке (рис. 7в). В условиях падения уровня в 300 м от оконечности Кендерлинской косы образовалась группа песчаных островов, на которых были обнаружены 2 тюленя (рис. 7в). Ночные подводные наблюдения показали, что тренд снижения биоразнообразия и численности пелагической ихтиофауны сохранился (табл. 2, рис. 9). Среди донных рыб незначительно выросла численность бычков, продолжилось снижение численности раков и увеличение числа креветок, был обнаружен один русский осетр (длина тела 50–60 см). Тюленей в зоне подводного источника света, а также ранее встречавшихся у мыса Токмак, в 2016 г. не обнаружили.

В 2023 г. (третья декада июня) при уровне моря -28,99, упавшем по сравнению с 1994 г. на 2,37 м, а средние глубины в заливе уменьшились с 8 до 6,5 м и температура воды на западе залива в зоне апвеллинга была 19 °С, а на востоке 28–29 °С, тюленей не обнаружено. Песчаные острова, в 2016 г. существовавшие вблизи Кендерлинской косы, стали частью её территории (рис. 8), на них были обнаружены многочисленные следы шакалов, а в 50 м от уреза воды – останки трёх молодых (судя по размерам черепа) тюленей. Подводные исследования показали незначительное увеличение численности килек (среди них вновь появилась анчоусовидная килька), увеличилась численность и расширились

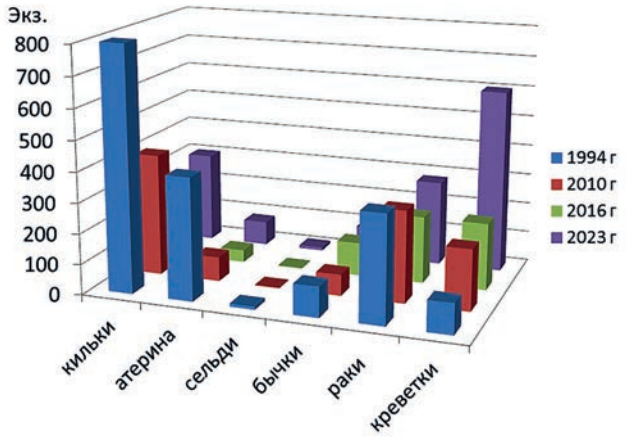


Рис. 9. Состояние кормовой базы тюленя в Казахском заливе в 1994–2023 гг. по данным наблюдений в зоне света.

биотопы креветок; на станции 4, на свале глубин залива, возросло количество сельдей и атерины (табл. 2).

Таким образом, в условиях падения уровня моря в прибрежных акваториях на востоке Среднего Каспия летом существенно осложняется экологическая обстановка. Обмеление приводит к высокому прогреву воды, что в свою очередь влияет на биоразнообразие и численность гидробионтов. Обмеление в Казахском заливе, с одной стороны, существенно сократило места обитания килек, сельдей, атерины, морского судака, с другой стороны – способствовало увеличению численности ракообразных и бычков (рис. 9). Отражением ухудшения условий обитания тюленей в летний период стало их отсутствие в 2023 г.

Подводя итог исследованиям природных комплексов в двух районах Среднего Каспия – российском секторе на западе и казахстанском секторе (Казахский залив на востоке – существенно отличающихся по морфологии и климату, можно констатировать, что экологические изменения в этих районах имеют разную направленность. В российском секторе Среднего Каспия экологические изменения приводят к восстановлению видового состава и численности пелагических сообществ и улучшению кормовой базы каспийского тюленя. В восточной части Среднего Каспия, в Казахском заливе, изменения биоты приводят к потере биоразнообразия, обилия гидробионтов и уходу тюленей из традиционных мест их обитания. Таким образом, происходящие в последние годы изменения климата и уровня Каспийского моря приводят к перераспределению тюленей в акватории моря.

Литература

Баймуканов М.Т., Шагилбаев А.У., Баймуканова Ж.М., Баймуканова А.М., Сыдыкова Ж.А., Искаков А.А, Сиражитдинова М.К., Асқар С.А., Жанысбай Г.Т., 2024. Исследования островных залежек каспийского тюленя для оценки состояния экосистемы прибрежной зоны Каспийского моря // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 9.

Бизиков В.А., Рожнов В.В., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский *И.Ф., Проскурина В.В.*, 2024а. Об осенних выбросах погибших каспийских тюленей на дагестанское побережье Каспийского моря и возможных

причинах их гибели // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 15.

Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Климов Ф.В., Кузнецов В.В., Васильев А.Н., Скольский В.А., 2024б. Российско-казахстанское сотрудничество в проведении авиаучетов каспийского тюленя в Северном Каспии // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 17.

Воловик С.П., Воловик Г.С., Шиганова Т.А. 2000. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения // Гос. ком. Российской Федерации по рыболовству. Азов. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва (ГУП АзНИИРХ). Ростов-на-Дону. С. 155–186.

Гудман С.Дж., Тан Х., 2024. Потенциальное влияние изменения климата в 21 веке на каспийских тюленей (*Pusa caspica*) // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 23.

Денисов А.Е., 1972. Некоторые вопросы методики водолазных исследований донных сообществ // Океанология. № 12. Вып. 5. С. 884–891.

Камакин А.М., Студеникина Ю.Б., Степенова Л.В., Рубцова Е.Г., 2002. Сезонное распределение *Mnemiopsis leidyi* в Каспийском море в 2001 году // Научный бюллетень Каспийского плавучего университета. Вып. 3. Астрахань: КПУ. С. 42–46.

Камакин А.М., Ушивцев В.Б., 2004. Вертикальное распространение популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Каспийском море // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. Труды КаспНИРХ. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 191–198.

Камакин А.М., Парицкий Ю.А., Никулина Л.В., Стольникова Н.В., 2014. Влияние *Mnemiopsis leidyi* на различные элементы морских экосистем Каспия // Сохранение биологических ресурсов Каспия. Материалы и докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 18–19 сентября 2014 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ. С. 197–203.

Камакин А.М., Ходоревская Р.П., Парицкий Ю.А., 2018. Влияние нового вселенца гребневика *Mnemiopsis leidyi* на основные звенья экосистемы Каспийского моря // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. № 1. С. 22–28.

Карпюк М.И., Катунин Д.Н. 2004. Результаты исследований по оценке влияния *Mnemiopsis leidyi* на экосистему Каспийского моря и разработка биотехнических основ возможного вселения *Beroe ovata* для биоконтроля популяции мнемиопсиса // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. Труды КаспНИРХ. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 165–183.

Никоноров И.В., 1963. Лов рыбы на свет. М.: Изд-во «Рыбное хозяйство». 164 с.

Саяпин В.В., Ушивцев В.Б., Олейников Е.П., Досаев Ф.Г., 2021. Гребневик *Beroe ovata* (Bruguiere 1789) – новый вселенец в экосистеме Каспийского моря // Океанология. Т. 61. № 5. С. 753–758.

Ушивцев В.Б., Галактионова М.Л., 2021. Состояние популяций раков *(Astacidae)* восточного побережья Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. Т. 16. № 4. С. 9–17.

Ушивцев В.Б., Саяпин В.В., Олейников Е.П., Галактионова М.Л., 2022. Оценка состояния популяций гребневиков *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 и *Beroe ovata* Bruguiere, 1789 в российском секторе Каспийского моря в августе 2021 г. // Наука юга России. Т. 18. № 3. С. 105–110.

Ушивцев В.Б., Саяпин В.В., Олейников Е.П., Галактионова М.Л., Котеньков *С.А.*, 2023. Состояние популяций гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* в водах западного шельфа Северного и Среднего Каспия в августе-сентябре 2022 г. // Океанология. Т. 63. № 6. С. 927–935.

ГЛАВА 3. КЛЮЧЕВЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ И ЧИСЛЕННОСТЬ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ

Распределение и численность каспийского тюленя по данным авиаучетов в зимне-весенний период 2012-2024 гг.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Климов Ф.В., Скольский В.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В.

На протяжении более 200 лет, с XVIII в. до конца XX в., каспийский тюлень был важным объектом зверобойного промысла, поэтому оценка численности его популяции проводилась на протяжении длительного времени, задолго до появления современных авиационных средств учёта. До середины XX в. об общем поголовье этого тюленя судили по косвенным признакам: промысловой статистике, количеству и размерам ледовых скоплений рожающих самок (так называемых «детных залёжек»), по количеству зверя, наблюдаемого с судов в воде и т.п. В XIX в., когда среднегодовая добыча каспийского тюленя на протяжении почти 90 лет (с 1824 г. по 1915 г.) устойчиво держалась на уровне около 115 тыс. голов, общее поголовье этого тюленя оценивалось примерно в 1 млн. голов (Роганов, 1931). В 1950-е гг. популяция каспийского тюленя, по данным ежегодной добычи, оценивалась в 750 тыс. голов (Бадамшин, 1969), а в 1960-х гг. – около 600 тыс. голов (Чапский, 1966). Оценка в 600 тыс. голов для середины 1960-х гг. представляла собой так называемый «основной запас», без учета численности ежегодного приплода, который зимой 1966 г. был оценен довольно точно – в 88,5 тыс. голов, но самым «радикальным» способом – путем тотального забоя (Гептнер и др., 1976). В 1970-е гг., согласно этим же авторам, общее поголовье каспийского тюленя оценивалось в 500–600 тыс. голов. Во второй половине XX в. промысел каспийского тюленя осуществлялся главным образом с судов в период зимнего ледостава на Северном Каспии (Кузнецов, 2017). После развала СССР промысел каспийского тюленя стал сокращаться и к 2009 г. он полностью прекратился по экономическим причинам.

Применение авиации для разведки ледовых скоплений каспийского тюленя началось с зимы 1934 г. На основании авиаразведки строились ежегодные (в отдельные годы – ежемесячные) карты ледовых залёжек каспийского тюленя для ориентировки зверобойных судов (Бадамшин, 1960). Первая аэрофотосъёмка каспийского тюленя была выполнена зимой 1973 г. на ледовых «детных залёжках» в открытой части Северного Каспия (Крылов, 1976). Она позволила оценить общую численность маточного поголовья в количестве 90 тыс. голов, а общее поголовье стада тюленя – на уровне 450 тыс. голов. В начале 2000 гг. (2000–2004 гг.) популяция тюленя, по данным аэрофотосъёмок, не превышала 375 тыс. особей (Мониторинг состояния популяции тюленей …, 2004; Артюхина и др., 2014).

После начала интенсивной разведки и добычи углеводородов в казахстанском секторе Каспийского моря международной группой исследователей (в рамках программы CISS) были организованы визуальные авиаучёты каспийского тюленя. В 2005-2006 гг. для исследований был использован метод учётных полос, адаптированный для каспийских условий. Ранее этот метод применялся в учётах кольчатой нерпы на Балтийском море, проводимых правительством Швеции с 1990 г. (Härkönen, Lunneryd, 1992).

Визуальные авиаучеты международной группы исследователей выполнялись ежегодно в период с 2005 г. по 2012 г. Их результаты и полученные на их основе оценки сильно варьировали год от года. Так, рождаемость каспийского тюленя по результатам ежегодных съёмок с 2005 г. по 2010 г. последовательно оценивалась в 21 тыс. голов, 16,9 тыс. голов, 5,7 тыс. голов, 8,0 тыс. голов, 15,0 тыс. голов и 7,0 тыс. голов (Харконен и др., 2010). Межгодовые колебания численности приплода, различающиеся более чем в три раза (от 5,7 тыс. голов до 21 тыс. голов) так и не получили правдоподобных объяснений. Возможными причинами столь высокой волатильности оценок были межгодовые различия в распределении каспийского тюленя в зимний период, что, в свою очередь, определялось ледовой обстановкой конкретного года: международная группа выполняла авиаучёты с борта вертолёта, на ограниченных участках, и только в пределах акватории Республики Казахстан, не охватывая акваторию Российской Федерации. Каждый авиаучёт, таким образом, покрывал лишь малую часть района ледовых залёжек тюленя (Зайцев и др., 2009). Достоверность оценок численности популяции каспийского тюленя, полученных на основе этих данных, вызвали большие сомнения. В ходе авиаучета 2012 г. (Черноок и др., 2012) было показано, что вертолёт, летящий на малой высоте порядка 90–100 м на скорости 150–200 км/час, шумом двигателей распугивает тюленей и многие из них сходят в воду до того, как оказываются в поле зрения наблюдателей. Недоучёт взрослых особей и приплода при этом может доходить до 85%.

Тем не менее, публикации международной группы исследователей (Харконен и др., 2010; Härkönen et al., 2008) инициировали активную полемику среди учёных относительно численности и воспроизводительной способности каспийского тюленя, которые продолжаются до сих пор. Несмотря на последующее опровержение этих данных результатами авиаучёта, выполненного зимой 2012 г. (Кузнецов и др., 2013), в 2016 г. на основании оценок группы Харконена каспийский тюлень был внесен в список угрожаемых видов МСОП (Goodman, Dmitrieva, 2016).

Средства и методы авиационных учётов численности морских млекопитающих в России последние четверть века развиваются стремительными темпами. Обширный опыт использования инструментально-визуального авиаучёта тюленей в Белом, Охотском, Беринговом морях, в Ладожском озере и на Байкале создал хорошую методическую и техническую основу для проведения подобных работ в Каспийском море (Черноок и др., 1999, 2012, 2014, 2018). Наиболее эффективными для Каспия оказались мультиспектральные авиасъёмки в оптическом и инфракрасном диапазонах: большой тепловой контраст животных на фоне холодного ледяного фона (более 15°С) позволяет надёжно обнаруживать животных на ИК-снимках. На контрастных снимках хорошо работают методы автоматизированного распознавания и подсчёта животных с использованием технологий машинного зрения на основе обучаемых нейросетей. Широкая полоса обзора ИК-сканера позволяет увеличить учётную полосу, инструментальный характер авиасъёмки даёт возможность документировать все встречи животных, идентифицировать не только взрослых особей, но и новорожденных бельков, имеющих маскирующую окраску и практически неразличимых на фоне льда на обычных фотографиях (Бизиков и др., 2021б).

В зимний период на ледовых полях Северного Каспия для размножения, лактации и спаривания собираются более 90% половозрелой части популяции тюленя, мигрирующих в этот район из разных частей Каспийского моря. Подобно другим ледовым формам тюленей семейства Phocidae, каспийские тюлени образуют на льдах обширные плотные скопления. Самки перед родами выбирают места вблизи от ледовой кромки, где при столкновении ледяных полей обычно образуются торосы, в которых бельки прячутся от ветра и опасностей. В период размножения и вскармливания потомства тюлени проводят значительную часть времени на льдах, вне воды, что существенно облегчает их обнаружение и подсчёт. В силу этих обстоятельств, инструментальные авиаучёты в зимний период оказались наиболее эффективным методом оценки численности каспийского тюленя (Кузнецов и др., 2013; Бизиков и др., 2021а).

За время, прошедшее с начала проведения авиаучётов тюленей, методы их регистрации с борта летательных аппаратов ушли далеко вперёд. На первоначальном этапе (1973–1989 гг.) учёту подлежали только взрослые особи, хорошо заметные из-за своей окраски на фоне льда. В большинстве случаев учёт проводили визуально: авианаблюдатели при пролёте по маршруту вели записи встреченных животных, а при обнаружении массовых залёжек оценивали их численность «на глазок». Впоследствии, по мере появления инструментальных средств учёта (фото- и видеорегистрации и её последующей расшифровки), было проведено сравнение данных параллельно выполненных визуального и инструментального учётов, показавшее, что при визуальных наблюдениях недоучёт взрослых особей и приплода составляет от 50% до 85% (Черноок и др., 2012). Кроме того, результаты визуального авиаучёта было невозможно верифицировать, поскольку полная фото- и видеорегистрация в ходе таких наблюдений как правило отсутствовала.

Впервые инструментальная мультиспектральная авиасъёмка была применена для оценки численности и распределении щённых залежек тюленей на льдах Северного Каспия в 2012 г. (Кузнецов и др., 2013).

Экологическая ситуация и хозяйственная деятельность в Каспийском море за последнюю четверть века претерпели значительные изменения. В последние годы во всё возрастающей степени меняется климат, в условиях тёплых зим сокращается площадь ледовых полей в Северном Каспии, снижается уровень моря, лишая тюленя привычных мест обитания, развивается нефтедобыча, растёт антропогенная нагрузка на водные экосистемы. Как в этих меняющихся условиях чувствует себя каспийский тюлень? Какова его современная численность? Насколько эффективно происходит его воспроизводство в условиях малолёдных зим последних лет? Все эти вопросы приобретают ещё большую актуальность в связи с занесением каспийского тюленя в 2020 г. в Красную книгу Российской Федерации (Красная книга Российской Федерации, 2021).

Для организации систематического мониторинга состояния популяции каспийского тюленя в 2019 г. Федеральным агентством по рыболовству Российской Федерации и Комитетом лесного хозяйства и животного мира Республики Казахстан была принята Программа научно-исследовательских работ «Оценка численности, распределения и естественного воспроизводства каспийского тюленя на Казахстанской и Российской акватории Северного Каспия в 2020–2024 гг.». В 2025 г. эта программа была продлена на период до 2030 г. В рамках этой программы совместных российско-казахстанских исследований ежегодно в зимний период с 2020 по 2024 гг. над акваторией Северного Каспия были выполнены авиаучётные исследования распределения, численности и естественного воспроизводства каспийского тюленя по единой методике и алгоритму расчёта общей численности.

Для расчёта численности тюленей на обследованной акватории был применен метод экстраполяции и соответствующий алгоритм расчёта Кингсли (Kingsley et al., 1985) который предполагал регулярную схему размещения параллельных галсов, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. При этом длины галсов могут быть различными. Съёмка каждой группы галсов должна была выполняться на одной высоте полёта, чтобы ширина полосы учёта была постоянной. Дополнительно для экстраполяции данных был использован метод Н.Г. Челинцева (2004), статистическая ошибка в котором определяется дисперсией количества (плотности распределения) животных лишь на соседних учётных трансектах, а не на всей их совокупности. Ранее этот метод был успешно применен для обработки данных авиаучётов популяций различных видов морских млекопитающих (Сидоров и др., 2023, 2025; Сидоров, Бизиков 2025).

Стандартные математические и продукционные модели расчёта численности популяций промысловых видов не могли быть применены для каспийского тюленя из-за отсутствия его промысла, прекращённого в 2009 г. Поэтому для такого расчёта были применены методы, ранее апробированные на популяциях гренландского тюленя в Белом море и каспийского тюленя в Каспийском море (Черноок и др., 2015; Сидоров и др., 2025). Основой для расчёта является метод прямого учёта во время аэрофотосъёмки приплода каспийского тюленя на поверхности льдов Северного Каспия. Родившийся щенок в течение календарного месяца не может долго находится в воде и не совершает значительных перемещений. Одна продуцирующая самка в приплоде приносит одного щенка. По этой зависимости численность приплода можно принять равной численности продуцирующих самок. Это, в свою очередь, позволяет оценить общую численность популяции каспийского тюленя по следующей формуле (Шафиков, 2008; Бизиков и др., 2021б):

$$S = P \times K \quad (1)$$

где S – численность популяции, тыс. особей; P – численность приплода в учётном году, тыс. особей; K – коэффициент пересчёта на популяцию.

Для определения коэффициента пересчёта (K) показатели максимального возраста ($J_{max}=25$) и возраста ($J_{min}=6,1$) половозрелости взрослых самок принимаются постоянными величинами. За показатель яловости среди половозрелых самок берётся среднемноголетнее (10 лет) значение за период 2006–2015 гг. k=0,313. Для всех оценок численности по каждому году согласно формуле (2) коэффициент K принят на уровне 4,85 (Бизиков и др., 2021б):

$$K = 1 + 2 * \frac{Jmax}{(1-k) * (Jmax - Jmin)} \quad (2)$$

Как уже отмечалось, размножение и молочное вскармливание каспийского тюленя происходит на ледовых полях в северной части Каспийского моря. Лактационный период обычно растянут: он начинается в конце января и заканчивается в конце февраля. Длительность и суровость зимы оказывают значительное влияние на сроки размножения и выживаемость щенков. По температурному режиму (сумме отрицательных температур воздуха) и степени ледовитости зимы на Северном Каспии можно классифицировать на тёплые, умеренные и холодные (Бизиков и др., 2021б).

В тёплые зимы ледовые поля занимают 10–30% общей площади Северного Каспия и расположены в основном в его восточной части. В этих условиях щенные залёжки располагаются целиком в казахстанской части Северного Каспия. Они приурочены к немногочисленным участкам крепкого льда, что обуславливает их компактность и позволяет в период авиаучётной инструментальной авиасъёмки наиболее точно определить общую численность взрослых особей и приплода (белёк, сиварь). Однако дефицит пригодных

для залёжек ледовых полей может приводить к образованию смешанных скоплений, где в непосредственной близости от щенных залёжек находятся и взрослые самцы, и молодые тюлени-холостяки. Поэтому при камеральной обработке материалов таких авиаучётов возникает сложность в разделении на снимках, отснятых с высоты 150–200 м, приплода на стадии сиваря от взрослых тюленей и неполовозрелых особей от двух и более лет (косячного зверя).

В умеренные зимы, когда ледовитость составляет 40–80%, распределение щенных залёжек происходит по всей ледовой акватории восточной части Северного Каспия. В этих условиях выполнение инструментальной авиасъёмки сталкивается с проблемой охвата всех районов щенных залёжек, что может увеличивать ошибку итоговых оценок численности.

В холодные зимы ледовитость Северного Каспия может варьировать от 80 до 98%. В этих условиях щенные залёжки располагаются вдоль ледовой кромки, как правило ориентированной с востока на запад. Приуроченность щенных залёжек к кромке ледовых полей обусловлена тем, что в этих районах сталкивающиеся льдины часто образуют торосы, в которых родившиеся щенки укрываются от ветра и холода. Процесс щёнки растянут по времени с конца января до конца февраля. Взрослые особи и косячный зверь держатся на большом расстоянии от щенных залёжек, их смешивание не происходит. Такие зимы наиболее оптимальны для инструментальной авиаучётной съёмки и позволяют получить наиболее объективные данные по численности тюленей, как взрослых особей, так и приплода на разной стадии развития (белёк, сиварь). В такие зимы щенные залёжки располагаются одновременно в зонах ответственности Российской Федерации и Республики Казахстан, и достоверная оценка возможна только при одновременном скоординированном учёте на акватории обоих прикаспийских государств.

Щённые залёжки каспийского тюленя в Северном Каспии располагаются на льдах с толщиной от 10 до 30 см вдоль ледовой кромки до 5-метровых изобат.

Эффективность размножения каспийского тюленя, выживаемость приплода и линька зависят от качества льда, прежде всего его торосистости, в местах размножения. На протяжении 2010–2018 гг. на момент массового размножения продуцирующих самок ледовитость не опускалась ниже 61% (Кузнецов, Шипулин, 2019). В зимний период 2019 г. ледовые площади в январе составляли от 63 до 83%, а в первой декаде февраля – в среднем 75%.

Массовое размножение половозрелых самок каспийского тюленя в условиях умеренных и холодных зим происходит в начале февраля. Основной пик деторождения, по среднемноголетним данным, приходится на 3–5 февраля. В неблагоприятных условиях самки тюленя способны задерживать начало родов, и в тёплые зимы сроки размножения сдвигаются на период максимальной ледовитости северной части Каспийского моря. Благодаря этому самки получают возможность не только родить щенков на льду, но и успеть выкормить их молоком до таяния ледовых полей.

* * *

Ниже рассмотрены основные результаты авиаучетных съёмок каспийского тюленя, выполненных в последние 13 лет в рамках совместных исследований Российской Федерации и Республики Казахстан.

Авиаучет 2012. Зима 2011/2012 гг. в Прикаспийском регионе была суровой: в январе-феврале были зафиксированы самые низкие за последние десятилетия температуры воздуха (в том числе и ниже -30 °С) и самые продолжительные периоды их удержания.

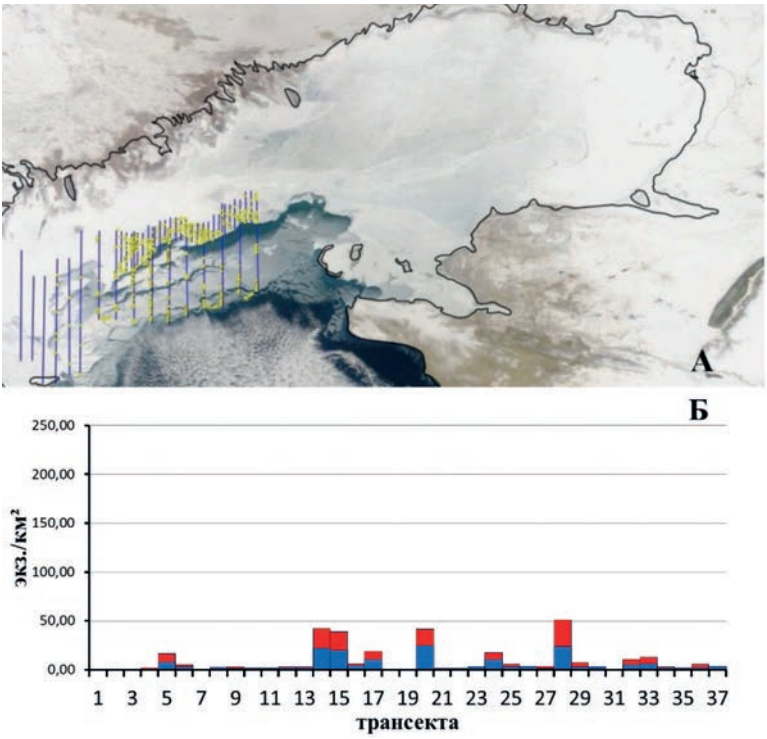


Рис. 1. Авиаучёт каспийского тюленя 12-22 февраля 2012 г. А. Карта-схема мест локаций тюленей на учётных трансектах (с 1 по 37, нумерация с запада на восток). Б. Плотность распределения тюленей на трансектах (синий цвет – взрослые, красный – щенки).

Эта зима оказалась аналогом, по данным ГМС г. Астрахани, зим 1942/1943 и 1953/1954 гг. К февралю 2012 г. устойчивый ледовый покров установился над всей мелководной зоной Северного Каспия, ледовитость составила 98–100%, а южная граница льдов проходила от п-ова Мангышлак (Мангистау) до Аграханского п-ова. Авиаучётные работы были выполнены в выявленных местах основных скоплений животных в зоне ответственности Российской Федерации по результатам рекогносцировочных полётов с 12 по 22 февраля 2012 г. Основные полёты в ходе съёмки проходили 20, 21 и 22 февраля. По их результатам была рассчитана численность приплода и взрослых особей тюленя.

Площадь обследованной акватории составляла около 25% общей площади ледового массива Северного Каспия на момент проведения работ (рис. 1А). Всего на 37 трансектах было учтено 1 093 щенка и 1 333 взрослых особи. Тюлени концентрировались вдоль кромки льда, плотность взрослых животных в скоплениях достигала 24,7 особи/км^2 (трансекта 20), в среднем составляя 5,6 особи/км^2. Плотность щенков в скоплениях достигала 27,5 особи/км^2 (трансекта 28), в среднем 4,9 особи/км^2. Соотношение взрослых тюленей и щенков варьировало от 0,56 (трансекта 36) до 15,00 (трансекта 26); в среднем 2,22 (рис. 1Б). Учёт в зоне ответственности Республики Казахстан в 2012 г. не проводился.

По результатам авиаучёта на льдах в зоне России численность тюленя составила 107,7 тыс. особей (44,3 тыс. щенков, 63,4 тыс. взрослых). Численность тюленей, находящихся в казахстанском секторе, была оценена по соотношению площадей ледовых полей, пригодных для залёжек тюленей, в казахстанском и российском секторах. Для казахстанского сектора численность тюленей составила 30,1 тыс. особей (12,4 тыс. щен-

ков, 17,7 тыс. взрослых) (Бизиков и др., 2021б). Общая численность всей популяции каспийского тюленя в 2012 г. была оценена в 274,0 тыс. особей.

Авиаучет 2020. Зима 2019/2020 гг. была ранней и относительно тёплой, поэтому массовое щенение самок каспийского тюленя происходило в более ранние сроки – во второй половине января 2020 г., когда ледовитость Северного Каспия составляла 56–59%. На момент начала авиаучёта ледовые поля составляли лишь 10–20% от акватории Северного Каспия и располагались в его восточной части, в зоне Республики Казахстан.

Малая площадь ледовых полей позволила обследовать практически все районы с залёжками тюленей в течение трёх полётов 22 и 23 февраля 2020 г. (рис. 2А). Всего на 33 трансектах было учтено 1 782 щенка и 3 501 взрослых особей. Скопления плотностью более 50 особей/км^2 обнаружены на льдах в восточной части исследованного района (трансекты с 15 по 31). Плотность взрослых тюленей в скоплениях достигала 92,23 особи/км^2 (трансекта 27), в среднем составляя 29,77 особи/км^2. Плотность щенков в скоплениях достигала 51,58 особи/км^2 (трансекта 27), в среднем 13,08 особи/км^2. В скоплениях повсеместно преобладали взрослые тюлени: соотношение взрослых тюленей и щенков варьировало от 1,12 (трансекта 6) до 21,00 (трансекта 33), составляя в среднем 3,24 (рис. 2Б).

К востоку от основного района авиаучёта было обнаружено относительно небольшое по площади ледовое поле, целиком занятое очень плотным скоплением тюленей (рис. 2А, отмечено красным кругом). Это скопление имело типичный для тёплых зим смешанный характер: в непосредственной близости от щенных залежек здесь находились и взрослые самцы, и молодые тюлени-холостяки. Концентрации животных были аномально высо-

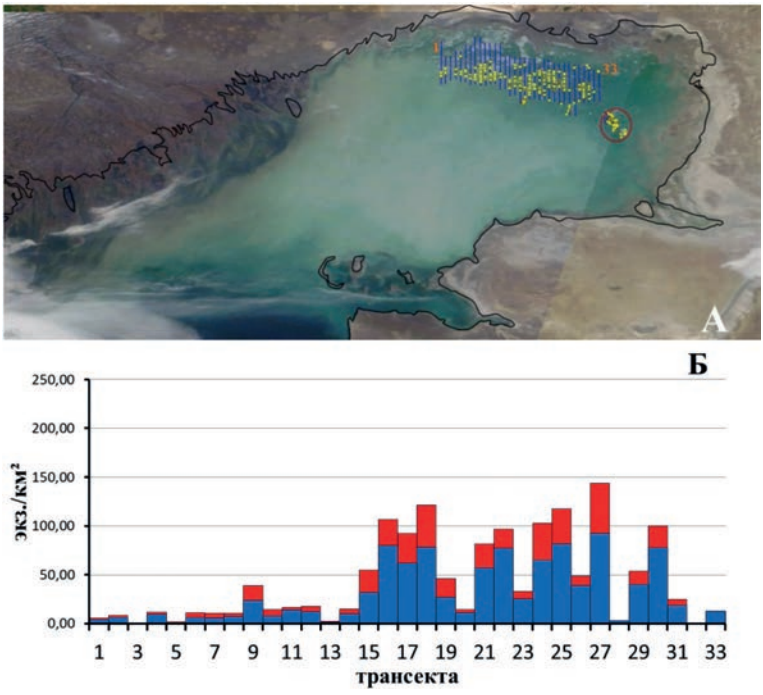


Рис. 2. Авиаучет каспийского тюленя 22-23 февраля 2020 г. А. Карта-схема мест локаций тюленей на учётных трансектах (с 1 по 33, нумерация с запада на восток в основном районе учёта) и на восточном участке (выделен красным кругом). Б. Диаграмма плотности распределения тюленей на трансектах (синий цвет – взрослые, красный – щенки).



Рис. 3. Наиболее крупная линная залёжка каспийских тюленей (1 965 особей) на песчаных косах (шалыгах) в восточной части Северного Каспия (46°08′38,8″с.ш., 52°34′40,7″в.д.). Май 2020 г. Фото: ТОО «КАПЭ».

ками: плотность взрослых тюленей в скоплениях достигала 408,40 особи/км^2, в среднем составляя 191,75 особи/км^2, плотность щенков – 454,66 особи/км^2 и 171,71 особи/км^2, соответственно. Преобладание взрослых тюленей в восточном скоплении было менее выраженным, чем на остальной части обследованного района: соотношение взрослых тюленей и щенков варьировало от 0,63 до 2,04, в среднем составляя 1,43.

По результатам инструментального авиаучёта численность тюленя на льдах была оценена в 177,2 тыс. особей, включая 58,2 тыс. щенков и 119,0 тыс. взрослых. Общая расчётная численность популяции каспийского тюленя в 2020 г. оценена в 282,0 тыс. особей.

В весенний период, в мае 2020 г., в казахстанской зоне Северного Каспия было обследовано 970 км береговой полосы и 37 островов на предмет наличия линных скоплений тюленя. По данным авианаблюдений, такие скопления были обнаружены на 5 песчаных косах (шалыгах): самое большое из них насчитывало 1 965 особей (рис. 3) разных возрастов; общая численность линяющих тюленей на шалыгах оценена в 3 231 особь.

Анализ фотоснимков шалыг показал, что залёжки образованы двумя основными группами особей: щенками первого года жизни (0+) и молодняком на втором-четвертом годах жизни (1+-3+). Относительная доля в структуре залёжек этих групп тюленей составляла, соответственно, 46% и 54%. Взрослые половозрелые особи в качественной структуре залёжек встречались единично, что может указывать на начало кормовых миграций основной части популяции тюленя в южные районы моря. Высокая доля приплода в структуре залёжек тюленей в весенний период свидетельствовала об успешном размножении тюленей в восточной части Северного Каспия зимой 2020 г., а также о стабильном состоянии воспроизводства тюленя в целом. Погибшие тюлени на обследованной территории Северо-восточного Каспия с 1 по 3 мая 2020 г. не обнаружены.

Авиаучет 2021. Зиму 2020-2021 гг. можно отнести к умеренному типу. Максимальная площадь ледового покрова (80% от всей акватории Северного Каспия) сформировалась к 25 февраля 2021 г. На момент проведения исследований кромка льдов проходила от северной оконечности о. Кулалу до о. Чечень. Ледовые условия Северного Каспия в течение всего периода размножения и лактации тюленя оставались благоприятными для успешного размножения и вскармливания щенков.

В первом авиаучётном полёте 25 февраля разведка и учёт были совмещены, в связи с чем расстояние между трансектами было сделано большим (16,4 км) для охвата большей площади льдов. Площадь акватории, охваченной авиаучетом, составляла около 40% площади ледового покрова, сформировавшегося на акватории Северного Каспия ко времени проведения работ. В общей сложности авиаучётные полёты были выполнены в течение четырех дней: 25 и 28 февраля и 4 и 6 марта 2021 г. (рис. 4А).

В общей сложности было выполнено 26 трансект, на которых учтено 1 335 щенка и 2 602 взрослых особи. Залёжки тюленей располагались вдоль кромки льда (рис. 5).

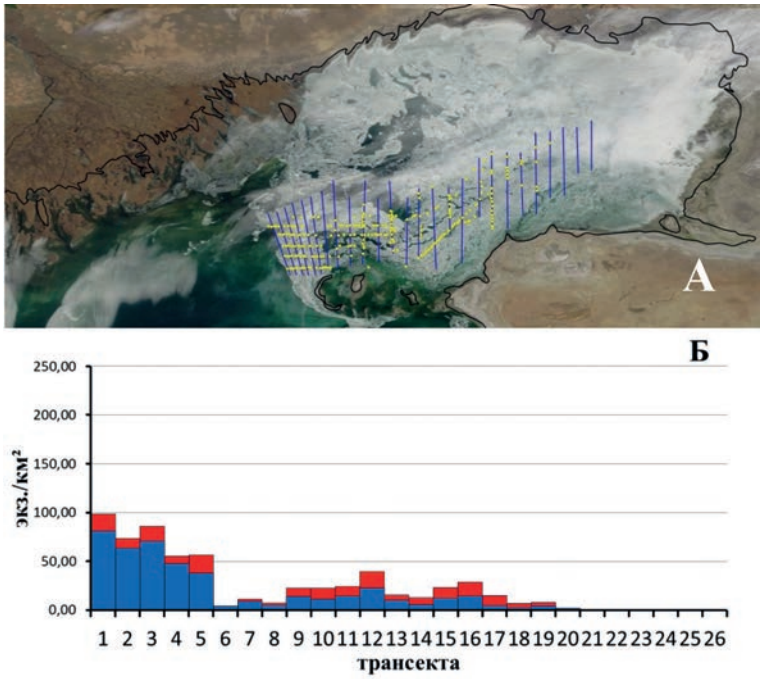


Рис. 4. Авиаучёт каспийского тюленя с 25 февраля по 6 марта 2021 г. А. Карта-схема мест локаций тюленей на учётных трансектах (с 1 по 26, нумерация с запада на восток). Б. Диаграмма плотности распределения тюленей на трансектах (синий цвет – взрослые, красный – щенки).

Наибольшие их концентрации (более 55 особей/км^2) были отмечены на первых 5 трансектах в западной части обследованного района, в восточном направлении она постепенно снижалась (рис. 4Б). Плотность взрослых тюленей в этих скоплениях достигала 80,7 особи/км^2 (трансекта 1), в среднем составляя 18,9 особи/км^2, плотность щенков – 18,5 особи/км^2 (трансекта 5) и 13,7 особи/км^2, соответственно. На первых пяти западных трансектах существенно преобладали взрослые тюлени: соотношение взрослых и щенков варьировало от 2,04 (трансекта 6) до 6,59 (трансекта 2), в среднем составляя 4,85. На трансектах с 6 по 23 плотность распределения тюленей была значительно ниже: максимально 39,6 особи/км^2; в среднем 13,4 особи/км^2. Соотношение взрослых тюленей и щенков варьировало от 0,47 (трансекта 17) до 4,81 (трансекта 7), составляя в среднем 1,48. Плотность распределения тюленей, начиная с трансекты 17, в восточном направлении постепенно снижалась и на трёх последних трансектах животные отсутствовали: последние щенки тюленей были отмечены на трансекте 22 (0,47 особи/км^2); последние взрослые – на трансекте 23 (0,10 особи/км^2).

По результатам инструментального авиаучета в феврале-марте 2021 г. численность тюленя на льдах обследованного района была оценена в 185,7 тыс. особей – 62,3 тыс. щенков и 123,4 тыс. взрослых. Расчетная общая численность популяции каспийского тюленя в 2021 г. оценена в 302,0 тыс. особей.

Весенние авианаблюдения в восточной части Северного Каспия в 2021 г. были выполнены с 13 по 17 апреля в казахстанской акватории Каспия. В ходе авианаблюдений линные залёжки тюленей на шалыгах были отмечены только в западной части Северо-Каспийского морского канала. Залёжки линяющих тюленей были обнаружены на 6 песчаных косах-шалыгах. Количество тюленей в скоплениях варьировало от 375 до 3 700

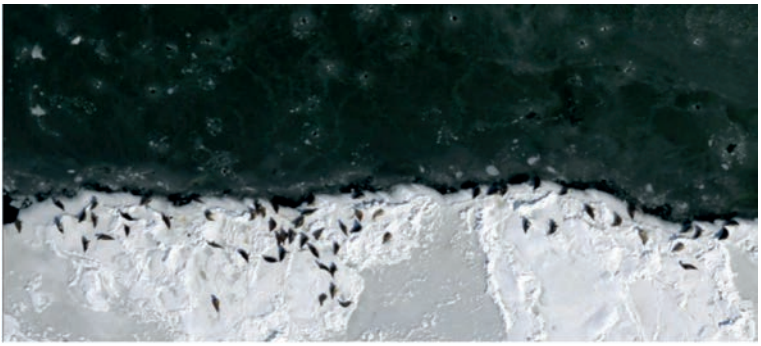


Рис. 5. Залёжки тюленей вдоль кромки льда к северу от п-ова Бузачи (45°26′13,9″с.ш., 50°59′19,3″в.д.). Февраль-март 2021 г. Фото: ТОО «КАПЭ».

особей, а на искусственном острове и его мелководьях была зарегистрирована самая крупная залежка – 5 151 тюлень. Общее число линяющих тюленей на шалыгах составило 13 374 особей. В период весенних наблюдений мёртвые тюлени на поверхности моря (плывуны), а также на побережье Северного Каспия зарегистрированы не были.

Авиаучет 2022. Зима 2021–2022 гг. выдалась мягкой и теплой. Максимальная площадь ледового покрова на Северном Каспии сформировалась к 29 января и составила 80,6%. В феврале стало теплее: в начале месяца ледовитость сократилась до 77-66%, а к 20 февраля – до 21%. Авиаучётные работы были выполнены в течение трёх дней – с 21 по 24 февраля 2022 г. в казахстанской зоне Северного Каспия (рис. 6). Площадь аква-

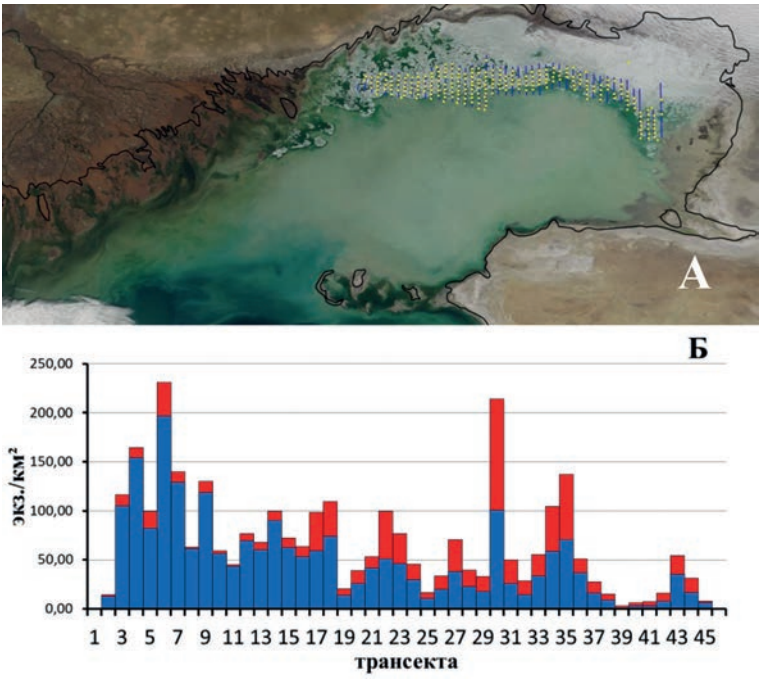


Рис. 6. Авиаучёт каспийского тюленя 21-24 февраля 2022 г. А. Карта-схема мест локаций тюленей на учётных трансектах (с 1 по 46, нумерация с запада на восток). Б. Диаграмма плотности распределения тюленей на трансектах (синий цвет – взрослые, красный – щенки).

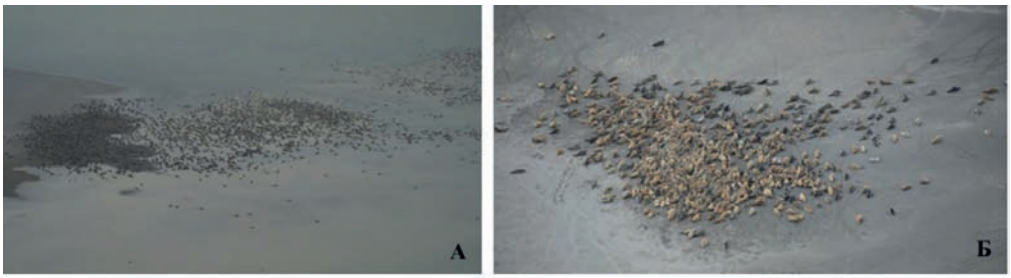


Рис. 7. Залёжки тюленей на песчаных шалыгах и отмелях в восточной части Северного Каспия в координатах 45°53′39,2″с.ш., 52°32′55,4″в.д. (А) и 46°03′25,9″с.ш., 52°33′31,7″в.д. (Б). Апрель 2022 г. Фото: ТОО «КАПЭ».

тории, охваченной авиасъёмкой, составил около 66% общей площади ледовых полей в Северном Каспии в период проведения работ.

В ходе авиаучёта выполнено 46 трансект, тюлени были отмечены на всех трансектах, кроме первой (западной). В общей сложности на трансектах было учтено 3 191 щенка и 8 352 взрослых тюленей. Скопления тюленей располагались в основном вдоль кромки льда. Плотность взрослых тюленей в скоплениях достигала 196,5 особи/км^2, в среднем составляя 48,4 особи/км^2, плотность щенков на отдельных участках доходила до 113,8 особи/км^2, в среднем составила 17,9 особи/км^2. Более высокие концентрации тюленей отмечены в западной части обследованного района (трансекты 3–18), а самые высокие – на 6 и 30 трансектах: 231,0 особи/км^2 и 214,5 особи/км^2, соответственно.

В плотных скоплениях в западной части обследованного района (трансекты 3–18) преобладали взрослые тюлени: их численность по отношению к щенкам варьировала от 1,50 (трансекта 17) до 38,00 (трансекта 8), в среднем составляя 11,08. В восточной части обследованной акватории (трансекты 19-45) соотношение взрослых и щенков варьировало от 0,25 (трансекта 39) до 5,20 (трансекта 45), в среднем составляя 1,56. На крайней восточной трансекте щенки отсутствовали, а взрослые особи встречались разреженно: 0,38 особи/км^2.

По результатам инструментального авиаучёта численность каспийского тюленя на льдах обследованного района была оценена в 242,9 тыс. особей, включая 67,3 тыс. щенков и 175,6 тыс. взрослых. Расчётная общая численность популяции каспийского тюленя в 2022 г. оценена в 326,4 тыс. особей.

Весенние авианаблюдения в восточной (казахстанской) части Северного Каспия в 2022 г. были выполнены с 5 по 9 апреля. В ходе этих наблюдений линные залёжки тюленей на шалыгах были отмечены только в западной части Северо-Каспийского морского канала; всего их было зарегистрировано 26 на песчаных шалыгах и отмелях (рис. 7). Размеры залёжек варьировали от 61 до 4 744 особей; общее число тюленей на линных залёжках составило 23 272 особи. Мёртвые тюлени на поверхности моря (плывуны) и на обследованных берегах Северного Каспия зарегистрированы не были.

Авиаучет 2023. Зима 2022–2023 гг. была умеренно холодной. Максимальная площадь ледового покрова сформировалась к 31 января, когда ледовитость достигла 98-100%; к концу февраля она сократилась до 74% от акватории Северного Каспия.

Авиаучётные исследования по оценке численности тюленей зимой 2023 г. проходили после массового выброса погибших тюленей на дагестанское побережье в ноябре-декабре 2022 г. и пристального внимания к этому событию и его возможному влиянию на популяцию каспийского тюленя со стороны российской и международной общественности и российских органов власти. В зоне ответственности Российской Федерации авиаучёт был инициирован Минприроды России при финансовой поддержке ПАО «ЛУКОЙЛ».

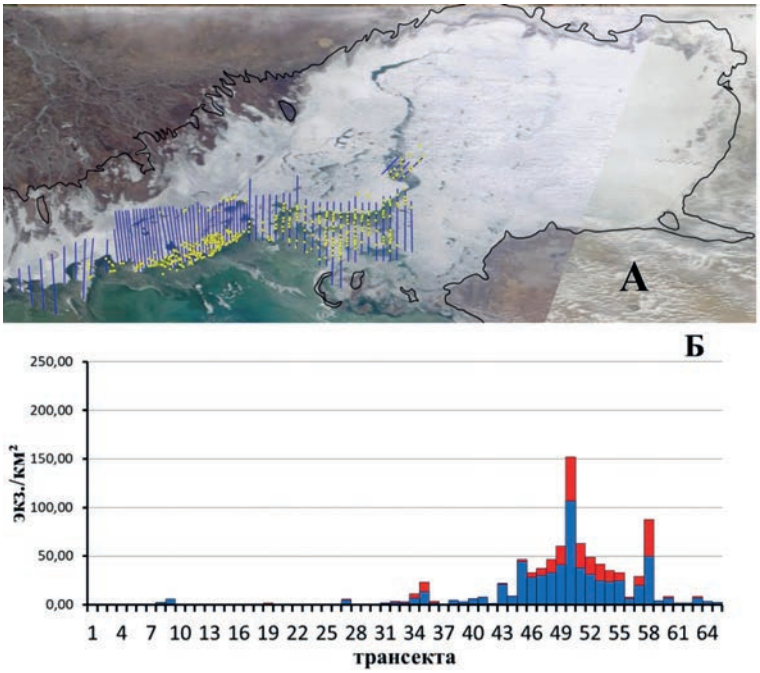


Рис. 8. Авиаучёт каспийского тюленя на акватории Северного Каспия с 20 февраля по 5 марта 2023 г. А. Карта-схема мест локаций тюленей на 65 учётных трансектах (нумерация с запада на восток): трансекты 1-37 – российская акватория, 38-65 – казахстанская акватория. Б. Диаграмма плотности распределения тюленей на трансектах (синий цвет – взрослые, красный – щенки).

В зоне России был обследован весь пригодный для залёжки животных лёд, в зоне Республики Казахстан – акватория в районе кромки льдов; её площадь составила около 35% площади казахстанской акватории Северного Каспия, покрытой льдами в период проведения работ. Авиаучётные работы на акваториях России и Казахстана были проведены одновременно, с 20 февраля по 5 марта 2023 г. (рис. 8). В общей сложности выполнено 65 трансект, в том числе 37 трансект (с 1 по 37) в российской зоне и 28 (трансекты 38–65) – в казахстанской. Общее количество тюленей, учтённых на трансектах, составило 7 787 особей, в том числе 2 290 щенков и 5 497 взрослых. Большая часть залёжек тюленей располагались вдоль кромки льда.

В российской акватории на первых 7 западных трансектах тюлени отсутствовали (рис. 8Б), на трансектах 8–11 отмечены одиночные взрослые тюлени (0,4–5,7 особи/км^2; в среднем 2,1 особи/км^2), щенки при этом отсутствовали. Далее в восточном направлении тюлени встречались лишь на отдельных трансектах (15, 19 и 27), а их плотность постепенно возрастала: 0,4 особи/км^2, 0,8 особи/км^2 и 1,2 особи/км^2, соответственно; вместе с взрослыми тюленями на этих трансектах появились и немногочисленные щенки. На крайних восточных трансектах в российской части Северного Каспия (трансекты 31–36) тюлени встречались повсеместно, их концентрация варьировала от 1,3 до 23,1 особи/км^2 (в среднем 7,5 особи/км^2). Соотношение взрослых и щенков варьировало от 1,33 до 3,00, в среднем составляя 1,89 (преобладали взрослые).

В казахстанской части акватории тюлени встречались на всех трансектах, плотность их распределения была очень высокая – от 1,1 особи/км^2 (трансекта 42) до 151,7 особи/км^2 (трансекта 50), в среднем 28,6 особи/км^2. Весьма плотная залёжка тюленей также была

отмечена на трансекте 58–87,5 особи/км^2, в том числе взрослых 50,0 особи/км^2 (рис. 8Б). Начиная с трансекты 59 плотность залёжек тюленей резко снижалась и на 7 восточных трансектах она составляла от 1,4 до 8,5 особи/км^2, в среднем 4,3 особи/км^2.

Во всех залежках на казахстанской акватории преобладали взрослые тюлени: соотношение их и щенков варьировало от 1,33 (трансекта 58) до 44,00 (трансекта 40); в среднем составляя 7,57. Наибольшая численность щенков (45,2 особи/км^2) отмечена на трансекте 50, где находилась и самая крупная залёжка взрослых тюленей. Средняя плотность щенков на залёжках в казахстанской части Северного Каспия составила 8,4 особи/км^2. На пяти восточных трансектах (61–65) щенки практически отсутствовали.

По результатам инструментального авиаучёта численность тюленя на льдах была оценена в 183,9 тыс. особей, включая 53,6 тыс. щенков и 130,3 тыс. взрослых. Расчётная общая численность популяции каспийского тюленя в 2023 г. составила 259,9 тыс. особей

По окончании авиаучёта ледовых скоплений тюленей 5 марта самолет Ла-8 выполнил облёт береговой полосы российской части Северного Каспия от о. Чечень до устья реки Самур с целью поиска линных залёжек тюленей и мониторинга выбросов «плывуна» после массовой гибели тюленей в декабре 2022 г. В ходе облёта линные залёжки тюленей обнаружены не были. Также было установлено отсутствие свежих выбросов тюленей на побережье Дагестана. Отдельные старые туши, в количестве около 240, частично растерзанные дикими животными, были отмечены только на восточном побережье Аграханского п-ова в пределах Аграханского заказника. Судя по состоянию трупов, это были остатки выбросов в декабре 2022 г. (Сидоров и др., 2023).

Весенние авианаблюдения в восточной (казахстанской) части Северного Каспия в 2023 г. были выполнены в период с 10 по 16 апреля. В ходе этих наблюдений были зарегистрированы 32 линные залёжки тюленей на песчаных косах-шалыгах севернее п-ова Мангышлак (Мангистау) (рис. 9).

Численность тюленей на линных залёжках варьировала от 6 до 5 814 особей; общая численность тюленей, зарегистрированных на весенних залёжках, составила 43 063 особи. В ходе весенних наблюдений также были зарегистрированы 44 трупа тюленей на берегах о. Кулалы и на Тюпкараганской косе. Состояние трупов указывало, что они были выброшены на берег давно, вероятно в конце 2022 г.



Рис. 9. Залёжки тюленей на песчаной шалыге и окружающей её отмели к северу от п-ова Мангышлак (Мангистау). Апрель 2023 г. Фото: ТОО «КАПЭ»

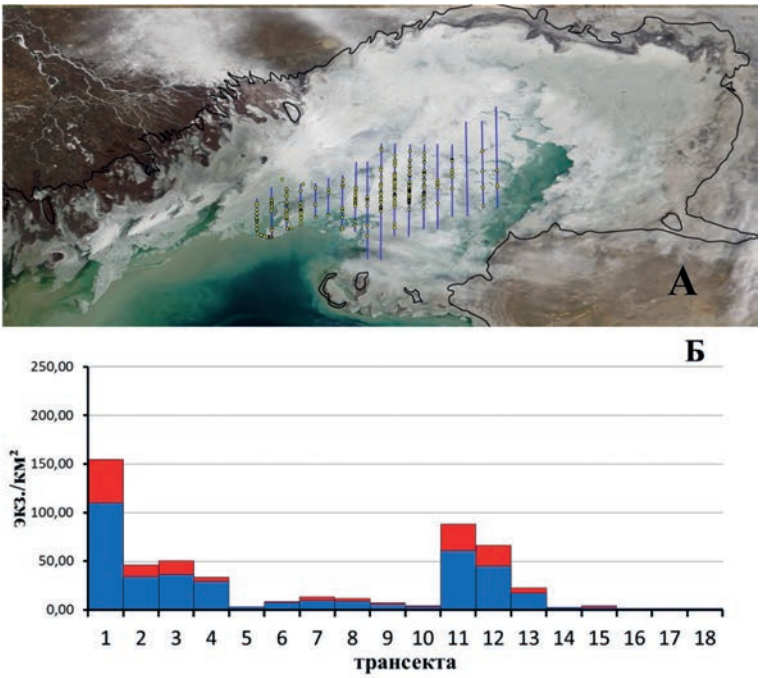


Рис. 10. Авиаучёт каспийского тюленя с 24 февраля по 1 марта 2024 г. А. Карта-схема мест локаций тюленей на учётных трансектах (с 1 по 18, нумерация с запада на восток). Б. Плотность распределения тюленей на трансектах (синий цвет – взрослые, красный – щенки).

Авиаучет 2024. Зима 2023-2024 гг. была умеренно холодной. Погодные условия в феврале были неустойчивыми. В начале месяца ледовитость на Северном Каспии достигла 92%, но к третьей декаде февраля сократилась до 83%. Авиаучётные работы были проведены в казахстанском секторе Северного Каспия с 24 февраля по 1 марта 2024 г. (рис. 10). В ходе работ было обследовано около 25% акватории, занятой ледовыми полями.

Всего на 18 трансектах было учтено 4 759 тюленей, в том числе 3 409 взрослых и 1 350 щенков. Тюлени встречались на всех трансектах, плотность их распределения варьировала от 0,8 особи/км^2 (трансекта 16) до 154,5 особи/км^2 (трансекта 1), в среднем 28,7 особи/км^2. Залёжки тюленей, как и в прошлые годы, были приурочены к кромке ледовых полей. В пределах обследованной акватории выявлены два крупных скопления тюленей: западное (трансекты 1–4) со средней плотностью 71,1 особи/км^2 и восточное (трансекты 11–13) со средней плотностью 58,9 особи/км^2, разделенные областью редких малочисленных залежек (трансекты 5–10), где плотность тюленей составляла в среднем 7,9 особи/км^2 (рис. 10Б). На востоке исследованной акватории (трансекты 14-18) плотность распределения тюленей резко снижалась, составляя в среднем 1,8 особи/км^2. Распределение щенков в целом коррелировало с распределением взрослых тюленей: наибольшая их плотность (44,5 особи/км^2) отмечена на трансекте 1, где наблюдалось и наибольшее количество взрослых тюленей. Средняя плотность распределения щенков в скоплениях составила 7,9 особи/км^2.

Соотношение взрослых тюленей и щенков в западной части обследованной акватории (трансекты 1–9) было от 2,47 до 6,51; в среднем 3,74. В восточной части акватории (трансекты 10–18) это соотношение снижалось до 1,75–4,33; в среднем 2,62.

Максимальная численность тюленей на крайней западной трансекте указывает на то, что авиаучёт не охватил западного скопления целиком: при пролёте по трансекте 1 наблюдатели отмечали скопления тюленей, продолжающиеся на запад в направлении границы российской зоны Северного Каспия, где авиаучёт в 2024 г. не выполнялся.

По результатам инструментального авиаучёта численность каспийского на льдах в пределах обследованной акватории в казахстанской зоне Северного Каспия была оценена в 201,7 тыс. особей (57,3 тыс. щенков, 144,4 тыс. взрослых). Расчётная общая численность популяции каспийского тюленя в казахстанской зоне Северного Каспия в 2024 г. составила 277,9 тыс. особей В российской зоне общая численность тюленей, оцененная с учетом средней плотности щенков на трёх западных трансектах (12,95 особи/км^2) и площади пригодного для залёжек тюленя льда (447 км^2), составила 28,1 тыс. особей, в том числе 5 788 щенков. Общая численность популяции каспийского тюленя по данным авиаучёта 2024 г. составила около 306 тыс. особей, в том числе 63,1 тыс. щенков.

Весенние авианаблюдения в восточной (казахстанской) части Северного Каспия в 2024 г. были выполнены с 8 по 12 апреля. Исследованиями было охвачено юго-восточное побережье Северного Каспия от п. Баутино (п-ов Мангышлак) до района Северо-Каспийского морского канала, включая заливы Мангышлакский и Мёртвый Кутук, острова Тюленьи, Дурнева, острова в районе выхода устьев рек Урал и Эмба, искусственные острова на Северо-Каспийском канале и защитные барьеры на месторождении Кашаган, а также многочисленные морские косы-шалыги. Общая протяженность маршрутов авиаучётов составила более 2 500 км.

По результатам облёта 61 острова и морских шалыг линные скопления тюленя были обнаружены на 26 шалыгах. На пустых шалыгах отмечены следы недавно находившихся там тюленей: по-видимому, к моменту облёта линька их уже прошла и основная часть тюленей покинула шалыги. Численность линяющих тюленей на шалыгах варьировала от 6 до 9 500 особей. Плотность скоплений зависела от размеров шалыги: регистрировались как очень плотные залёжки, так и весьма разреженные. Тюлени вели себя очень активно. Суммарное количество тюленей, учтённых на шалыгах, составило 43 993 особи. Мёртвые тюлени в весенний период 2024 г. были отмечены только на о. Кулалы и Тюпкараганской косе, их общее количество составило 64 особи.

* * *

Сравнение результатов авиаучётов каспийского тюленя в период с 2012 г. по 2024 г. показывает, что основным фактором, влияющим на распределение и размножение тюленя, является ледовитость и температурный режим в зимний период в Северном Каспии. В соответствии с классификацией суровости зим по сумме отрицательных температур воздуха в Каспийском регионе (Проект «Моря» …, 1996; Яицкая, Магаева, 2020), зима в 2012 г. характеризуется как холодная, в 2021, 2023 и 2024 гг. – умеренная, а в 2020 и 2022 гг. – тёплая. Данные авиаучётов выявили существенные различия в распределении, размерах и плотности ледовых залёжек тюленей в холодные, умеренные и тёплые зимы.

В холодную зиму 2012 г., когда лёд покрывал более 90% акватории Северного Каспия, залёжки тюленя располагались широкой мозаичной полосой вдоль ледовой кромки с юго-запада на северо-восток, захватывая и российскую, и казахстанскую зоны. На ледовых полях, площадь которых в 2012 г. превышала 20 тыс. км^2, тюлени располагались рассредоточено, не образуя крупных скоплений, но использовали всё пригодное ледовое пространство. Средняя плотность распределения тюленей на льдах в 2012 г. составляла 9,3 особи/км^2 (табл. 1).

Таблица 1. Средняя плотность распределения каспийского тюленя на льдах Северного Каспия в различные годы

Год	Щенки, особей/км²	Взрослые, особей/км²	Все особи, особей/км²	Площадь зоны авиаучёта, км²
2012	4,35	4,95	9,30	20 143
2020	13,08	29,77	42,85	5 140
2021	7,65	18,88	26,53	15 975
2022	17,90	48,40	66,30	6 395
2023	4.26	10,60	14,86	16 230
2024	7,94	20,80	28,74	14 303

Холодные зимы являются оптимальными для размножения каспийского тюленя. Удобны они и для проведения авиаучётов: пространственная разобщённость скоплений размножающихся самок и самцов позволяет точнее оценить численность приплода. Однако суровые погодные условия холодных зим задерживают массовый выход на лёд для линьки взрослых самцов и молодняка. Задержка выхода на лёд взрослых самцов и молодняка, наряду с рассеянным пространственным распределением тюленей по обширным ледовым полям, приводит к некоторому занижению оценок взрослых тюленей и, соответственно, общей численности в холодные зимы. Так, в 2012 г. численность взрослых особей и общая численность тюленей на льду на период авиаучёта составила 81,1 тыс. особей и 137,8 тыс. особей, соответственно – самые низкие показатели за годы исследований (табл. 2). С другой стороны, соотношение взрослых тюленей и щенков в этот год было минимальным, т.е. в период авиаучёта на льдах находились в основном только самки и щенки.

В тёплые зимы (2020 и 2022 гг.) площадь ледового покрова в феврале может составлять всего 10–20% от акватории Северного Каспия. Размножение тюленя в таких условиях происходит в северо-восточной части Каспия, целиком в казахстанской зоне, а расположение и размеры щенных залёжек полностью определяются наличием подходящих ледовых полей.

Взрослые самцы и молодняк в тёплые зимы выходят на лёд раньше, чем в суровые, но в условиях минимальной ледовитости это приводит к образованию чрезвычайно плотных смешанных скоплений самцов, молодняка и щенных кормящих самок на ограниченных

Таблица 2. Оценка рождаемости и общей численности популяции каспийского тюленя

Период авиаучёта	Оценка численности каспийского тюленя на льду, тыс. особей			Оценка всей численности каспийского тюленя, тыс. особей
	Взрослые	Щенки	Всего	
20.02-22.02 2012 г.	81,1	56,7	137,8	274,7
22.02-23.02 2020 г.	119,0	58,2	177,2	282,0
25.02-06.03 2021 г.	123,4	62,3	185,7	302,0
21.02-24.02 2022 г.	175,6	67,3	242,9	326,4
20.02-05.03 2023 г	130,3	53,6	183,9	260,0
20.02-01.03 2024 г	144,4*	57,3*	201,7*	306,0**

* – без учёта тюленей в российской зоне Северного Каспия; ** – с учётом тюленей в российской зоне Северного Каспия.

по площади полях относительно крепкого льда. Так, в 2020 г. на востоке обследованного района было обнаружено локальное смешанное скопление тюленей, где плотность местами достигала 740 особей/км². Может показаться парадоксальным, но плотные скопления тюленей легче поддаются учёту, а более ранний выход для линьки взрослых самцов и молодняка позволяет точнее учесть общую численность популяции тюленя в тёплые зимы. Так, максимальное количество учтённых на льду тюленей (242 тыс. особей) зарегистрировано в тёплую зиму 2022 г. (табл. 2).

Средние значения плотности распределения тюленей на льдах в тёплые и холодные зимы также различаются: в тёплые зимы 2020 и 2022 гг. средняя плотность была более высокой – 42,85 особи/км² и 66,3 особи/км², соответственно. В холодную зиму 2012 г. плотность была минимальной – 9,30 особи/км² (см. табл. 1).

Авиаучёт в тёплые зимы позволяет достаточно точно определить общую численность тюленей на льду, включая взрослых особей и приплод, так как за короткий срок можно охватить весь ледовый массив. Однако во время камеральной обработки возникает сложность в отделении стадии сиваря от молодняка двух и более лет вследствие смешивания щенных и линных залёжек.

В умеренные зимы (2021, 2023 и 2024 гг.) ледовитость Северного Каспия варьировала от 40 до 70%. Ледовые поля, пригодные для формирования лежбищ тюленей, образуются в пограничном районе России и Казахстана. Средние плотности всех особей в такие зимы варьировали от 23,1 до 28,7 особи/км² (см. табл. 1) и эти значения занимают среднее значение между показателями тёплых и холодных зим.

Сравнивая численность популяции тюленей и ежегодный приплод в 2012, 2020, 2021, 2022, 2023 и 2024 гг., следует отметить, что, несмотря на сильные метеорологические различия между зимами этих лет, и численность приплода, и общая численность популяции каспийского тюленя оставались весьма устойчивыми, хотя площадь и распределение ледовых залёжек тюленей разительно отличались год от года. На наш взгляд, это свидетельствует о высокой адаптационной способности каспийского тюленя, обеспечивающей этому виду успешное воспроизводство в широком диапазоне изменений окружающей среды, прежде всего сроков ледостава и ледовитости.

Весенние учеты численности в период линных залёжек проводились в казахстанской акватории Северного Каспия в период с 2020 г. по 2024 г. В российской акватории Северного Каспия облёт с целью поиска линных залёжек и выбросов мёртвых тюленей был проведен лишь один раз, в марте 2023 г., после массовых выбросов на дагестанское побережье погибших в море каспийских тюленей, произошедших в декабре 2022 г. Облёт дагестанского побережья и островов не выявил ни линных залёжек, ни свежих выбросов мёртвых тюленей в российской части Северного Каспия.

Исследования казахстанского сектора Северного Каспия в 2020–2024 гг. охватывали юго-восточное побережье, включая заливы Мангышлакский и Мёртвый Кутук, район Северо-Каспийского морского канала и месторождения Кашаган, районы устьев рек Урал и Эмба, а также многочисленные морские косы – шалыги. Основные залёжки линяющих тюленей были отмечены на шалыгах в западной части Северо-Каспийского морского канала, на искусственном острове и его мелководьях, а также на Тюленьих островах. (рис. 11).

Общая численность животных на шалыгах варьировала по годам (табл. 3). Минимальная численность (3,23 тыс. особей) в 2020 г. связана с поздним сроком проведения учета (табл. 3). Анализ фотоснимков шалыг весной 2020 г. показал, что залёжки образованы в основном двумя группами тюленей: щенками первого года жизни (0+) и молодняком на втором-четвертом годах жизни (1+-3). Взрослые половозрелые особи в структуре

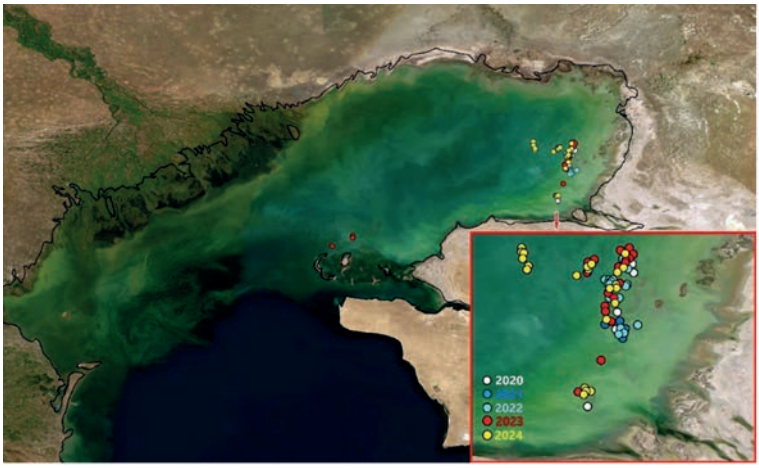


Рис. 11. Карта-схема расположения весенних залёжек линяющих тюленей на шалыгах в Северном Каспии в 2020-2024 гг.

залёжек тюленей встречались единично. В начале мая основная часть популяции каспийского тюленя откочевала в южные районы моря в места нагула.

Весенние исследования 2021–2024 гг. показали, что до середины апреля тюлени используют шалыги для отдыха и линьки: в период с 8 по 16 апреля 2023-2024 гг. были отмечены максимальные значения их численности на линных скоплениях – более 43 тыс. особей

В ходе облетов параллельно с линяющими тюленями вёлся учёт погибших тюленей. В рассматриваемый период (2020–2024 гг.) мёртвые тюлени ежегодно отмечались в период осенних штормов (ноябрь-декабрь) на побережье Северного Каспия, главным образом на его дагестанской части. Наиболее массовая гибель была отмечена в декабре 2022 г. Однако в ходе весеннего мониторинга в 2020–2022 гг. мёртвые тюлени на побережье и островах не встречались. Весной 2023 г. старые трупы тюленей отмечены как в казахстанской (44 особи), так и в российской (240 особей) акваториях Северного Каспия, причём состояние трупов указывало на то, что они остались от массовых осенних выбросов предыдущего года. Весной 2024 г. немногочисленные трупы тюленей (64 особи) были зарегистрированы на берегах о. Кулалы и Тюпкараганской косы.

Таким образом, данные российско-казахстанских авиаучетов, проведенных с 2012 г. по 2024 г., свидетельствуют, что общая численность популяции каспийского тюленя в

Таблица 3. Результаты весенних учётов каспийского тюленя

Период авиаучёта	Количество шалыг	Численность тюленей, особей	Погибшие, особей
01.05-03.05 2020	5	3231	нет
13.04-17.04 2021	6	13374	нет
05.04-09.04 2022	26	23272	нет
10.04-16.04 2023	32	43063	44+240*
08.04-12.04 2024	23	43993	64

* 44 трупа тюленя учтено в казахстанском секторе и 240 – на побережье Аграханского государственного природного заказника Республики Дагестан.

последние 12 лет остаётся достаточно стабильной и составляет около 287 тыс. особей. Ежегодный приплод с 2021 г. по 2024 г. держался на уровне около 60 тыс. особей. С 2012 г. по 2022 г. прослеживалась тенденция медленного роста численности как приплода (от 56,7 тыс. до 67,3 тыс. особей), так и по общей численности популяции (от 274,7 тыс. до 326,0 тыс. особей). После массовой гибели каспийского тюленя осенью 2022 г., когда во время осенних штормов в начале декабря только на дагестанское побережье Северного Каспия было выброшено около 10 тыс. погибших тюленей, авиаучёт в феврале-марте наступившего, 2023 г., зарегистрировал сокращение общей численности тюленя до 260,0 тыс. особей (на 59 тыс. особей), а численности приплода – до 53,6 тыс. особей (на 13,7 тыс. особей). Но результаты авиаучёта уже в следующем, 2024 г., показали фактически восстановление популяции и тенденцию её к росту: общая численность тюленей составила 306 тыс. особей, а численность щенков выросла до 63,1 тыс. особей.

Сравнение современной численности популяции каспийского тюленя с историческими оценками показывает, что в течение XX в. общее поголовье тюленя в Каспийском море снизилось примерно в три раза: с 1 млн. голов в 1915 г. (Роганов, 1931) до 750 тыс. в 1950-е гг. (Бадамшин, 1969), 600 тыс. в 1960-е гг. (Чапский, 1966), 450 тыс. в 1973 г. (Крылов, 1976) и 375 тыс. голов в начале 2000 г. (Мониторинг состояния популяции тюленей…, 2004; Артюхина и др., 2014). Однако результаты авиаучётов, проведенных в период с 2012 г. по 2024 г., свидетельствуют о стабилизации общей численности каспийского тюленя на уровне около 280 тыс. особей и ежегодного приплода на уровне около 60 тыс. особей. Эти данные опровергают выводы международной группы исследователей (Харконен и др., 2010; Härkönen et al., 2008) о катастрофическом падении рождаемости у каспийского тюленя и сокращении его популяции, на основе чего предлагаются различные управленческие решения. Тем не менее, причины трёхкратного снижения численности каспийского тюленя за последние 110 лет требуют всестороннего анализа. При современной численности на уровне 260-300 тыс. особей и ежегодном приплоде порядка 60 тыс. особей популяция тюленя может быть уязвима к случайным колебаниям численности из-за эпизоотий и природных катаклизмов.

Литература

Артюхина Г.В., Гисцов А.П., Кадырманов А.И., Карамендин К.О., Сокольский А.Ф. Захарова Н.А., Умербаева Р.И., Дак К., 2014. Мониторинг популяции каспийского тюленя в Северо-Восточном Каспии // Мониторинг окружающей природной среды Северо-Восточного Каспия при освоении нефтяных месторождений (Результаты исследований Аджип ККО, 1993–2006 гг.). С. 187–202.

Бизиков В.А., Петерфельд В.А., Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Петров Е.А., Бобков А.И. Ткачёв В.В., Сидоров Л.К., Болтнев Е.А., 2021а. Методические рекомендации по проведению учёта приплода байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) с беспилотных летательных аппаратов в Байкальском рыбохозяйственном бассейне. М.: Изд-во ВНИРО. 56 с.

Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Беляев В.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Скольский *В.А., Климов Ф.В.,* Марабаев *Е.Н.,* Ербулеков *С.Т.,* Куанышев *Е.К.*, 2021б. Оценка численности популяции каспийского тюленя по результатам инструментальных авиаучётов на льдах в северной части Каспийского моря в 2012 г., 2020 г. и 2021 г. // Использование и охрана природных ресурсов Росси. № 4. С. 81–93.

Бадамшин Б.И., 1960. Состояние запасов каспийского тюленя // Зоологический журнал. Т. 39. Вып. 6. С. 898–905.

Бадамшин Б.И., 1969. Численность и промысловые запасы каспийского тюленя // В кн.: Морские млекопитающие. М.: Наука. С. 261–267.

Гептнер В.Г., Чапский К.К., Арсеньев В.А., Соколов В.Е., 1976. Млекопитающие Советского Союза. Т. 2, ч. 3. Ластоногие и зубатые киты. М.: Высшая школа. 718 с.

Зайцев В.Ф., Мелякина Э.И., Ноздрина Л.Ю., 2009. Оценка численности каспийского тюленя // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. № 2. С. 29–32.

Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с.

Кузнецов В.В., 2017. Влияние промысла на структуру популяции каспийского тюленя в исторической ретроспективе // Труды ВНИРО. Т. 168. С. 14–25.

Кузнецов В.В., Черноок В.И., Шипулин С.В., 2013. Оценка численности популяции каспийского тюленя в современный период // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 5. С. 86–91.

Кузнецов В.В., Шипулин С.В., 2019. Экологический мониторинг каспийского тюленя (*Phoca caspica*) в 2017–2018 гг. // Морские млекопитающие Голарктики. Т. 1. С. 163–171.

Крылов В.И., 1976. *К* биологии каспийского тюленя // Бюллетень МОИП. Отд. биол. Т. 81. Вып. 1. С. 15-27.

Мониторинг состояния популяции тюленей в казахстанском секторе Северного Каспия. 2004. ООО «Рыбовод» для Аджип ККО. Астрахань. 100 с.

Проект «Моря». Каспийское море: Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. [Б.М. Затучная, Л.Б. Друмева, А.Г. Цыцарин и др.]. Под ред. Ф.С. Терзиева и др. Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии, Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. СПб.: Гидрометеоиздат. 1996. 322 с.

Роганов А.Н., 1931. Каспийский тюлень и его промысел (Краткий очерк) // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 7. Вып. 4. С. 1–28.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Рожнов В.В., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Белокобыльский *И.Ф., Мягкий Н.А., Соловьева М.А., Глазов Д.М., Назаренко Е.А.*, 2023. Распределение и численность каспийского тюленя на льдах в российской части Северного Каспия в феврале-марте 2023 г. // Труды ВНИРО. Т. 193. С. 82–100.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Забавников В.Б., Егоров С.А., 2025. Оценка воспроизводства беломорской популяции гренландского тюленя в 2023 и 2024 гг. // Труды ВНИРО. Т. 199. С. 64–85.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., 2025. Применение беспилотных авиационных систем и технологии искусственного интеллекта для оценки численности байкальской нерпы // Труды ВНИРО. Т. 201. С. 33–47.

Харконен Т., Баймуканов М.Т., Бигнерт А., Веревкин М.В., Вилсон С., Дмитриева Л.Н., Касымбеков *Е.Б.,* Юсси *И., Гудман С.*, 2010. Значительные межгодовые колебания рождаемости у каспийского тюленя *Phoca capsica*, в период 2005–2010 гг. и последствия для сокращающейся популяции // Морские млекопитающие Голарктики. Тез. докл. VI Междунар. конф. (11–15 октября 2010 г., г. Калининград). М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 596–598.

Чапский К.К., 1966. Рост и наступление половой зрелости у самок каспийского тюленя. Сб. Морские млекопитающие. М.

Челинцев Н.Г., 2004. Алгоритмы экстраполяции при авиаучётах животных // Бюллетень МОИП. Отд. биол. Т. 109. Вып. 2. С. 3–14.

Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Яковенко М.Я., 1999. Мультиспектральная съёмка гренландского тюленя. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 73 с.

Черноок В.И., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Васильев А.Н., Кузнецов Н.В., Прохоренков А.В., Черноок Н.А., Назаренко Е.А., Соловьев Б.А., Янченков В.П., 2012. Предварительные результаты инструментального авиаучёта тюленей (*Phoca caspica*) в российской зоне Каспийского моря (февраль 2012 г.) // Материалы международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики». Суздаль. С. 426–431.

Черноок В.И., Грачев А.И., Васильев А.Н., Труханова И.С., Бурканов В.Н., Соловьёв Б.А., 2014. Результаты инструментального авиаучёта ледовых форм тюленей на льдах Охотского моря в мае 2013 г. // Известия ТИНРО. Т. 179. С. 158–176.

Черноок В.И., Кузнецов В.В., Кузнецов Н.В., Шипулин С.В., Васильев А.Н., 2015. Инструментальные авиасъёмки каспийских тюленей (*Phoca caspica*) на щенных залёжках // Морские млекопитающие Голарктики. Т. 2. С. 283–292.

Черноок В.И., Труханова И.С., Васильев А.Н., Грачев А.И., Литовка Д.И., Бурканов В.Н., Загребельный С.В., 2018. Численность и распределение настоящих тюленей на льдах в западной части Берингова моря весной 2012–2013 гг. // Известия ТИНРО. Т. 192. С. 74–88.

Шафиков И.Н., 2008. Экспресс-оценка максимальной численности беломорской популяции гренландского тюленя (*Phoca groenlandica*) по данным учёта приплода // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. Одесса: Изд-во Астропринт. С. 483–486.

Яицкая Н.А., Магаева А.А., 2020. Ледовый режим Северного Каспия // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. №6. С. 63–72.

Härkönen T., Lunneryd S.G., 1992. Estimating abundance of ringed seals in the Bothnian Bay // *Ambio*. V. 21. p. 497–510.

Härkönen T., Jűssi M., Baimukanov M., Bignert A., Dmitrieva L., Kasimbekov Y., Verevkin M., Wilson S., Goodmanet S.J., 2008. Pup Production and Breeding Distribution of the Caspian Seal (*Phoca caspica*) in Relation to Human Impacts // Ambio. V. 37. No. 5. P. 356–361.

Kingsley M.C.S., Stirling I., Calvert W., 1985. The distribution and abundance of seals in the Canadian high Arctic, 1980-82. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 42. P. 1189–1210.

Goodman S., Dmitrieva L., 2016. *Pusa caspica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41669A45230700. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41669A45230700.en

Rustamov E.A., Belousova A.V., 2025. Caspian Seal *Pusa capsica* (Gmelin, 1788) // In: K. Hackländer, F.E. Zachos (eds.). Handbook of the Mammals of Europe. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65038-8_158-1

Осенние миграции, ключевые местообитания и охрана каспийского тюленя

Пилипенко Г.Ю., Соловьёва М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В.

Присутствие каспийского тюленя в тех или иных местах Каспия определяется как особенностями годового жизненного цикла этого вида, так и различными внешними факторами. Среди последних – морфологическое строение и физико-географические особенности моря, по которым в нём выделяют Северный, Средний и Южный Каспий (Книпович, 1921; Салманов, 1999; Катунин, 2014). За условную границу между северной и средней частями Каспия принимают линию, соединяющую о. Чечень и мыс Тюб-Караган, а между средней и южной его частями – линию от о-ва Жилого к мысу Куули (см. рис. 1 в статье Болгова, 2026 в настоящей монографии, с. 50–64). Дважды в год, весной и осенью, каспийский тюлень совершает меридиональные миграции между местами размножения и нагула, на разное время задерживаясь в той или иной части моря. По продолжительности пребывания тюленей в различных районах Каспия можно выделить ключевые местообитания этого вида, которые меняются в разные сезоны года и которые с разной степенью подробности описаны в литературе.

Весенняя миграция начинается после того, как закончившие лактацию самки и их щенки присоединяются к остальным тюленям (неполовозрелым особям и взрослым самцам), лежащим на краях ледового покрова. Когда начинается разрушение ледового покрова, тюленей вместе со льдами начинает относить вглубь моря (Сокольский и др., 1998). На льду у тюленей начинается линька, по мере распаления льдов, их разрушения и окончания линьки животные переходят в пелагиаль, а не успевшие полностью перелинять – на шалыги, косы, песчаные отмели и затем мигрируют на юг на нагул. Считается, что ко второй половине апреля большая часть тюленей покидает Северный Каспий и мигрирует в среднюю и южную части моря (Иванов, Сокольский, 2000). Результаты мечения тюленей в 2009–2012 гг. показали, что в Средний и Южный Каспий мигрировали 60% всех снабженных передатчиками животных (Dmitrieva et al., 2016). Пути миграции проходят в основном вдали от берега, но при сильных однонаправленных ветрах большое количество животных отмечается у западного или восточного побережий Каспия (Иванов, Сокольский, 2000). Сроки окончания миграции и конкретные районы, в которые мигрируют животные, изучены недостаточно.

Осенне-зимние миграции тюленей из южных акваторий Каспия на север более сложные, сильно растянуты во времени и длятся с конца сентября до середины января, хотя основная часть животных мигрирует из Южного и Среднего Каспия в Северный с похолоданием – с конца ноября до конца декабря. Как и при весенних миграциях, у берегов максимальное количество мигрирующих тюленей наблюдается при сильных ветрах, особенно при северных и северо-западных (Иванов, Сокольский, 2000; Экологические мониторинговые …, 2018).

Мечение животных, которое проводилось в Северном Каспии в Казахстане (залив Кендерли, осень 2009–2012 гг. и залив Комсомолец, апрель 2011 г.), показало, что осенью тюлени используют для перемещений прибрежные акватории, особенно восточную часть моря вдоль побережья Казахстана – от границы с Туркменистаном до дельты р. Урал (Жайык) (Дмитриева и др., 2012; Dmitrieva et al., 2016). Эту акваторию между побережьем Казахстана и 50-метровой изобатой авторы обозначили как «миграционный коридор», а также отметили приуроченность западных и восточных участков акватории

Каспия, по которым происходят перемещения животных, к местам ведения коммерческого рыбного промысла. Этот «миграционный коридор», по-видимому, существует не только в осенний, но и в зимний сезон и может быть связан с местами концентрации объектов питания тюленей, однако отсутствие точных сведений о численности гидробионтов Каспийского моря и данных их картографирования не позволяет подтвердить это предположение.

Присутствию каспийского тюленя в тех или иных частях Каспия наибольшее внимание уделено в зимний период, когда у тюленя происходят роды, выкармливание детёнышей и спаривание. Поведение (в том числе – миграционное) животных в это время отличается от остальных периодов (весна, лето и осень).

Каспийский тюлень – пагофильный (пагетодный) вид: зимой для отдыха, размножения и линьки он использует ледовый покров. Щенный период у него продолжается с конца января по начало марта (Иванов, Сокольский, 2000). Основные репродуктивные скопления на льду образуются в центральной части акватории Северного Каспия. Распределение репродуктивных скоплений, полученное в ходе авиаразведки в период с 1960-х по 2000 гг., и данные, собранные в ходе мониторинговых исследований компанией North Caspian Operating Company (NCOC N.V., НКОК) с 2005 по 2012 гг., выглядят сходным образом (Иванов, Сокольский, 2000; Экологические мониторинговые…, 2018).

Основной район образования щенных залёжек – ледовые поля в районе Уральской бороздины и к северо-западу от о. Кулалы. Но конкретное распределение животных сильно зависит от погодных условий. В годы с холодной осенью или при раннем ледоставе через Уральскую бороздину сильными восточными и северо-восточными ветрами выносятся большие льдины с мелководья, что препятствует залеганию тюленей в её акватории. Когда устанавливается спокойная погода, животные уже не могут вернуться в эту акваторию из-за перекрывающего пути их перемещений льда, и они распределяются примерно к югу от линии середина о. Кулалы – банка Кулалинская – банка Б. Жемчужная – о. Чечень (Иванов, Сокольский, 2000).

Степень развития и параметры льда также оказывают существенное влияние на распределение тюленей в репродуктивный период. Каспийский тюлень предпочитает сплочённый лёд поблизости от кромки ледового поля (НКОК …, 2019; Сидоров и др., 2023). Поэтому в годы со слабым развитием ледового покрова наиболее плотные скопления щенков располагаются к юго-западу от Уральской бороздины, в районе Седловины. В зимы с обширным ледовым покровом их распределение приурочено к более южным и западным районам, вплоть до кромки льда на траверсе о. Малый Жемчужный и о. Кулалы (Экологические мониторинговые …, 2018).

Самки с новорождёнными детёнышами в этот период залегают разреженно, предпочитая торосистые льды, а самцы, яловые (нерожающие) самки и неполовозрелые особи образуют обособленные залёжки «косячного» зверя и держатся по окраинам льда или вдоль трещин и разводий (Иванов, Сокольский, 2000; Кузнецов и др., 2013). Неразмножающиеся самки и неполовозрелые особи могут также проводить зимний сезон в Среднем и Южном Каспии (Proposal…, 2017). Тюлени используют также дрейфующие льдины с торосами, которые относительно устойчивы, недоступны для хищников и хорошо защищают от ветра (НКОК …, 2019).

После окончания лактации (в марте) родившие самки и тюлени других половозрастных групп начинают перемешиваться на ледовых залёжках, наступает период спариваний. Одновременно с этим происходит ежегодная линька животных (она может начаться у самок ещё в процессе лактации). В основном тюлени линяют на льду, но в годы с быстрым распалением льда линька животных продолжается и после перехода на островные

залёжки (Иванов, Сокольский, 2000). Период линьки характеризуется снижением интенсивности питания, а в целом за зимние месяцы тюлени теряют почти половину своего веса (Бадамшин, 1965).

Размножение каспийских тюленей было отмечено также на юге Каспия. В 1980-х гг. щенки (в количестве от 5 до 42) регистрировались на островах Огурчинский и Михайлова (туркменистанский сектор моря) и успешно проходили линьку (Крылов, 1986). Размер, вес и упитанность новорождённых детёнышей не отличалась от таковых у рождённых на льдах Северного Каспия, однако рост щенков был несколько замедлен, а на термолабильных участках задних ластов наблюдались кровотечения. О дальнейшем выживании этих детёнышей ничего не известно. После этого сообщения в течение 40 лет свидетельств о размножении каспийских тюленей на юге Каспия не было, но в 2014 и 2023–2024 гг. бельки вновь были обнаружены на туркменистанском побережье (на о. Огурджалы и на северной косе п-ова Челекен) (Маммедов, 2026). В 2019–2022 гг. на побережье Ирана были обнаружены пять трупов щенков (Shirazi et al., 2023). Поскольку живые новорождённые щенки не были отмечены, регулярное успешное размножение тюленей в Южном Каспии в настоящее время не доказано.

В весенне-летний период, вместе с исчезновением льда, в процессе линьки тюлени начинают использовать для залегания острова, каменистые гряды, шалыги и пологие берега, не заросшие тростником (Экологические мониторинговые …, 2018). Эти районы животные используют всё лето и осень, активно нагуливаясь. Большая часть животных мигрирует в это время в Средний и Южный Каспий (Dmitrieva et al., 2016). Существует мнение, что летом крупных скоплений тюленя в Северном Каспии не образуется (Иванов, Сокольский, 2000). Некоторые исследователи предполагали, что на островных лежбищах в Северном Каспии остаётся лишь небольшая часть тюленей, так называемый «балластный зверь» – больные, ослабленные животные и перестарки (возрастные особи) (Бадамшин, 1950).

Относительно крупным скоплением тюленей в российском секторе моря в летне-осенний период считается залёжка на о. Малый Жемчужный (Русанов и др., 2014), однако в последние годы сотрудники Астраханского биосферного заповедника наблюдают снижение их численности на этом острове и на шалыгах вокруг него, а также полное отсутствие их в дельте и авандельте р. Волга из-за зарастания берегов проток тростником (Литвинов, 2024; Литвинов, Литвинова, 2026 – см. настоящую монографию, с. 116–127). Ранее сообщалось о крупных скоплениях тюленей на затопляемых островах Балашовских и Суендыковских (Бадамшин, 1948, 1969), однако после резкого падения уровня Каспийского моря в 1977 г. они исчезли.

Важнейший район обитания каспийского тюленя в летний период – акватория казахстанского сектора в Северном Каспии, где система шалыг и островов особенно динамична. Вплоть до конца XX в. в разных районах (в предустьевом пространстве р. Урал (Жайык) и прилегающей акватории, вдоль северо-восточного побережья моря, на архипелаге Тюленьи острова) отмечались большие скопления тюленей в весенне-летне-осенний период, которые достигали нескольких десятков тысяч особей. Динамика островов и шалыг была очень высока – они то исчезали, то появлялись вновь, и залёжки тюленей перераспределялись вслед за этими изменениями (Баймуканов и др., 2022). Из ныне существующих скоплений эти авторы отмечают следующие:

– в западной части северо-восточного побережья Каспийского моря проступают всё новые и новые мели, образуются шалыги и острова; в марте 2022 г. таких островов было насчитано более 560, из которых менее 10% были заняты тюленями общим числом свыше 60 тыс. особей;

– с о. Дурнева, который в прошлом был важным для скопления животных, тюлени к 2016 г. переместились сначала на два острова в северной части залива Комсомолец, но к 2020 г. обмеление произошло и там и сейчас залёжки переместились ещё на 25-30 км западнее; в апреле 2022 г. здесь наблюдалось около 16 тыс. особей, но эти лежбища также нестабильны и подвержены сгонно-нагонным явлениям и могут исчезнуть в ближайшее время;

– в прилегающей к устью р. Урал (Жайык) акватории проступают новые шалыги, которые становятся потенциальными лежбищами для тюленей;

– ещё одним многообещающим лежбищем считался залив Кендирли, где тюлени появились в 1980-х гг. и относительно регулярно залегали общим количеством до нескольких сотен особей, но в 2019–2020 гг. залегания их не наблюдалось.

В настоящее время недостаточно сведений о текущем распределении летних залёжек тюленя в Северном Каспии. В апреле 2019 г. НКОК, работающей в казахстанском секторе Каспийского моря, была успешно проведена мультиспектральная авиасъёмка линных залёжек каспийского тюленя на шалыгах в самом восточном участке Северного Каспия. На маршруте протяженностью 680 км было учтено 4 700 тюленей (НКОК …, 2019). Проведение одновременных исследований как береговой линии, так и лежащих вдали от берега островов, возможно практически только во время авиаучётных работ (Сидоров и др., 2026, см. настоящую монографию с. 222-242), однако задачу осложняет постоянно меняющиеся форма и расположение комплекса шалыг на восточном мелководье Северного Каспия. Прогноз их появления, а вместе с тем и распределения тюленей – одна из задач, решение которой необходимо для грамотного планирования экономической деятельности на Северном Каспии.

Падение уровня моря в текущий период времени на распределении каспийского тюленя отражается по-разному: с одной стороны, при падении уровня моря теряются привычные для них местообитания, животные вынуждены переходить в другие районы; с другой стороны становится больше пригодных для залёжек шалыг, а уже имеющиеся шалыги начинают зарастать тростником и становятся недоступными для тюленей (Иванов, Сокольский, 2000). Поэтому итоговое влияние колебаний уровня моря, по-видимому, зависит от конкретного района, а также от других факторов – наличия корма и, особенно, степени и регулярности антропогенной нагрузки (Баймуканов и др., 2022).

В конце лета отмечается перераспределение некоторой части популяции тюленя в районы предустьевых участков рек Волга и Урал (Жайык), где происходит их нагул на вобле. Среди добытых здесь в 1986–1987 гг. тюленей наблюдалось преобладание половозрелых животных в возрасте от 6 до 20 лет, преимущественно самцов. Какая часть популяции тюленей из Северного Каспия отправляется в эти районы и не изменился ли их половозрастной состав за 30 лет, прошедшие со времени проведения исследований – остается неизвестным.

Осенью количество тюленей в Северном Каспии увеличивается: мигрирующие с юга животные скапливаются на северо-востоке и на западе этой части моря. Если льда ещё нет, тюлени выходят на мелководья в районе о. Малого Жемчужного, Жилой Косы, Забурунья. По мере образования льда они отходят от побережий и продвигаются вглубь моря. Беременные самки направляются ближе к Уральской бороздине и выходят на щёнку, когда лёд становится достаточно толстым. Тюлени остальных половозрастных групп держатся у края льда и продвигаются дальше на юг по мере оледенения моря (Иванов, Сокольский, 2000).

Таким образом, в настоящий период времени, характеризующийся падением уровня моря и климатическими изменениями, происходит перераспределение тюленя в преде-

лах по крайне мере Северного Каспия и крайне важны исследования использования животными акватории моря в разные сезоны года, временной динамики и путей их миграций. Особый интерес представляет при этом осенне-зимний период (с ноября по март), поскольку в это время тюлени возвращаются с нагула в Южном Каспии и проходят через зону активной флюидодинамики между Южным и Средним Каспием, где может происходить гибель части мигрирующих тюленей (Рожнов и др., 2022, 2026 – см. настоящую монографию, с. 269-280).

Для изучения миграций и выявления присутствия тюленей в различных точках Каспия нами использованы данные спутниковой телеметрии – современного метода, помогающего восполнить пробелы в знаниях об экологии и биологии пагофильных видов тюленей. Передатчики дают возможность прослеживать животных в течение длительного времени, следить за направлением и сроками перемещения, выявлять ключевые местообитания в различные сезоны года и разницу в их использовании между животными различного пола и возраста, а также оценивать влияние различных факторов и предпочтение животными определённых условий среды. Спутниковое мечение открывает для исследователей дополнительные перспективы в изучении экологии морских млекопитающих, прямое наблюдение за которыми затруднено, особенно в зимнее время. Метод спутникового мечения рекомендован Международным союзом охраны природы (МСОП, IUCN – International Union for Conservation of Nature) при разработке системы морских охраняемых районов (MPA, Marine Protected Areas).

Результаты изучения миграций каспийского тюленя с помощью спутникового мечения до настоящего времени были опубликованы лишь одной группы исследователей (Дмитриева и др., 2012; Dmitrieva et al., 2016). В период с 2009 г. по 2012 г. ими были установлены 75 передатчиков на этих животных и прослежены их перемещения, оценены длительность и глубина заныриваний в ходе перемещений, выявлен миграционный коридор животных, по которому они перемещались в осенне-зимний период от места мечения в заливе Кендерли до ледовых залёжек. Авторами работы было показано, что в зимний период основные перемещения тюленей происходили в Северном Каспии в пределах ледового покрова, откуда они совершали регулярные выходы в открытую воду за пределами ледовых полей; в летнее время 60% помеченных животных мигрировали в Средний и Южный Каспий, а остальные в безлёдный период оставались в Северном Каспии. Тем не менее, перемещения тюленей в осенне-зимний период остаются недостаточно изученными.

В рамках совместной «Программы исследований каспийского тюленя в акватории Северного Каспия (2019–2023)» Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН, Россия) и ТОО «Казахстанское Агентство Прикладной Экологии» (ТОО «КАПЭ») (Казахстан) при финансовой поддержке компании НКОК в первой половине ноября (8.11.2019 г., 4–7.11.2020 г., 4–7.11.2022 г. и 13–14.11.2023 г.) на шалыгах в северо-восточной части Каспийского моря (казахстанский сектор) были отловлены и помечены спутниковыми передатчиками 50 тюленей: 9 самцов (3 неполовозрелых, 6 переходного возраста) и 41 самка (7 неполовозрелых, 22 переходного возраста, 12 половозрелых). Возраст животных определяли по количеству полных сегментов на когтях, как и у байкальской нерпы (Пастухов, 1993). Особей в возрасте 1–3 года считали неполовозрелыми, 4–5 лет – переходного возраста, от 6 лет – половозрелыми. Для мечения использовались спутниковые радиометки «Пульсар» (ЗАО «ЭС-ПАС», Россия). Радиомаяк функционирует на частотах международной спутниковой системы определения местоположения и сбора данных «Аргос» (Argos), позволяющей определять местоположение животного на базе эффекта Доплера. Метку крепили на спину животного

между лопаток (Fedak et al., 1983; Mazzaro, Dunn, 2009; Соловьёва и др., 2016). Продолжительность работы радиометок составляла от 2 до 181 суток. Режим работы передатчиков был следующим: в 2019 г. – 4 передатчика имели режим 4 ч работы/4 ч покоя, 4 передатчика – 4 ч работы/18 ч покоя; в 2020 г. – все передатчики работали в режиме 4 ч работы/4 ч покоя; в 2022 и 2023 гг. – в режиме 24 ч работы/24 ч покоя. В течение суток от каждого передатчика поступало в среднем 9.1±5.0 первичных локаций. Полученные локации для исключения случайных данных фильтровали (метод подробно описан нами ранее: Соловьёва и др., 2021; Пилипенко и др., 2024). Для анализа миграций выбирали одну локацию за каждые сутки работы передатчика, по времени ближайшую к 12:00:00 местного времени и/или характеризующуюся наилучшим классом точности. Использование акватории тюленями анализировали с помощью метода фиксированного контура, или ядерных полигонов (kernel method) (Worton, 1989), на основе всех локаций, полученных за исследованный промежуток времени. Расчеты проводили с помощью пакетов Home range и Animal movements для программы ArcView GIS 3.2 (Powell, 2000).

Миграции каспийских тюленей

Данные, полученные нами в результате спутникового мечения тюленей, позволили определить время, которое животные проводят в Северном, Среднем и Южном Каспии в осенне-зимний период (с ноября по март), а также характер использования ими этих акваторий. В общей сложности от 50 тюленей было получено 2828 локаций: в 2019 г. – 925, в 2020 г. – 754, в 2022 г. – 717, в 2023 г. – 432.

Во все годы наших наблюдений наибольшее количество времени в период с ноября по март тюлени проводили в Северном Каспии: каждый год более 70% их локаций регистрировалось в этой акватории, а в 2023 г. – даже более 81% (табл. 1). В Среднем Каспии тюлени проводили меньше времени (здесь зарегистрировано от 16% всех локаций в 2023 г. до 28,4% в 2020 г.), а в Южном Каспии они регистрировались крайне редко: было отмечено наименьшее количество локаций – до 2,6%. Такое распределение тюленей полностью соответствует годовому жизненному циклу этого вида, который в этот период находится в Северном Каспии для размножения. При этом тюлени продолжают питаться в акватории северной и средней частей моря.

В Северном Каспии в ноябре и феврале нами зарегистрировано наибольшее количество локаций тюленей, тогда как в декабре, январе и марте их количество было меньше, что отражает количество суток, проведенных в этой части моря. Соответственно в Среднем Каспии тюлени в эти месяцы (декабрь, январь и март) находились больше времени, чем в январе и феврале (табл. 2). Ноябрь – это время активного возвращения тюленей с нагула в южных частях моря в места размножения, откуда они, по-видимому, с некоторой периодичностью перемещаются в Средний Каспий для питания. Февраль – период

Таблица 1. Доля локаций тюленей, зарегистрированных в период с ноября по март в разных частях Каспийского моря

Год мечения	Число локаций*	Доля локаций (%)		
		Северный Каспий	Средний Каспий	Южный Каспий
2019	925	73,5	26,5	0,0
2020	754	70,2	28,4	1,5
2022	171	74,5	25,2	0,3
2023	432	81,3	16,0	2,6

* одна локация соответствует одним суткам

Таблица 2. Доля локаций тюленей, зарегистрированных в разных частях Каспийского моря в течение осенне-зимнего периода по месяцам

Месяц	Число локаций	Количество локаций (%)		
		Северный Каспий	Средний Каспий	Южный Каспий
Ноябрь	608	84,7	15,3	0,0
Декабрь	811	64,1	33,8	2,1
Январь	655	65,3	34,0	0,6
Февраль	515	87,0	13,0	0,0
Март	239	64,4	35,6	0,0

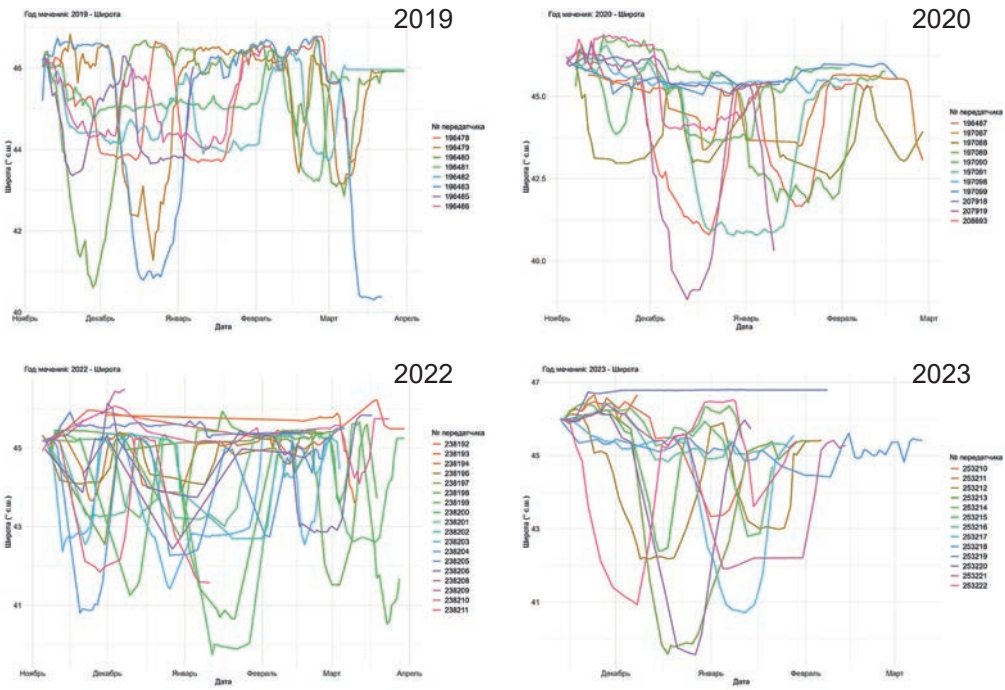


Рис. 1. Широта локации тюленей в разных частях моря.

рождения детёнышей и выкармливания их на льду, что определяет максимальное время продолжительности нахождения тюленей в Северном Каспии.

За всё время наблюдений (2019–2023 гг.) тюлени довольно широко использовали акватории Северного и Среднего Каспия, на протяжении периода с ноября по март они регулярно перемещались между этими двумя частями моря. В Южный Каспий заходили лишь отдельные особи и только в декабре-январе: подобные заходы продолжались не более нескольких дней (табл. 2, рис. 1).

Миграционные пути и ключевые участки тюленей

За все годы наблюдений в период с ноября по март тюлени активно использовали акваторию Северного Каспия в районе мечения, часто перемещались в Средний Каспий, нередко на дальние расстояния на юг, а в некоторые годы (2020, 2022 и 2023 гг.) отдель-

ные животные заходили и в Южный Каспий (рис. 2). По западной части моря в 2019 и 2022 гг. тюлени практически не перемещались, тогда как в 2020 г. вдоль западного, дагестанского, побережья Каспия отдельные особи регистрировались, а в 2023 г. животные на миграциях заходили в западный район, хотя и использовали его не так активно. Восточная часть акватории наиболее активно использовалась животными в 2022 и 2023 гг., в 2020 г. её использовали всего две особи (18% помеченных в этом году животных), а в 2019 г. тюлени вдоль восточного побережья Каспия практически не регистрировались. В 2023 г. животные перемещались вдоль как западного, так и восточного побережий моря.

Ключевые местообитания каспийских тюленей. Спутниковое мечение, проведенное нами в 2019, 2020, 2022 и 2023 гг. в казахстанском секторе Северного Каспия, по-

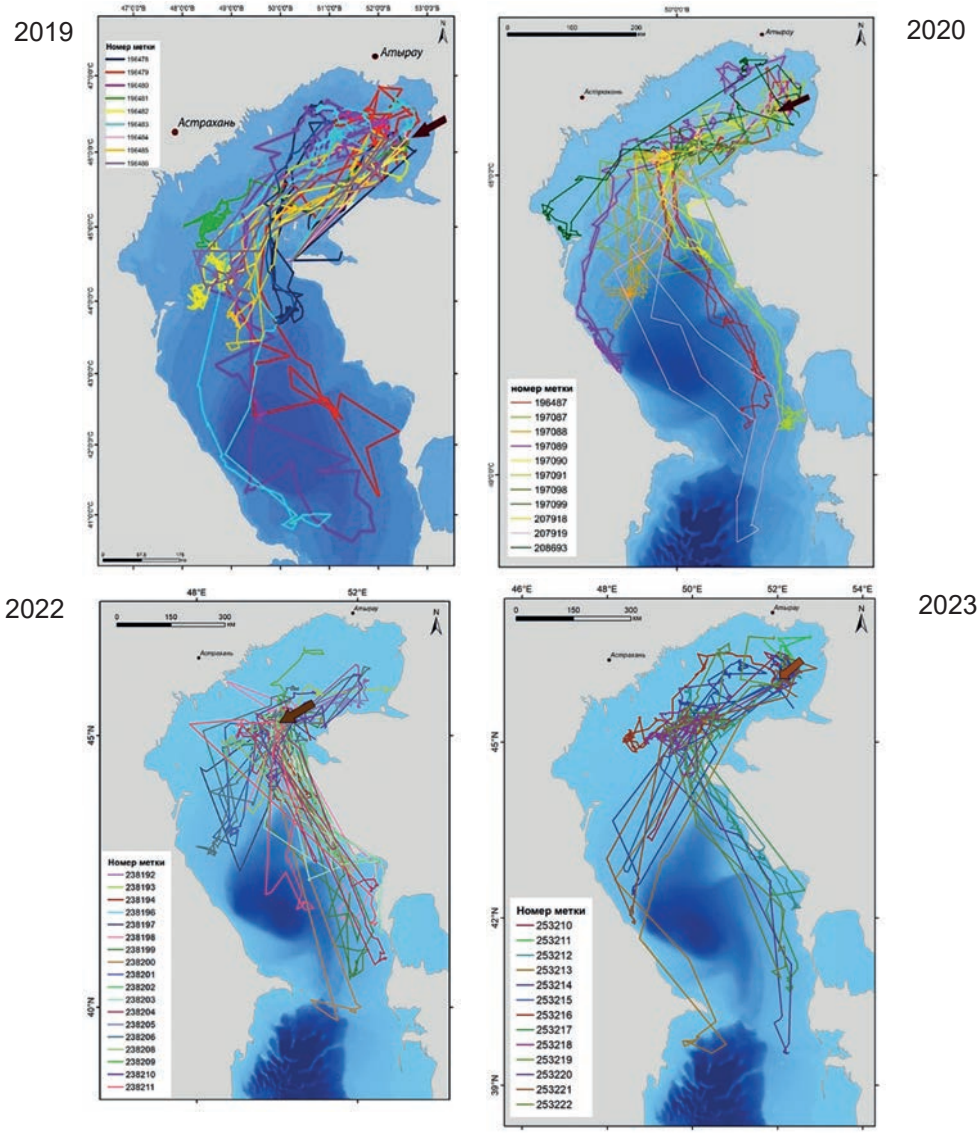


Рис. 2. Треки всех помеченных тюленей за период наблюдения с ноября по февраль в разные годы. Стрелкой показано место мечения.

зволило выявить ключевые местообитания, используемые тюленями в осенне-зимний период (с ноября по февраль включительно) (рис. 3–6).

В ***ноябре*** (рис. 3) основные местообитания помеченных тюленей находились в районе их мечения: они продолжали активно нагуливаться и использовали для отдыха шалыги северо-восточной части Северного Каспия. Отдельные тюлени перемещались и в Средний Каспий вплоть до границы Среднего и Южного Каспия, где в ноябре 2022 и 2023 гг. использовали, в том числе, акваторию вдоль восточного (казахстанского) побережья. Перемещения тюленей в Средний и Южный Каспий, по-видимому, определялись распределением объектов питания.

В ***декабре*** (рис. 4) тюлени перемещались в районы Мангышлакского порога, Тюленьих островов и Уральской бороздины, ключевые местообитания охватывали, в том

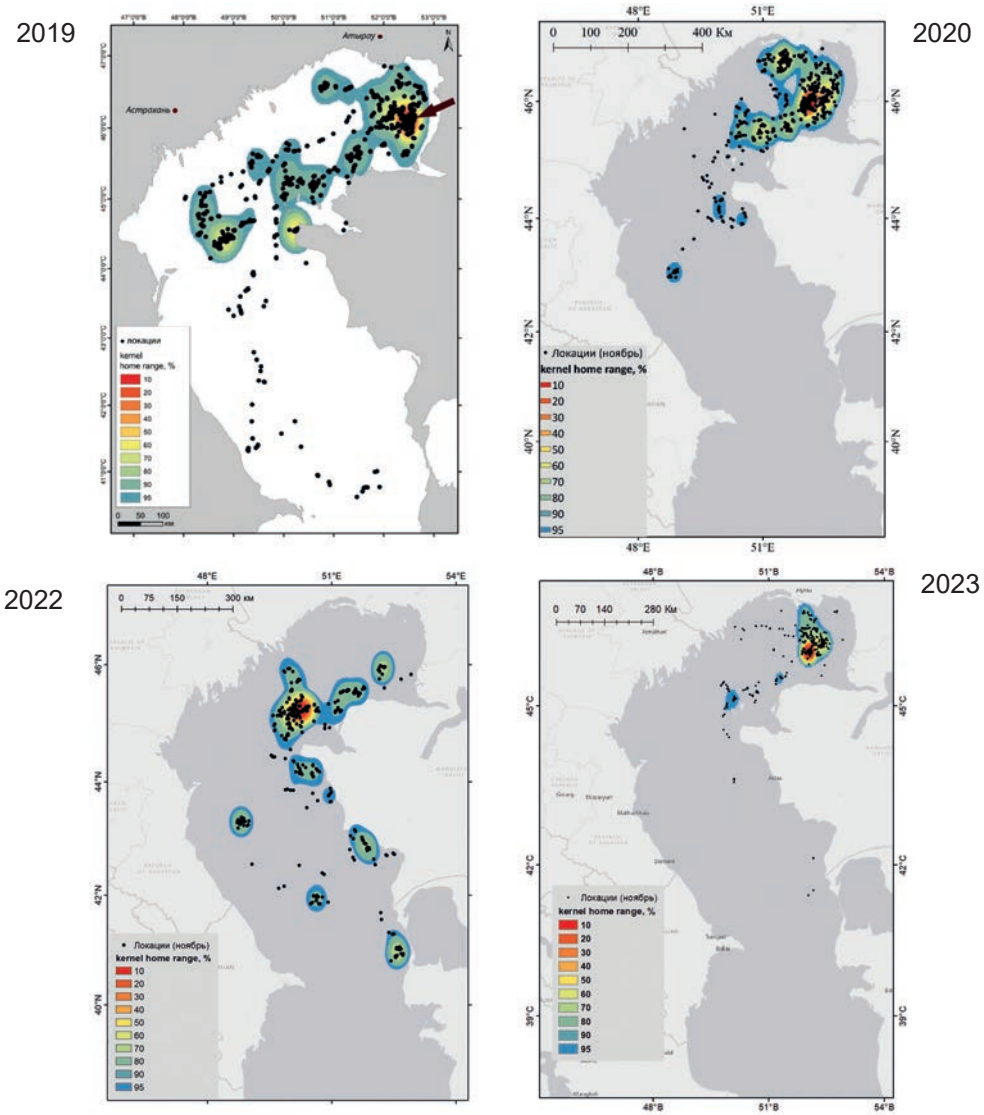


Рис. 3. Ключевые местообитания, используемые тюленями в ноябре в разные годы мечения.

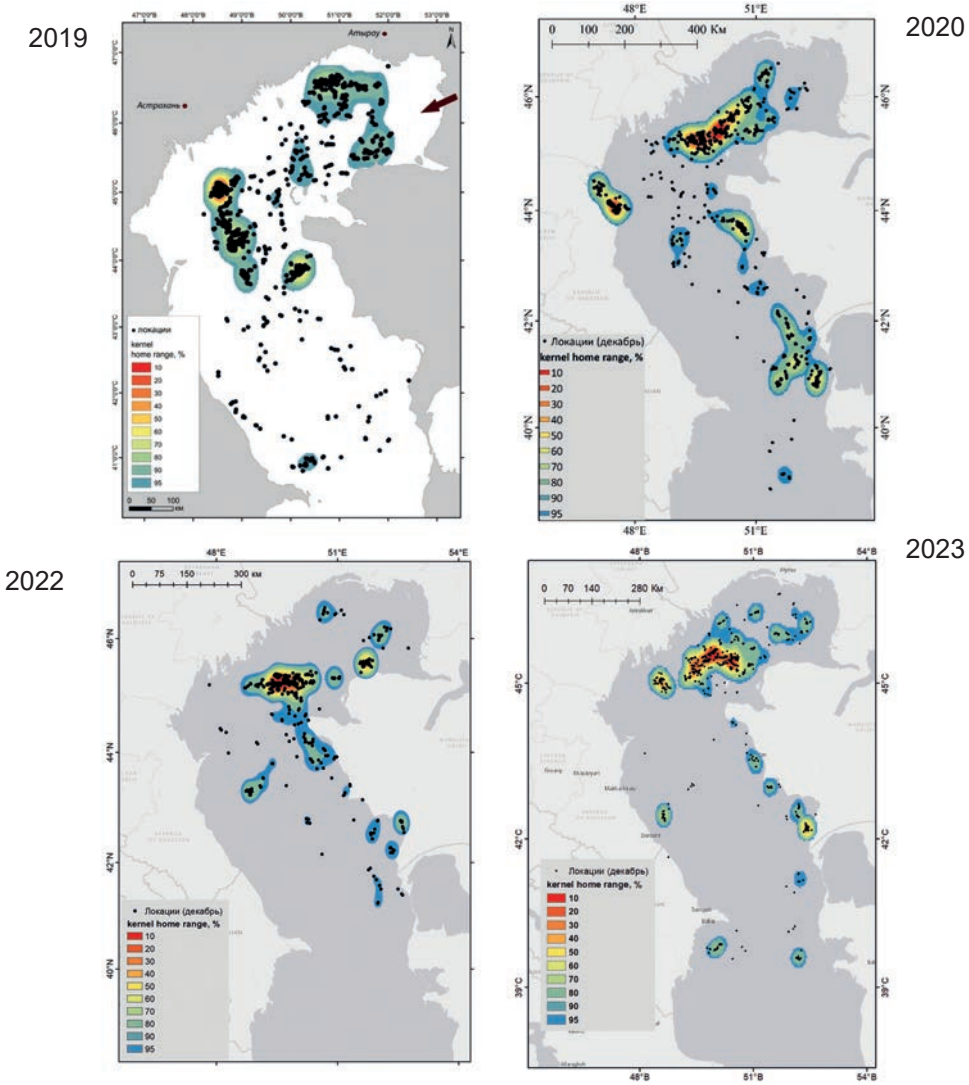


Рис. 4. Ключевые местообитания, используемые тюленями в декабре в разные годы мечения.

числе, окрестности Апшеронского п-ова, а также восточное побережье Каспия в районе Казахского залива. Как и в ноябре, в декабре у тюленей продолжался нагульный период, их распределение определялось наличием шалыг для залегания и кормовыми ресурсами.

В ***январе*** (рис. 5) основные ключевые местообитания тюленей располагались в районе Уральской бороздины и Тюленьих островов: по сравнению с ноябрем и декабрем они несколько сместились в северную часть моря. В это время животные начинают постепенно переходить в район репродуктивных скоплений.

В ***феврале*** (рис. 6) во все годы наблюдений интенсивность перемещений тюленей и использования ими акватории снижалась: в этот период они концентрировались в Северном Каспии, что связано со щенением самок в это время и выкармливанием ими детёнышей.

Таким образом, в декабре, январе и феврале у помеченных в 2020, 2022 и 2023 гг. тюленей ключевым местообитанием был главным образом район Тюленьих островов,

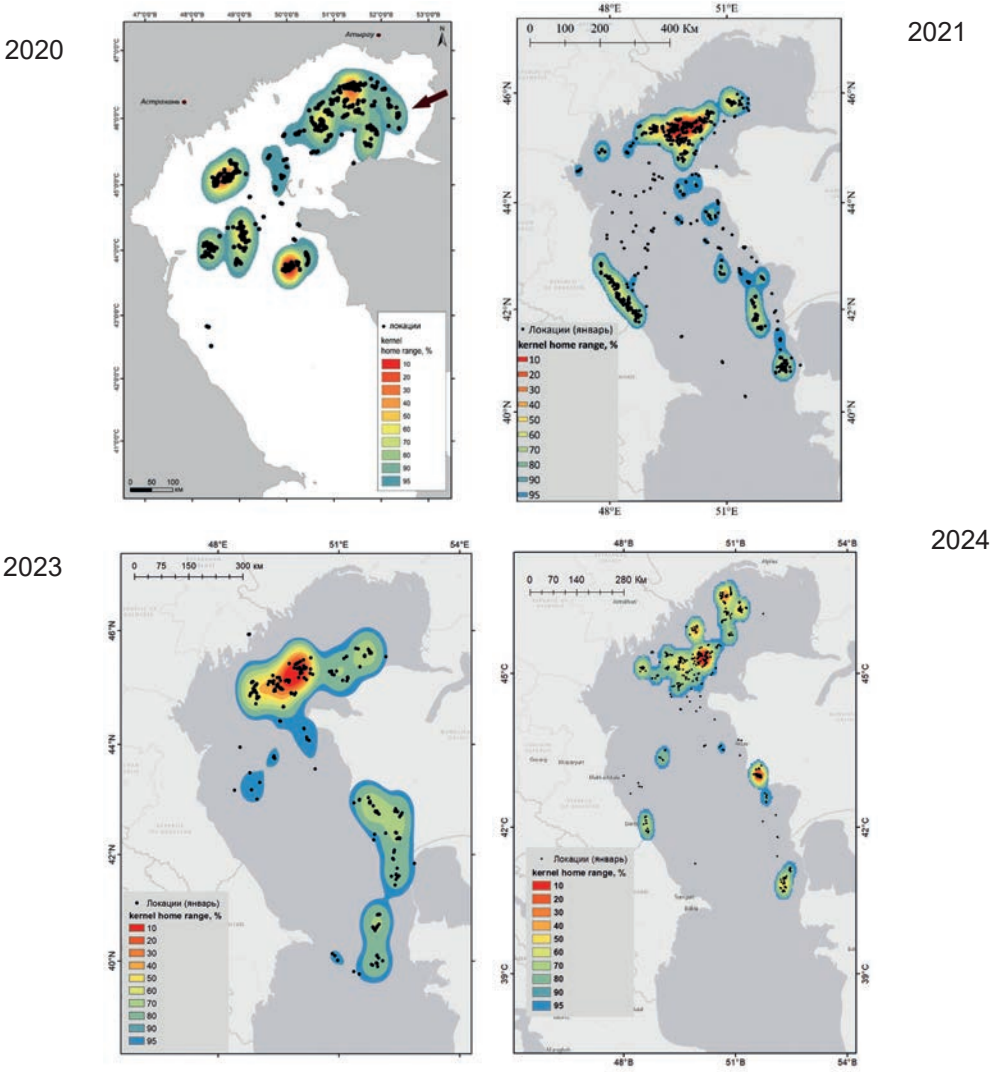


Рис. 5. Ключевые местообитания, используемые тюленями в январе в разные годы мечения.

откуда они периодически перемещались на короткое время в Средний Каспий. В декабре и январе помеченные в эти годы тюлени перемещались вдоль восточного побережья, а в январе 2024 гг. использовали для перемещений также и западную часть акватории.

Помеченные в 2019, 2020 и 2023 гг. тюлени использовали западную часть акватории Каспия, тогда как тюлени, помеченные в 2022 г., практически не использовали эту часть акватории для перемещений. Наиболее сильно отличались перемещения тюленей, помеченных в 2019 г. – у них ключевые местообитания были смещены в северо-восточную часть Каспийского моря.

Особенности расположения ключевых местообитаний тюленей в осенне-зимний период связаны, по-видимому, с особенностями ледовой обстановки и расположением ледовых полей – сильная зависимость распределения каспийских тюленей в зимний период от ледовых условий хорошо известна (Иванов, Сокольский, 2000; Экологиче-

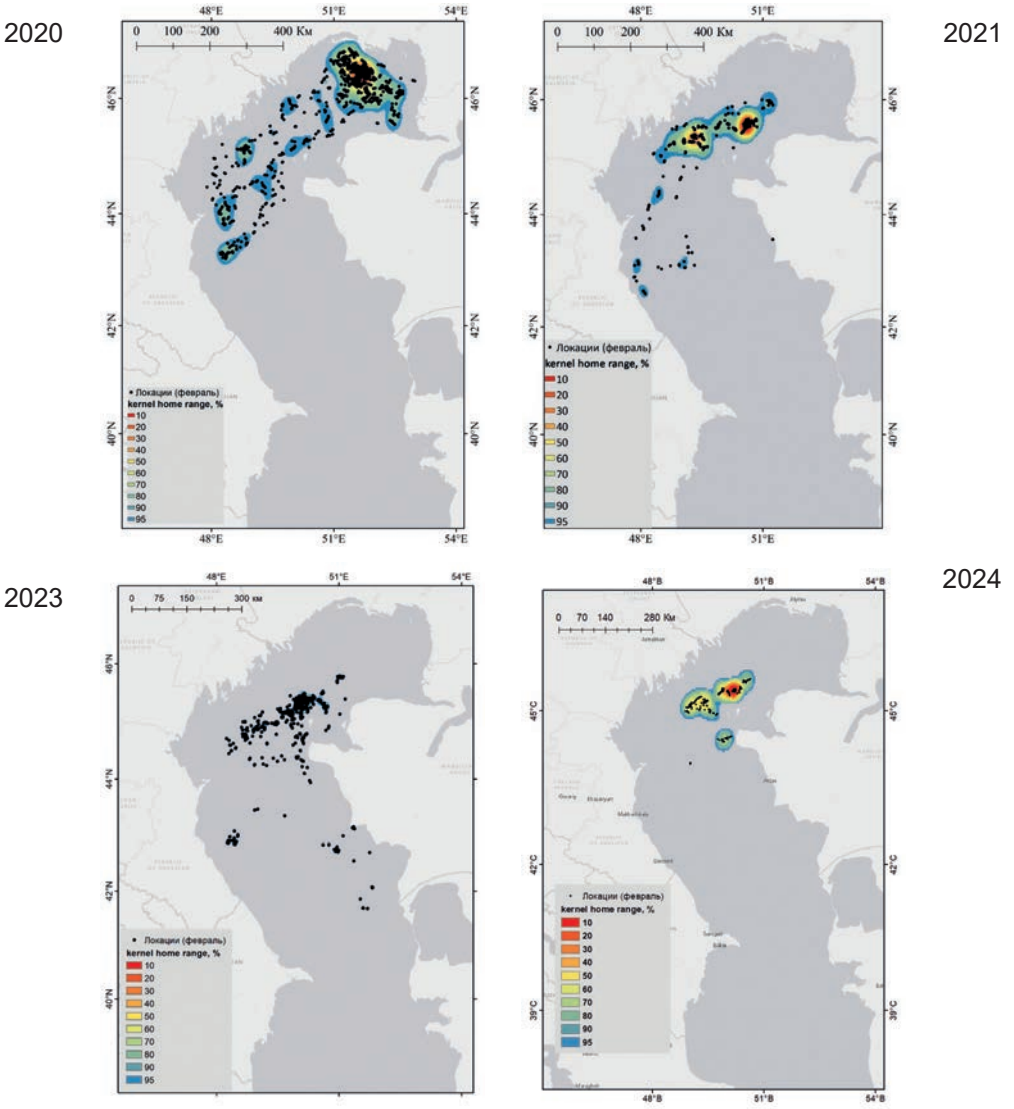


Рис. 6. Ключевые местообитания, используемые тюленями в феврале в разные годы мечения.

ские мониторинговые …, 2018). Зима 2019–2020 гг. отличалась крайне низкой степенью развития ледового покрова: лёд едва покрывал самую северную часть Каспийского моря (рис. 7) и ледовые поля подходили близко к северному побережью, что определяло и распределение тюленей. Метеоусловия в зимние сезоны 2020–2021 гг., 2022–2023 гг. и 2023-2024 гг. были более типичными, льдом была покрыта большая часть Северного Каспия. В годы с нормальной ледовитостью Мангышлакский порог покрывается льдом, который благоприятен для зимнего залегания и размножения тюленей (рис. 7). Кроме того, гидрологические и геоморфологические особенности данного района, по-видимому, определяют приуроченность к нему пищевых ресурсов тюленя. В январе 2021 и 2023 гг. тюлени отдалились от северного побережья Каспийского моря (см. рис. 5) и переместились ближе к границе ледовых полей, где в это время наблю-

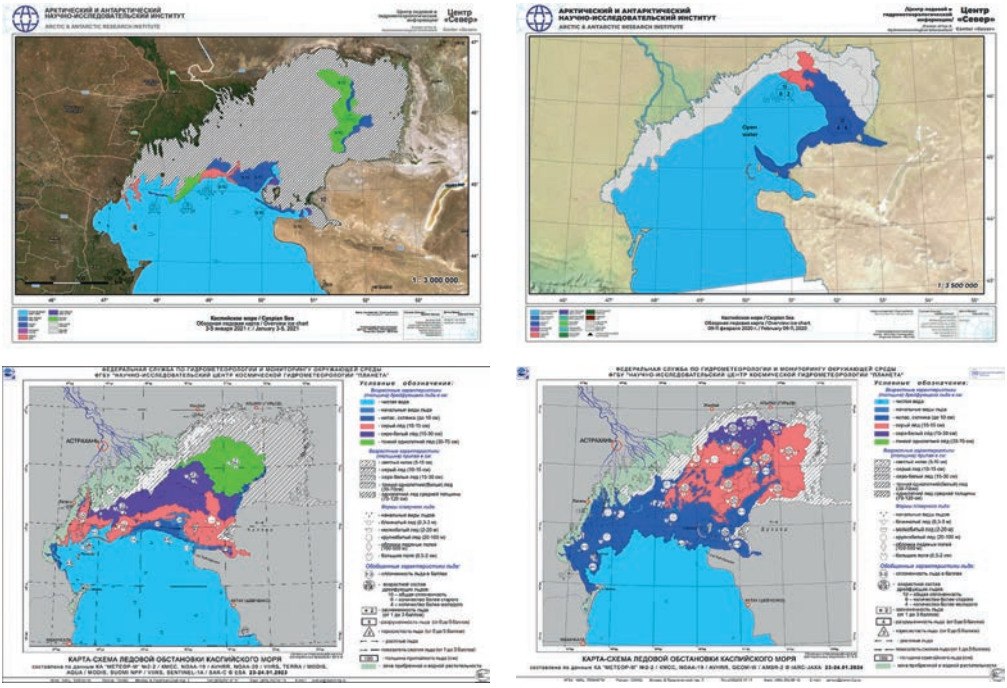


Рис. 7. Ледовые карты Северного Каспия: Источники: http://www.aari.ru, http://planet.rssi.ru.

дался плотный лёд, пригодный для их залегания (рис. 7). В январе 2024 г. наибольшее количество локаций тюленей располагалось севернее, чем в январе 2021 и 2023 гг., и ключевые местообитания в этот период также были приурочены к районам со сплоченным льдом наибольшей доступной на тот момент толщины (10–30 см; рис. 7). Следует, однако, отметить, что зимой 2023–2024 гг., как и в зимы 2020–2021 гг. и 2022–2023 гг., лёд покрывал большую часть акватории Северного Каспия и в целом характеризовался меньшей толщиной. Наиболее распространенными типами льда в январе-феврале 2024 г., по данным ФГБУ НИЦ «Планета», были нилас (до 10 см толщины), серый лед (10–15 см толщины) и серо-белый лед (15–30 см толщины). В феврале 2024 г. ключевые местообитания тюленей располагались севернее Тюленьих островов, где проходила граница ледовых полей с толщиной льда 10–30 см.

Тюлени, помеченные в 2020, 2022 и 2023 гг., более активно использовали среднюю часть Каспийского моря по сравнению с тюленями, помеченными в 2019 г. Также в эти годы они активно использовали восточное побережье Каспийского моря, тогда как в 2019 г. тюлени чаще использовали для перемещений акваторию у западного побережья Каспия.

Абиотические факторы, определяющие распределение ключевых местообитаний каспийского тюленя

Существует несколько абиотических факторов, в наибольшей степени определяющих распределение ключевых местообитаний каспийского тюленя и изменение этого распределения.

Сроки образования и ледотаяния. Каспийский тюлень связан со льдом во время размножения и выкармливания щенков, спаривания и линьки – т.е. в критичные для популяции фазы годового цикла вида.

В условиях происходящих изменений климата, повышения среднегодовых и среднесезонных температур воздуха в акватории Каспия в настоящее время наблюдаются следующие процессы (Ивкина, Наурозбаева, 2015; Ивкина и др., 2017): увеличение количества умеренных и тёплых зим, сокращение повторяемости суровых зим; изменение временных параметров ледового режима – сдвиг на более поздние сроки дат появления первых ледовых явлений, дат установления устойчивого льда, сдвиг на более раннее время дат очищения моря ото льда, уменьшение продолжительности устойчивого ледостава; усиление торосообразования – увеличение количества и размеров гряд торосов и сидящих на грунте стамух, что, в свою очередь, увеличивает общую мощность ледового покрова, чаще фиксируются трещины, разводья, полыньи.

Уменьшение длительности ледостава и количества сплочённых льдов может негативно сказаться на зимних местообитаниях гидробионтов Каспия, в том числе и каспийского тюленя. В годы с малым развитием ледового покрова животные более скученно залегают на существующих льдах (Экологические мониторинговые …, 2018), что может привести к развитию эпизоотий, а сокращение продолжительности ледостава ставит под сомнение успешность выкармливания потомства.

Изменения ледового покрова наиболее сильно влияют на распределение ключевых местообитаний каспийского тюленя, что показывают наши данные прослеживания перемещений животных при сравнении тёплой зимы 2019-2020 г. с другими зимами. Актуальная информация о степени развития ледового покрова и распределении льда, а также понимание зависимости распределения тюленей от этих факторов, необходимы как при организации учётов численности каспийского тюленя в ледовый период, так и при планировании маршрутов ледовой проходки в период активного размножения животных для предотвращения прямых столкновений с судами и косвенного вспугивания бельков.

Изменение уровня Каспийского моря и образование шалыг. Важнейший параметр, определяющий летнее распределение тюленя в Северном Каспии – наличие или отсутствие на той или иной акватории отмелей-шалыг и островных территорий, пригодных для залегания тюленей. Изменчивость шалыг очень высока, в первую очередь из-за наблюдающихся колебаний уровня Каспийского моря и динамики береговой линии. Наиболее активно эти процессы происходят в казахстанском секторе моря (Баймуканов и др., 2022).

В Каспийском море наблюдается снижение уровня моря (Гинзбург и др., 2021). По мере падения уровня Каспия, с одной стороны, должны появляться новые отмели, острова, шалыги, которые тюлени могут использовать для залёжек. Но, с другой стороны, при сильном обнажении эти участки начинают зарастать тростниками, которые не дают животным свободно выходить на залёжки (Иванов, Сокольский, 2000). Имеющиеся на сегодняшний день данные не позволяют однозначно прогнозировать, как динамика уровня моря повлияет на каспийского тюленя: станет ли больше мест для летних залеганий из-за образования новых шалыг или из-за их зарастания тростниками тюленям придётся покинуть Северный Каспий в поисках новых районов для залёжек? В этом отношении для прогнозирования размещения залёжек очень полезной могла бы быть карта с новыми островами.

Другие абиотические факторы. Кроме факторов, непосредственно влияющих на распределение каспийского тюленя (ледовый покров зимой и распределение шалыг в летний период), другие абиотические факторы воздействуют на распределение тюленя опосредованно – через влияние на распределение его пищевых ресурсов. К таким факторам можно отнести, например, солёность поверхности моря и температуру поверхности моря. Актуальная информация о взаимосвязях перемещений каспийского тюленя и его

пищевых объектов в течение года практически отсутствует, для её получения необходима координация исследователей из различных структур всех пяти прикаспийских государств.

Сохранение и защита ключевых местообитаний каспийского тюленя

В 2021 г. в рамках программы IMMA (Important Marine Mammal Areas), организованной МСОП, была предложена система морских охраняемых акваторий, значимых для морских млекопитающих (MPA – Marine Protected Areas), в Азово-Черноморском и Каспийском бассейнах. В частности, такая карта районов приведена для Каспийского моря (рис. 8). Значимые для каспийского тюленя районы занимают на ней больше половины площади моря. С одной стороны, это подчёркивает важность всей экосистемы Каспия для тюленя: работы по мечению их (Dmitrieva et al., 2016; наши данные, представленные выше) показывают, что животные широко используют его акваторию. С другой стороны, выделение таких огромных районов в качестве природоохранного инструмента не может быть успешным: Каспийское море интенсивно осваивается и закрыть значительную часть акваторий с целью охраны каспийского тюленя не представляется возможным. Кроме того, каспийский тюлень по-разному использует акваторию моря в разные сезоны года, соответственно морские охраняемые акватории также следует рассматривать для разных сезонов отдельно. К этому следует добавить, что экосистема Каспийского моря высокодинамична: постоянно изменяется береговая линия моря и система расположения шалыг, отдельные острова и песчаные косы то появляются, то исчезают или зарастают тростником и становятся недоступными для животных, изменения ледовой обстановки определяют распределение тюленей в период размножения. Таким образом, статичная система морских охраняемых районов не учитывает все эти факторы и, очевидно, уже через несколько лет перестанет быть актуальной.

Для понимания влияния динамики всех вышеуказанных факторов (и многих других, которые не затронуты в данной работе) на использование ключевых местообитаний каспийским тюленем необходим комплексный мониторинг изменений в экосистеме Каспия (ледового покрова, уровня моря и береговой линии, зарастания тростником, динамики шалыг и т.д.) и реакции тюленя на каждое из этих изменений. Для сбора достоверного матери-

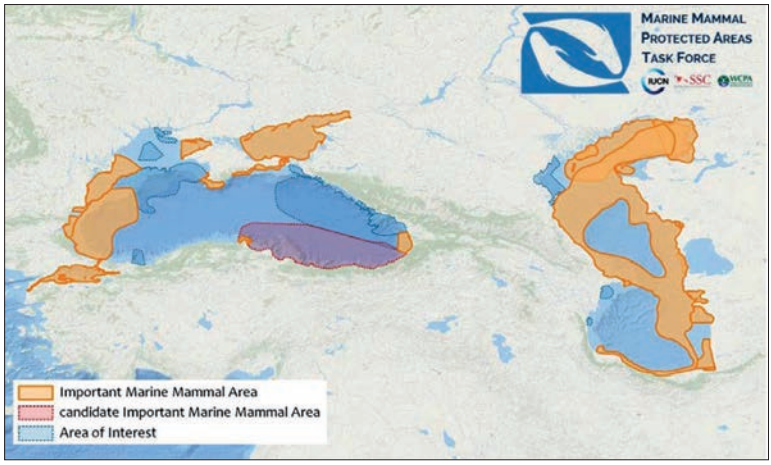


Рис. 8. Система морских охраняемых акваторий для Чёрного и Каспийского морей (по: https://www.marinemammalhabitat.org/imma-eatlas/).

ала по всем этим аспектам необходима консолидация сил учёных всех пяти прикаспийских государств, создание единой рабочей группы по изучению тюленя и использование унифицированных методов исследования тюленя и мониторинга параметров среды. Лишь общими усилиями возможно изучить и сохранить уникального эндемика Каспийского моря.

Благодарности

Авторы благодарят компанию North Caspian Operating Company (NCOC N.V., НКОК) и ТОО «Казахстанское Агентство Прикладной Экологии» (ТОО «КАПЭ») (Казахстан) за финансовую поддержку проведенных работ.

Литература

Бадамшин Б.И., 1948. О питании каспийского тюленя // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 10. С. 129–134.

Бадамшин Б.И., 1950. Некоторые данные об островных залежах тюленя в Северном Каспии // Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО. Астрахань. Т. XI. С. 201−221.

Бадамшин Б.И., 1965. Линька каспийского тюленя // В кн.: Морские млекопитающие. М.: Наука. С. 87−99.

Бадамшин Б.И., 1969. Численность и промысловые запасы каспийского тюленя // В кн.: Морские млекопитающие. М.: Наука. С. 261−267.

Баймуканов М.Т., 2022. О влиянии изменения климата и регрессии Каспийского моря на распределение и численность каспийского тюленя (*Pusa caspica*) // Изменение климата в регионе Каспийского моря. С. 172–174.

Баймуканов М.Т., Сиражитдинова М. К., Баймуканова А.М., 2022. Атлас лежбищ каспийского тюленя в казахстанской части Каспийского моря (информационно-аналитическое пособие). Алматы. 122 с.

Болтунов А.Н., Алексеева Я.И., Беликов С.Е., Краснова В.В., Семенова В.С., Светочев В.Н. Светочева О.Н., Чернецкий А.Д., 2015. Морские млекопитающие и белый медведь Карского моря: обзор современного состояния. М.: Печатный центр «Декарт». 104 с.

Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Серых И.В., Лебедев С.А., 2021. Климатические изменения гидрометеорологических параметров Каспийского моря (1980–2020) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 18. № 5. С. 277–291.

Дмитриева Л., Юсси И., Баймуканов М., Касимбеков Е., Веревкин М., Вилсон С., Гудман С., 2012. Миграции, использование местообитаний и ныряние каспийского тюленя (*Pusa caspica*) в осенне-зимний период по данным спутниковой телеметрии // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов по материалам VII международной конференции (Суздаль, 24–28 сентября 2012 года). Т. 1. М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 220–223.

Иванов В.П., Сокольский А.Ф., 2000. Научные основы стратегии зашиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: КаспНИРХ. 181 с.

Ивкина Н.И., Наурозбаева Ж.К., 2015. Изменение характеристик ледового режима казахстанской части Каспийского моря, в связи с изменением климата // Гидрометеорология и экология. №. 2 (77). С. 28–35.

Ивкина Н., Наурозбаева Ж., Клове Б., 2017. Влияние изменения климатических условий на ледовый режим Каспийского моря // Центральноазиатский журнал исследований водных ресурсов. Central Asian Journal of Water Research (CAJWR) Т. 3. №. 2. С. 2589.

Катунин Д.Н., 2014. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Астрахань: КаспНИРХ. 478 с.

Книпович Н.М., 1921. Гидрологические исследования в Каспийском море. Труды Каспийской экспедиции 1914–1915 гг. Петербург: Первая государственная типография. Т. 1. 943 с.

Крылов В.И., 1986. Особенности биологии каспийских тюленей Южного Каспия // Морские млекопитающие: Тезисы докладов IX Всесоюзного совещания по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих, г. Архангельск, 9-11 сентября 1986 г. С. 220–221.

Кузнецов В.В., Черноок В.И., Шипулин С.В., 2013. Оценка численности популяции каспийского тюленя в современный период // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 5. С. 86–91.

Литвинов К.В., 2024. Трансформация экосистем низовьев дельты Волги в условиях падения уровня Каспийского моря. Значимость территории для обитания каспийской нерпы // Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы. Тезисы докладов Международной научной конференции, 12–14 ноября 2024 г., г. Махачкала, ПИБР ДФИЦ РАН. М.: ИПЭЭ РАН. С. 41.

Литвинов К.В., Литвинова Н.В., 2026. Трансформация экосистем низовьев дельты Волги в условиях падения уровня Каспийского моря. Значимость территории для обитания каспийской нерпы // Настоящая монография. С. 116–127.

НКОК Н.В. Оценка численности и распределения каспийского тюленя на казахстанской и российской акватории Северного Каспия. Отчет. КАПЭ. 2019. 143 с.

Пастухов В.Д., 1993. Нерпа Байкала. Новосибирск: Наука. 272 с.

Пилипенко Г.Ю., Соловьева М.А., Глазов Д.М., Климов Ф.В., Ербулеков С.Т., Рожнов В.В., 2024. Перемещения каспийской нерпы (*Pusa caspica* Gmelin, 1788) по данным спутниковой телеметрии // Труды XII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)». Т. I (IV). Тверь: ООО «ПолиПРЕСС». С. 328–334.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Суворова И.В., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский *И.Ф., Проскурина В.В.*, 2026. Обзор причин гибели каспийских тюленей («плывунов») на дагестанском побережье Каспийского моря // настоящая монография. С. 269–280.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский *И.Ф., Проскурина В.В.*, 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и ее возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109. htpps://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-187-87-109

Русанов Г.М., Гаврилов Н.Н., Литвинов К.В., 2014. Остров Малый Жемчужный орнитологическая жемчужина Северного Каспия // Астраханский вестник экологического образования. № 3 (29). С. 67-75.

Салманов М.А., 1999. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку: Полиграфическо-издательский центр «Исмаил». 400 с.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Рожнов В.В., Шипулин С.В., Кузнецов В.В, Белокобыльский *И.Ф., Мягкий Н.А., Соловьева М.А., Глазов Д.М., Назаренко Е.А.*, 2023. Распределение и численность каспийского тюленя // Труды ВНИРО. Т. 193. С. 82–100.

Сокольский А.Ф., Хураськин Л.С., Почтоева Н.А., Кузнецов В.В., Валедская О.В., 1998. Промысловый запас и состояние популяции тюленя в Волго-Каспийском бассейне // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Астрахань. С. 99–115.

Соловьёва М.А., Глазов Д.М., Кузнецова Д.М., Рожнов В.В., 2016. Перемещения ларг (*Phoca largha*) в Охотском море по данным спутникового мечения // Экология. № 4. С. 1–8.

Соловьёва М.А., Кузнецова Д.М., Глазов Д.М., Рожнов В.В., 2021. Сезонное распределение и перемещения морского зайца, *Erignathus barbatus nauticus*, в Охотском море по данным спутниковой телеметрии // Экология. № 6. С. 439–449.

Экологические мониторинговые исследования окружающей среды Северо-Восточного Каспия при освоении нефтяных месторождений компании НКОК Н.В. в период 2006-2016 годы. Алматы: НКОК Н.В., КАПЭ. 2018. 400 с.

Dmitrieva L., Jüssi M., Jüssi I., Kasymbekov Y., Verevkin M., Baimukanov M., Wilson S., Goodman S.J., 2016. Individual variation in seasonal movements and foraging strategies of a land-locked, ice-breeding pinniped // Marine Ecology Progress Series. V. 554. P. 241–256.

Fedak M.A., Anderson S.S., Curry M.G., 1983. Attachment of a radio tag to the fur of seals // Journal of Zoology. V. 200. No. 2. P. 298–300.

Mazzaro L.M., Dunn J.L., 2009. Descriptive account of long-term health and behavior of two satellite-tagged captive harbor seals *Phoca vitulina* // Endangered Species Research. V. 10. P. 159–163.

Powell R.A., 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators // In: Research Techniques in Animal Ecology. N.Y.: Columbia University Press. 442 p.

Proposal for the inclusion of the Caspian Seal (*Pusa caspica*) on Appendix I and II of the Convention // Convention on migratory species. 12th meeting of the conference of the parties. UN CMS. 2017. 10 p.

Shirazi A.S., Qashqaei A.T., Faezi S., Khaleghi S., Moghaddamipour N., Ebrahimi T.A.R.A., Hassan S.K., Chilvers B.L., 2023. First confirmed records of white-coat pups of the Endangered Caspian seal *Pusa caspica* on the coast of Iran // Oryx. V. 57. No. 6. P. 784–787.

Worton B.J., 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies // Ecology. V. 70. P. 164–168.

ГЛАВА 4. БЛАГОПОЛУЧИЕ ПОПУЛЯЦИИ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ

«Плывуны»: количественная оценка, половой состав и размерный ряд погибших тюленей вдоль береговой зоны Среднего Каспия за 2022–2024 годы

Магомедов М.-Р.Д., Рожнов В.В., Бизиков В.А., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Чунков М.М., Сидоров Л.К., Абдулмаджидов С.М.

В последние годы выбросы мёртвых тюленей на дагестанское побережье Каспийского моря, происходящие в один и тот же период, обычно в начале декабря, привлекли большое внимание природоохранной общественности и научных организаций. Для изучения причин гибели тюленей в 2020 и 2022 гг. были проведены специальные экспедиции по сбору биологических образцов от погибших животных и последующие лабораторные исследования, результаты которых с анализом возможных причин гибели были тогда же опубликованы (Рожнов и др., 2022).

Случаи выброса мёртвых тюленей («плывунов») на побережье Северного и Среднего Каспия – довольно регулярное явление, описанное ещё в начале XX в. Выбросы «плывунов» характеризовали как «ежегодные, с необычайной правильностью повторяющиеся, хотя и варьирующие в размерах» (Чапский, 1932). В 1920-е гг. на побережье Астраханской области и Дагестана существовал даже самостоятельный вид промысла по использованию «плывуна» для вытопки жира. Как правило, на казахстанском побережье мёртвые тюлени появляются обычно весной, после распаления льда, а на дагестанском побережье – осенью, в октябре-ноябре (Чапский, 1932; Бадамшин, 1971; Слудский и др., 1981).

Причины гибели тюленей при этом в подавляющем большинстве случаев оставались неизвестными. По свидетельству В.И. Бадамшина (1971), «…случаи выброса большого количества трупов тюленя на побережье Каспия известны давно, но причина гибели остается далеко не ясной. В открытом море «плывун» (дохлый тюлень) встречается преимущественно весной, на островах и побережье – летом. В одни годы его бывает много, в другие мало, но выброс происходит неизменно из года в год». Основными причинами гибели тюленей автор считал зимний и, особенно, весенний их промысел на льдах, инфекционные болезни, а также взрывы на море при геологоразведочных изысканиях. Им описаны случаи массовой гибели тюленей зимой 1955–1956 гг. и в начале 1968 г., без указания конкретных и обоснованных причин их гибели.

Массовая гибель тюленей зимой 1955–1956 гг., когда мёртвые тюлени встречались по всему побережью Северного и Среднего Каспия, подробно описана также А.А. Слудским с соавторами (1981). В марте 1956 г. на дагестанском побережье мёртвых тюленей встречали от о. Чечень до г. Дербент «группами от 3 до 5–8 штук, в среднем 16 зверей на каждый километр береговой линии». Тюлени были преимущественно взрослые и хорошо упитанные.

Было проведено 108 патологоанатомических вскрытий, взяты бактериологические пробы, однако однозначно определить причину массовой гибели так и не удалось.

Количество погибших в начале 1968 г. тюленей оценивалось в 2,5–3,0 тыс. особей, вместе с ними на побережье была выброшена мертвая рыба и раки. Гибель тюленей и рыбы расследовала правительственная комиссия, которая пришла к заключению, что причинами её являются проведенные в море взрывы. По рекомендациям комиссии правительственным распоряжением было запрещено использование взрывчатых веществ для морской геологоразведки и в последующие годы случаи массовой гибели тюленя по этой причине на Каспии не наблюдались.

Причиной массовой гибели тюленей в 2000 г. оказалась чума плотоядных, осложнённая пастереллёзом и сальмонеллёзом, что было достоверно установлено и подтверждено соответствующими анализами (Отчет НИР…, 2000; Pollack, 2001; Хураськин и др., 2002; Kuiken et al., 2006; Захарова, 2007; Namroodi et al., 2018).



Рис. 1. Расположение постоянных учётных линий по подсчету погибших тюленей на побережье Республики Дагестан.

В данной работе мы приводим количественную оценку, половой состав и размерный ряд погибших в 2022–2024 гг. тюленей вдоль береговой зоны Среднего Каспия, их распределение по ней, а также рассматриваем возможные причины их появления.

Общая протяженность береговой зоны дагестанского побережья Каспия, где обнаруживаются выбросы мёртвых тюленей («плывунов») – от с. Суюткино до п. Приморский (устье р. Самур) – составляет 341 км. Для подсчета мёртвых тюленей на этой береговой зоне были выделены 22 учётных линии протяженностью от 2 до 4 км каждая (рис. 1); суммарная протяженность этих 22 учётных линий составила 57,13 км (16% протяженности зоны выброса мёртвых тюленей). Учётные линии располагались равномерно по всему дагестанскому побережью Каспия с севера на юг, исключая самую северную, заросшую тростником зону (район Кизлярского залива). Все линии проходили вдоль открытых в море песчаных пляжей – участков побережья, где тюлени могли быть беспрепятственно выброшены на берег, не задерживаясь за тростниковыми зарослями или на мелководьях и где осмотр животных можно было выполнить наиболее быстро и точно.

Число проверенных учётных линий и их протяженность в 2020–2024 гг., а также число выброшенных тюленей, зарегистрированных нами в 2020–2024 гг. на учётных линиях, приведены в табл. 1. Данные за 2020 г. нами опубликованы ранее (Рожнов и др., 2022). В декабре 2022 г. подсчет мёртвых тюленей был проведен на всех 22 учётных линиях, в январе 2023 г. – на семи учётных линиях (№ 8-13, 16), в декабре 2024 г. – также на семи линиях (№ 8, 9, 10, 17, 18, 21, 22) общей протяженностью 19 км.

Таблица 1. Результаты обследования побережья Республики Дагестан по выбросам мёртвых тюленей в 2020–2024 гг.

Год проведения учёта и число учётных линий	Протяженность учётной линии, км	Протяженность побережья с выбросами, км	Число тюленей на учётной линии	Число тюленей на 1 км учётной линии	Общее число погибших тюленей*
2020 г., 12	49,2	205	313	12,26±2,16	2515±443
2022 г., 22	57,1	341	2750	48,4±8,0	10172±1310
2023 г., 7	21,5	60	100	4,6±1,1	283±36,0
2024 г., 7	19	198	227	6,8±2,1	1343±97,0

*Учёты проводили в декабре 2020, 2022 и 2024 гг. и в январе 2023 г.

Все тюлени, обнаруженные в ходе обследования дагестанского побережья в 2020-2024 гг., были мертвы и находились на различных стадиях разложения: не было встречено ни одного живого ослабленного, агонизирующего или только что погибшего. У них определяли пол и общую длину тела от носа до основания хвоста для определения возрастной группы (Бадамшин, 1966), отмечали состояние и фотографировали каждую особь, отмечая специальным образом (отрезанием пальцев, изъятием нижней челюсти или характерным порезом кожи), чтобы исключить повторный учёт. Упитанность тюленей (толщину жирового слоя), которая считается объективным показателем физиологического состояния животных в предзимний период, проверяли надрезом кожи на спине вдоль позвоночника и измеряли.

Для вычисления общего числа погибших тюленей («плывунов»), выброшенных на побережье Республики Дагестан, мы рассчитывали число их на 1 км каждой учётной линии, затем – среднее взвешенное значение для всех учётных линий, после чего путем экстраполяции рассчитывали общее количество выброшенных «плывунов» для всей береговой зоны, где были обнаружены мёртвые тюлени.

Для сравнительного анализа количества выброшенных на берег тюленей в разные годы на одних и тех же участках использовали критерий Краскела-Уоллиса с выбранной достоверностью $p<0.05$ (парные сравнения значений плотности были проведены).

Для оценки зависимости размера тела от пола использовали обобщенную линейную модель (GLM), в которой переменной отклика был размер тела, а предикторами – пол (две категории: самец и самка), год (три категории: 2022, 2023 и 2024) по номерам участков выброса (четыре категории: участки № 8, 9, 10 и 17). В табл. 1 и 2 приведены средние значения со стандартным отклонением. Для сравнения толщины жирового слоя у самцов и самок использовали t–критерий Стьюдента для независимых групп.

В декабре 2022 г. северная граница встречаемости погибших тюленей проходила в районе п. Крайновка, южная – в районе устья р. Самур (п. Приморский). Крупные скопления погибших тюленей, в среднем 64,3 особи/км, находились на побережье вдоль Аграханского залива и до п. Зеленоморское (учётные линии № 3–18) (рис. 2). Самое большое число погибших тюленей (от 108 до 127,2 особи/км, в среднем 117,6 особи/км) было обнаружено нами на участке от устья рыбохода Юзбаша до выхода из Сулакского залива (учётные линии № 5, 6). Большое число погибших тюленей на учётных линиях № 5,6,11,12 и уменьшение их на учётных линиях № 7,8,9 связано с тем, что именно на учётные линии № 7,8,9 приходится зона устья р. Сулак, которая своим встречным



Рис. 2. Распределение выбросов каспийских тюленей по дагестанскому побережью Каспия (декабрь 2022 г., номера учётных линий соответствуют рис. 1).

течением препятствует выбросу погибших тюленей на эти участки. Минимальное количество мёртвых тюленей было распределено по краям от общей зоны всего берегового выброса и составляло от 2,1 до 4,5 особи/км на севере в районе поселка Крайновка (учётные линии № 1,2) и от 1,3 до 4,7 особи/км на юге от п. Приморский до с. Новокаякент (учётные линии № 20–22).

Аналогичная картина распределения выбросов погибших тюленей отмечена нами и в 2023–2024 гг.

Что касается половозрастной структуры выброшенных тюленей, первые наблюдения были сделаны нами на дагестанском побережье Каспия в мае 1999 г. По линейным размерам 48 обследованных особей тела мы выделили две модальные возрастные группы погибших тюленей (Бадамшин, 1966): неполовозрелых особей в возрасте от 0+ до 5 лет с линейными размерами от 95 до 121 см (их доля составила 62,5%) и взрослых половозрелых особей в возрасте от 6 до 15 лет с линейными размерами от 125 до 140 см (их доля составила 37,5%). В соотношении полов домиировали самки – 56%, против 44% самцов. Миграционный поток тюленей в это время шёл с севера на юг и продолжался практически до конца июня.

В декабре 2020 г. большую часть выброшенных плывунов (более 80%) составляли взрослые тюлени старше 7–8 лет (от 125 до 148 см), а неполовозрелые в возрасте до 5 лет (от 92 см до 119 см) были малочисленны (Рожнов и др., 2022). Доля самок во всей выборке составляла около 75%. Среди взрослых тюленей самки доминировали абсолютно, более половины их были беременны и имели вполне сформировавшийся плод (вторая половина беременности), а среди неполовозрелых самцы и самки были представлены примерно в равном соотношении.

В декабре 2022 г., когда на берег было выброшено значительно больше плывунов (см. табл. 1), соотношение взрослых и неполовозрелых тюленей было практически одинаковым: среди самцов 49,1±3,3% и 50,9±3,3%, среди самок – 50,1±4,7% (практически все взрослые самки были беременны и имели сформировавшийся плод) и 49,9±3,7% соответственно (рис. 3). Во всей выборке в целом несколько преобладали самцы – их доля составляла около 58%, самок 42%, при этом среди наиболее крупных тюленей (т.е. среди самых старших возрастных групп) преобладание самцов было более выражено – 61,3%, самки 38,7%.

В январе 2023 г. среди всех выброшенных «плывунов» значительно (61,8%) преобладали взрослые тюлени (122–143 см), неполовозрелые (87–118 см) составляли 38,2%. В целом в выборке доля самцов составляла 32,7%, самок 67,3% (рис. 4), при этом среди наиболее многочисленных взрослых тюленей основную долю, в отличие от декабрьских выбросов, составляли самки (79,4%), а самцы – небольшую часть (20,6%).

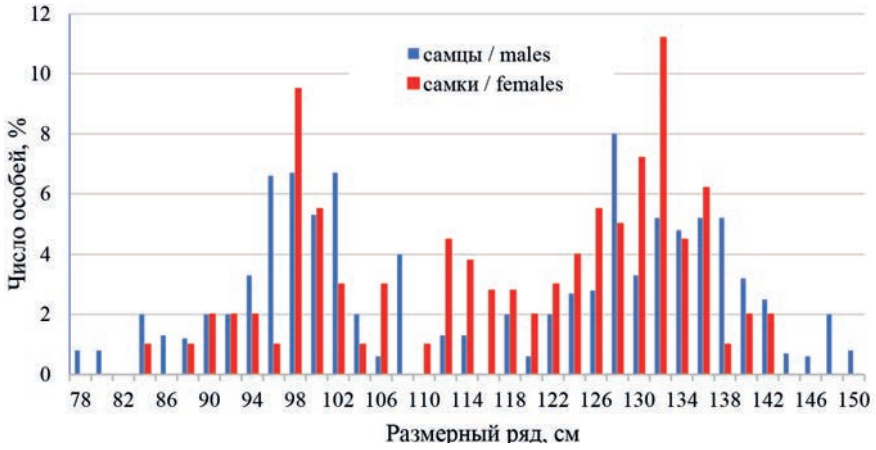


Рис. 3. Размерный состав выброшенных на побережье Республики Дагестан мёртвых самцов и самок тюленей (декабрь 2022 г.).

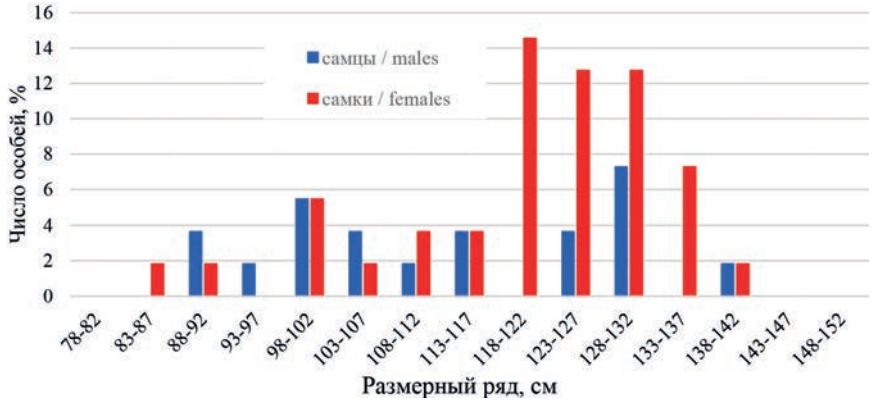


Рис. 4. Размерный состав выброшенных на побережье Республики Дагестан мёртвых самцов и самок тюленей (январь 2023 г.).

В декабре 2024 г., как и в другие годы, в выборке выброшенных на берег тюленей обоих полов преобладали взрослые особи (120–152 см) – 68,4%, а на неполовозрелых (83–118 см) приходилось 31,6% (рис. 5). Соотношение полов в выборке в целом было примерно одинаковым – самцов 52,5%, самок 47,5%, как и среди тюленей обеих возрастных групп с небольшим смещением в одну (взрослые: самцов 56,4%, самок 43,6%) или другую (неполовозрелые: самцов 44%, самок 56%) сторону.

Сравнение выборок выброшенных на берег «плывунов» в одну и ту же зиму (декабрь 2022 г. и январь 2023 г.), когда было выброшено большое количество мёртвых тюленей (см. табл. 1), показало, что если в декабре соотношение взрослых и неполовозрелых животных было одинаковым, то в январе преобладали взрослые тюлени и число самцов существенно превышало число самок (57,7% и 42,3% соответственно), а соотношение молодых (от 78 до 118 см) и взрослых (от 118 до 150 см) как у самцов, так и у самок было одинаково.

Анализ выброшенных на берег в 2022-2024 гг. тюленей показывает, что во всех выбросах и среди самцов, и среди самок присутствовали как взрослые, так и неполовозре-

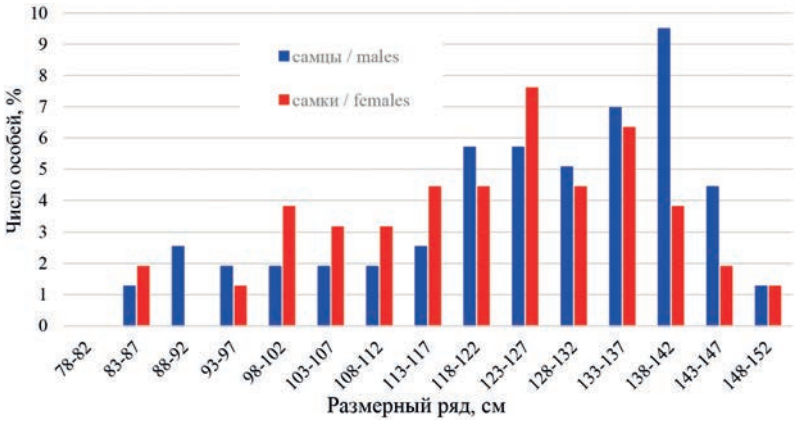


Рис. 5. Размерный состав выброшенных на побережье Республики Дагестан мёртвых самцов и самок тюленей (декабрь 2024 г.).

лые особи. Размеры плывунов (табл. 2) различались в разные годы, самые крупные из них были в 2024 г. (GLM, t=2.32, p=0.021). Половых различий в размерах тела тюленей мы не выявили (GLM, t= –1.55 – 0.43, p>0.05). Средняя длина тела тюленей обоего пола в 2022 г. была 116.8±18.6 см (разброс значений 70–149 см, n=344), в 2023 г. 117.9±13.1 см (87–136 см, n=53), в 2024 г. – 122.1±18.1 см (84–148 см, n=104).

Все погибшие тюлени во все годы были хорошо упитаны и обеспечены жировыми запасами на зимний период. Согласно исследованиям, проведенным с 2010 по 2015 гг., толщина жирового слоя у взрослых тюленей перед ледоставом составляла 6,3 см (Кузнецов, 2017). У исследованных нами 24 взрослых самцов (средняя длина тела 137,2±1,0 см) средняя толщина жира составила 6,6±0,2 см, а у 13 самок (средняя длина тела 131,3±2,7 см) – 6,2±0,4 см; достоверных различий в толщине жирового слоя самцов и самок нами не выявлены (t=1,68; n=37; p>0,001).

Таким образом, плотность выброшенных на дагестанское побережье Каспийского моря тюленей на одних и тех же участках в разные годы достоверно отличалась между 2022–2023 гг. и 2022–2024 гг. Максимальная плотность выбросов мёртвых тюленей с 2020 по 2024 гг. и наибольшая протяженность береговой линии, на которой были зарегистрированы «плывуны», отмечены в декабре 2022 г., в январе 2023 г. произошел, по-видимому, «довыброс» вновь погибших в море тюленей. При этом численность каспийского тюленя до выбросов в декабре 2022 г. оценивалась в 311 тыс. особей, а в 2023 г. она сократилась до 259 тыс. особей (Бизиков и др., 2021, 2024). Исходя из этого, гибель каспийских тюленей зимой 2022/2023 гг. могла составить по всему Каспию порядка 50 тыс. особей и основная часть убыли численности связана именно с декабрьскими выбросами 2022 г. на побережье среднего Каспия. Вместе с тем, необходимо отметить, что численность тюленей в 2024 г. восстановилась до 305 тыс. особей (Бизиков и др., 2024), что характеризует высокую пластичность и потенциал этого вида. Регулярный выброс мёртвых тюленей на берег – отражение особенностей их жизни на Каспии. Такое положение продолжается не одну сотню лет и, при массовой гибели тюленей в период миграций, его можно считать естественным для жизни этих млекопитающих на Каспии.

Размерный ряд выброшенных на берег погибших тюленей в декабре 2020 г., в январе 2023 г. и в декабре 2024 г. практически не отличался, в нём преобладали крупные тюлени, тогда как в декабре 2022 г. соотношение модальных групп крупных и молодых тюленей было практически равным.

Таблица 2. Размерный ряд выброшенных на берег самцов и самок тюленей в 2022–2024 гг.

Год наблюдений	Пол	Длина тела, см (n – число особей)	
		Мин – мах	Средняя
2022 г., декабрь	самцы	71–147	115,9±0,6 (853)
	самки	70–149	116,3±0,5 (707)
2023 г., январь	самцы	88–131	111,5±3,1 (18)
	самки	87–136	120,0±2,1 (37)
2024 г., декабрь	самцы	85–148	124,6±1,9 (83)
	самки	84–148	121,5±1,8 (75)
Для всех плывунов за весь период	самцы	71–148	117,3±1,9 (954)
	самки	70–149	119,3±1,5 (819)

Доля выброшенных на берег погибших самок в декабре 2020 г. и в январе 2023 г. в два раза превышала долю самцов, а в декабре 2022 г. и декабре 2024 г. доли самцов и самок были практически одинаковы.

Приведенные нами данные показывают, что большая часть выброшенных в 2020-2024 гг. на берег мёртвых тюленей представлена взрослыми самцами и самками. По-видимому, эти данные отражают состояние всей популяции в рассматриваемый период и в настоящее время. Запрет добычи взрослых половозрелых самок, прекращение осеннего изъятия зверя на шалыгах и введение лимита на твёрдые сроки добычи приплода тюленей в 1967 г. могло привести к старению маточного стада (Кузнецов, 2017), что отражают и наши данные. По выброшенным на берег плывунам мы можем лишь предположительно оценить половозрастную структуру популяции каспийского тюленя. Во многом она зависит от особенностей (сроков) миграции тюленей разных возрастных и половых групп по западному Каспию и момента их конкретной гибели.

Сообщения о том, что современная популяция каспийского тюленя представлена разновозрастными генерациями до 50 лет (Хураськин, Захарова, 2006), вызывает у нас сомнения. Даже в самые благоприятные периоды, при практически полном отсутствии промысла, в 1989 г. старые самцы в возрасте 29–34 лет, которые уже не могли участвовать в размножении и считающиеся балластом для воспроизводства, составляли 29%, при этом в популяции единично присутствовали самки 37 лет (Кузнецов, 2017).

Что касается причин появления «плывунов», необходимо отметить, что местом гибели тюленей, выброшенных на побережье, является открытое море, на большом удалении от места выбросов. Об этом свидетельствует время выбросов (главным образом период осенних штормов) и глубокие постмортальные изменения выброшенных на берег животных. Ослабленных и умирающих тюленей среди них не отмечали. Однако вопрос о том, где именно, на каком участке моря появляются плывуны, как долго они переносятся от места гибели до того, когда и на каком месте берега они окажутся, является открытым.

Ранее мы представили нашу точку зрения о причинах появления плывунов на берегу, месте гибели тюленей в открытом море и путях переноса их на берег (Рожнов и др., 2022). Поздней осенью, в период миграции тюленей из Южного и Среднего Каспия на север, они могут случайно попадать в загазованные зоны, возникающие в результате сейсмических толчков и разгрузки напорных пластовых флюидов и локальных выбросов природного газа, в маловетреных условиях формирующих над поверхностью моря загазованные линзы воздуха, непригодного для дыхания. В результате попадания мигрирующих тюленей в такие зоны у них может происходить острая гипоксия и гибель

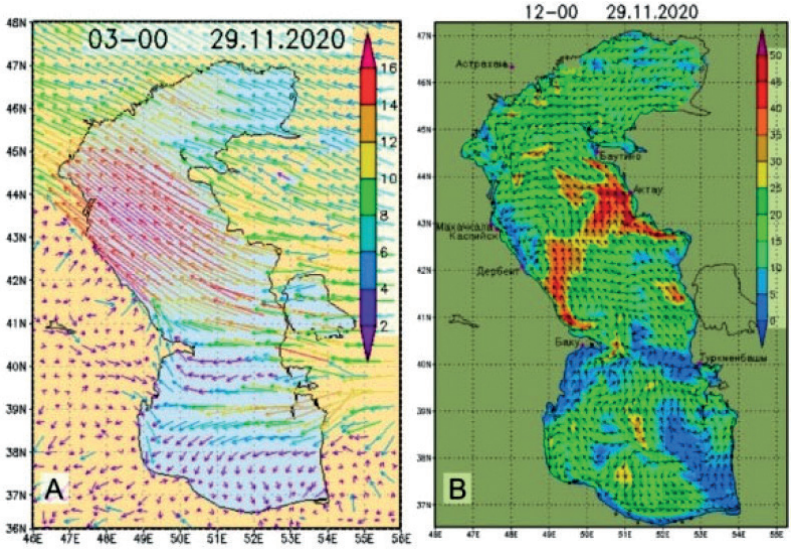


Рис. 6. Гидрометеорологическая обстановка в районе Каспийского моря 29.11.2020 г., в период наибольших выбросов плывунов на побережье Республики Дагестан: распределение модуля скорости приводного ветра (м/с) на высоте 10 м (A) и модуля вектора горизонтальных составляющих скорости течений (см/сек) на поверхности моря (B) (по: Рожнов и др., 2022).

вследствие снижения количества кислорода во вдыхаемом воздухе и отравления природными газами. Погибшие тюлени затем течениями и ветрами переносятся к побережью и штормами выбрасываются на него.

Высокая флюидодинамическая активность, выражающаяся в различных нефтяных, газовых и гидротермальных проявлениях – грязевых вулканах, грифонах, залповых или периодических газовых выбросах, характерна для бассейна Каспийского моря (Бухарицин и др., 2016). Флюидные разгрузки весьма часто фиксируются на акватории Северного и Среднего Каспия, являясь важным, но до настоящего времени недостаточно исследованным фактором среды обитания каспийского тюленя (Бухарицин, Голубов, 2017). Более подробно флюидодинамическая активность Каспия как фактор, влияющий на жизнь каспийского тюленя, рассмотрена в настоящей монографии в статье, специально посвященной этому вопросу (см. Путанс и др., 2026, с. 89–101).

Гидрометеорологическая обстановка, распределение каспийских тюленей в открытой части Северного и Среднего Каспия и сейсмическая активность в ноябре 2020 г., когда было выброшено значительное количество тюленей на его дагестанское побережье, нами были подробно рассмотрены ранее (Рожнов и др., 2022). Основное количество погибших тюленей было выброшено на берег во время шторма силой 6–7 баллов при сильных и крепких ветрах юго-восточного и восточного направлений при нагонном поверхностном течении, идущем с востока (рис. 6).

Сопоставление этих данных и позволило предположить, что произошедшие в это время локальные выбросы природного газа, непригодного для дыхания, могли оказаться смертельными ловушками для мигрирующих тюленей. Учитывая, что в осенний период половозрелые самки плотными группами по несколько десятков особей мигрируют из нагульных районов Южного и Среднего Каспия на север, к местам размножения на зимних ледовых залёжках, а молодые тюлени и зрелые самцы мигрируют вслед за ними несколько позже, это может объяснить преобладание беременных самок среди погибших тюленей.

Литература

Бадамшин Б.И., 1966. Возрастной состав продуцирующих самок каспийского тюленя как показатель состояния его запасов // Труды КаспНИРХ. Т. 22. С. 68–73.

Бадамшин Б.И., 1971. О массовой гибели каспийского тюленя // Труды КаспНИРХ. Т. 26. С. 261–264.

Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Климов Ф.В., Беляев В.А., Кузнецов В.В., Васильев А.Н., Скольский В.А., Марабаев Е.Н., Ербулеков С.Т., Куанышев Е.К., 2021. Оценка численности популяции каспийского тюленя по результатам инструментальных авиаучётов на льдах в северной части Каспийского моря в 2012, 2020 и 2021 гг. // Использование и охрана природных ресурсов в России. № 4. С. 81–93.

Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Климов Ф.В., Кузнецов В.В., Васильев А.Н., Скольский В.А., 2024. Российско-казахстанское сотрудничество в проведении авиучетов каспийского тюленя в Северном Каспии // Международная научная конференция к 300-летию Российской академии наук «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы». 12–14 ноября 2024 г. Махачкала. С. 8.

Бухарицин П.И., Голубов Б.Н., Иванов А.Ю., 2016. Особенности гидрологии и строения недр морских месторождений Каспия. Методы прогноза и мониторинга выбросов пластовых флюидов в условиях экспансии морской нефтегазодобычи. Palmarium Academic Publising Saarbrucken, Deutschland. 110 с.

Бухарицин П.И., Голубов Б.Н., 2017. Пластовые флюиды Каспия – элемент среды обитания каспийского тюленя. LAPLAMBERT Academic Publishing RU. 51 с.

Захарова Н.А., 2007. Причины снижения численности каспийского тюленя // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке. Мат. докл. межд. научно-практ. конф. (16–18 октября2007 г., г. Астрахань). Астрахань: КаспНИРХ. С. 49–51.

Кузнецов В.В., 2017. Влияние промысла на структуру популяции каспийского тюленя в исторической ретроспективе // Труды ВНИРО. Т. 168. С. 14–25.

Отчет о НИР «Мониторинг инфекций и инвазий промысловых видов рыб и оценка санитарного состояния водоема». КаспНИРХ. 2000. С. 112–113.

Путанс В.А., Либина Н.В., Иванов А.Ю., Ковачёв С.А., 2026. О флюидодинамике Каспийского моря // Настоящая монография, с. 89–101.

*Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.*Д., *Соловьёва М.*А., *Шипулин С.*В., *Кузнецов В.*В., *Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В.,* 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и её возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109.

Слудский А.А., Бадамшин Б.И., Бекенов А., Грачев Ю.А., Кыдырбаев Х.К., Лазарев А.А., Страутман Е.И., Фадеев В.А., Федосенко А.К., 1981. Млекопитающие Казахстана. Т. 3, ч. 1. Хищные (собачьи, медвежьи, енотовые), ластоногие (настоящие тюлени). Алма-Ата: Наука КазССР. 243 с.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., 2006. Каспийский тюлень: характеристика вида *Phoca* (*Pusa*) *caspica* Gmelin, 1788 // Морские млекопитающие Голарктики: Сборник научных трудов по материалам четвертой международной конференции, Санкт-Петербург, Россия, 10-14 сентября 2006 г. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербургского ун-та. С. 214–217.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Шестопалов А.Б., Хорошко В.И., 2002. О причинах массовой гибели каспийского тюленя в 2000 г. // Тезисы докладов второй международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики», Байкал, 2002. С. 276.

Чапский К.К., 1932. О каспийском тюлене-«плывуне» // Известия Ленинградского ихтиологического института. Т. 13(2). С. 159–165.

Kuiken T., Kennedy S., Barrett T., Van de Bildt M.W.G., Borgsteede F.H., Brew S.D., Codd G.A., Duck C., Deaville R., Eybatov T., Forsyth M.A., Foster G., Jepson P.D., Kydyrmanov A., Mitrofanov I., Ward C.J., Wilson S., Osterhaus A.D., 2006. The 2000 Canine distemper epidemic in Caspian seals (*Phoca caspica*): Pathology and analysis of contributory factors // Veterinary Pathology. V. 43 (3). P. 321–338.

Namroodi S., Shirazi A.S., Khaleghi S.R., Mills J.N., Kheirabady V., 2018. Frequency of exposure of endangered Caspian seals to Canine distemper virus, *Leptospira interrogans*, and *Toxoplasma gondii* // PLoS ONE. V. 13 (4): e0196070.

Pollack J.D., 2001. Caspian seal die-off is caused by canine distemper virus // Trends in Microbiology. V. 9. 108 p.

Обзор причин гибели каспийских тюленей («плывунов») на дагестанском побережье Каспийского моря

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Суворова И.В., Шипулин С.В., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В.

Перечень причин гибели каспийских тюленей, которые обычно предполагаются и обсуждаются при выбросе на берег мёртвых животных («плывунов»), довольно постоянен и ограничен. Как правило, это факторы прямого или опосредованного антропогенного воздействия: прилов на рыбных промыслах, гибель в браконьерских сетях, эпизоотии, воздействие загрязнителей и отравление токсикантами, гибель в результате подводной ударной волны в ходе геологоразведочных работ или военной деятельности. Эти же факторы рассматриваются в качестве угрожающих существованию каспийского тюленя и, исходя из этого, на основе их предлагаются те или иные управленческие решения для сохранения вида. Природные факторы при этом практически не принимаются во внимание, хотя при анализе негативных воздействий, угрожающих популяции каспийского тюленя, они обсуждаются.

Ранее мы проводили обзор причин гибели выброшенных на берег каспийских тюленей за последние 20 лет (Рожнов и др., 2022). В настоящей работе приводим его в более расширенном виде (табл. 1).

Таблица 1. Документированные случаи выбросов трупов каспийских тюленей в Среднем и Северном Каспии в XXI в. (по Рожнов и др., 2022 с дополнениями)

Год; месяц	Район	Количество, экз.	Вероятные причины	Источник
2000, май	Побережье Мангистауской обл. Республики Казахстан	Около 30 000	Чума плотоядных в сочетании с пастереллёзом и сальмонеллёзом	Иванов и др., 2001; Хураськин и др., 2002
2006, май	Северо-восточная часть Каспийского моря	Около 300	Причина не установлена	Гузиков, 2006
2007, май	Северо-восточная часть Каспийского моря	933	Предполагается связь гибели тюленей с неблагоприятными ледовыми условиями в зимний период	Захарова, 2007
2007, октябрь	Дагестанское побережье России (Сулакская бухта)	65	Предполагается гидродинамический удар	Захарова, 2008
2008	Северо-восточная часть Каспийского моря	72	Причина не установлена	Публикаций нет
2009, май	Баутинская коса Республики Казахстан	Около 350	Причина не установлена	Публикаций нет
2011, май	Побережье Мангистауской обл. Республики Казахстан	50	Причина не установлена	Публикаций нет
2012, весна	Северо-восточная часть Каспийского моря	35	Причина не установлена	Публикаций нет
2012, октябрь	Дагестанское побережье России у Аграханского п-ова от устья р. Сулак до о. Чечень	Около 200	Причина не установлена	Публикаций нет

2016, ноябрь	Дагестанское побережье России	Около 300	Причина не установлена	Публикаций нет
2017, весна	Побережье Республики Казахстан в р-не г. Форт-Шевченко	Около 240	Причина не установлена	Публикаций нет
2020, декабрь	Дагестанское побережье России	2515±443	Предполагается асфиксия в результате выброса природного газа, приведшего к острой гипоксии, угнетению ЦНС и летальному параличу респираторного центра	Рожнов и др., 2022
2021, май	Дагестанское побережье России	Более 170	Предполагается большая вероятность попадания тюленей в рыболовные сети и тралы и асфиксии	Публикаций нет, интернет-сообщения
2022, май	Дагестанское побережье России (пляжи Махачкалы и р-н Чёрных камней)	16	Предполагается связь гибели тюленей с ранним разрушением ледового покрова из-за тёплой зимы	Публикаций нет, интернет-сообщения
2022, ноябрь	Побережье Республики Казахстан в р-не г. Форт-Шевченко	более 300	Причина не установлена	Публикаций нет
2022, декабрь	Дагестанское побережье России	10172±1310	Предполагается асфиксия в результате выброса природного газа	Магомедов и др., 2024; Магомедов, Чунков, 2025, 2026
2023, январь	Дагестанское побережье России	283±36,0	Предполагается асфиксия в результате выброса природного газа	Магомедов, Чунков, 2025, 2026
2023, весна	Побережье Тупкараганского р-на Мангистауской обл. Республики Казахстан	78 к началу апреля, ещё 15 в начале мая	Причина не установлена	Публикаций нет
2024, весна	Побережье Тупкараганского р-на Мангистауской обл. Республики Казахстан	182	Причина не установлена	Публикаций нет
2024, октябрь-ноябрь	Побережье Мангистауской обл. Республики Казахстан: о-ва Кулалы, Морской, Подгорный, Новый, и р-ны Каражанбас и Каламкас	1989	Причина не установлена	Публикаций нет
2024, декабрь	Дагестанское побережье России	1343±97	Предполагается асфиксия в результате выброса природного газа	Магомедов, Чунков, 2025, 2026
2026, февраль	Дагестанское побережье России	106,2±36,5 молодых тюленей	Предполагается асфиксия в результате выброса природного газа	Публикаций нет, интернет-сообщения

Как видно из таблицы, выброс большего или меньшего числа погибших тюленей происходил достаточно регулярно, каждые 2–3 года, а в последние годы ежегодно. В северо-восточной части Северного Каспия, у побережья Республики Казахстан, мёртвые тюлени появляются обычно весной, после распаления льда, а в западной части Северного и Среднего Каспия, у побережья Республики Дагестан – осенью и зимой, в ок-

тябре-ноябре (Кузнецов, 2017). В подавляющем большинстве случаев причины смерти тюленей не были установлены.

Заметим, что хотя на казахстанском побережье мёртвые тюлени обычно отмечались весной, после таяния льда, а на дагестанском – поздней осенью и зимой (в ноябре–декабре), практически каждую весну, с началом миграционных процессов, погибшие тюлени отмечаются и на дагестанском берегу. Так, в мае 2021 г. здесь было обнаружено более 170 мёртвых особей (https://tvzvezda.ru/news/2021571216-leXPS.html). По сообщению Минприроды России, причиной их гибели с большой вероятностью могло быть попадание в рыболовные сети и тралы: *«На нескольких десятках километров берега, куда есть возможность добраться, найдены 170 погибших животных. Почти все (90%) – это молодые особи: длина тела не превышает 60-80 сантиметров, то есть тюленям было около двух лет. С огромной вероятностью причиной гибели стало попадание в рыболовные тралы. После чего с большей части погибших сняли шкурки, сбросили в море, а дальше их вынесло на берег»*. В мае 2022 г. на пляжах Махачкалы и в районе Чёрных камней было обнаружено 16 погибших тюленей, вероятной причиной гибели которых считается раннее разрушение ледового покрова в Северном Каспии вследствие тёплой зимы 2022 г. (https://arbuztoday.ru/astraxanskie-uchenye-vyyasnyayut-prichiny-massovoj-gibeli-tyulenej-na-kaspii/). Однако приведенные случаи нельзя отнести к массовой гибели тюленей и скорее их следует рассматривать в качестве артефактов.

В последние годы на побережье Казахстана всё чаще погибшие тюлени отмечаются и в осеннее время, хотя такие выбросы, возможно, могли происходить и ранее. В нулевые-десятые годы сообщения о выбросах поступали раз в 2-3 года, а начиная с 2020 г. они отмечаются каждый год, иногда – несколько раз за год (табл. 1). Это может быть связано с увеличившимся вниманием к проблеме как со стороны властей (в 2020 г. каспийский тюлень был занесен в Красные книги Российской Федерации и Казахстана), так и со стороны средств массовой информации, а также с возросшей скоростью распространения новостей – фото мёртвых тюленей от людей, оказавшихся на побережье, попадают в социальные сети, о них узнают специалисты и выезжают для обследования территории.

При массовых выбросах мёртвых тюленей на побережье Каспия в первую очередь обсуждаются вопросы эпизоотического характера. Тем не менее, доказанность гибели тюленей в результате эпизоотий – единичный случай за прошедшие четверть века: это массовая гибель каспийских тюленей, которая произошла в апреле-июне 2000 г., и на нём мы остановимся более подробно.

В этот период на острова Северного Каспия и береговую полосу Казахстана, России (дагестанское побережье) и Азербайджана в общей сложности было выброшено около 25–30 тыс. особей. Основной причиной гибели тюленей была названа чума плотоядных, осложнённая секундарными инфекциями (Отчет НИР…, 2000; Pollack, 2001; Хураськин и др., 2002; Kuiken et al., 2006; Захарова, 2007; Namroodi et al., 2018). В результате иммунологического анализа у 75% животных были выявлены характерные патологические изменения в иммунной системе. Бактериологический анализ показал 100% инфицирование паренхиматозных органов тюленей (Экотоксикологические исследования..., 2002). Токсикологический анализ свидетельствовал о хроническом токсикозе животных, ослабившем их иммунитет и спровоцировавшем заболевания. Наиболее вероятной причиной этого токсикоза, по мнению некоторых экспертов (Баймуканов, 2017), было кумулятивное действие нефтяного и пестицидного загрязнения.

В Мангистауской области Республики Казахстан у животных, погибших от чумы плотоядных в 2000 г., симптоматический комплекс включал «дрожь», конъюктивит, обильные слизистые выделения из носовой полости, многочисленные флегмоны и язвы на

теле. Симптомы у взрослых и молодых животных были сходны. Бактериологическое обследование паренхиматозных органов и крови показало 100% инфицирование тканей, при этом у животных с ярко выраженной клиникой доминирующее положение в структуре микробного пейзажа занимали *Salmonella stratford* и *Pausterella septica*. Вирулентность штаммов была подтверждена результатами анализа биопробы. Однако по мнению некоторых исследователей (Иванов и др., 2001; Ларцева и др., 2001; Хураськин и др., 2001, 2002) данная комбинированная инфекция не была основной причиной гибели разновозрастных животных, а являлась сопутствующей вирусному поражению.

В последующие годы, после осенних выбросов плывунов на дагестанское побережье Каспия в 2007, 2012 и 2016 гг., патологоанатомической картины, характерной для заболевания чумой плотоядных, диагностированной в 2000 г., у мёртвых тюленей не наблюдали. Ослабленных и умирающих животных на побережье также не отмечали. Среди погибших тюленей преобладали взрослые особи хорошей упитанности (толщина подкожного жира составляла от 5 до 7 см) (Захарова, 2008; Кузнецов и др., 2008).

В 2020-е гг., когда к Каспийскому региону в целом и каспийскому тюленю и к его выбросам на побережье в частности, стала проявлять повышенный интерес природоохранная общественность, обсуждение эпизоотических причин гибели каспийских тюленей, выброшенных на берег, как и других причин его смертности, вновь активизировалось (Kydyrmanov et al., 2023; Sobolev et al., 2023; Gadzhiev et al., 2024).

Сообщения о выбросах погибших каспийских тюленей продолжились и после 2020 г., встречи выброшенных тюленей вдоль береговой зоны Среднего Каспия были отмечены и в 2022–2024 гг. (Магомедов, Чунков, 2025, 2026; Магомедов и др., 2026, см. настоящую монографию, с. 260–268).

Обстоятельства и возможные причины гибели каспийских тюленей, выброшенных на берег, наиболее подробно и разносторонне были исследованы во время ноябрьских локальных выбросов мёртвых тюленей на побережье Республики Дагестан в 2020 и 2022 гг. (Рожнов и др., 2022), а также в 2023 и 2024 гг. Эти случаи в основных чертах соответствуют общей картине осенних штормовых выбросов «плывунов» последних 90 лет. Как и в предыдущие годы, в ходе обследования побережья не было обнаружено агонизирующих, больных или ослабленных живых тюленей, были только мёртвые животные на разных стадиях разложения. При этом погибшие тюлени были хорошо упитаны, а большинство самок беременны.

Что же может вызывать гибель и выброс на побережье вполне здоровых и хорошо упитанных животных в короткий промежуток времени? Возможные гипотезы о причинах гибели тюленей, традиционно обсуждаемые при многочисленных выбросах тюленей на побережье, мы рассмотрим на примере подробного их анализа и сопоставления с имеющимися фактами, полученными в ноябре-декабре 2020 г. Гибель тюленей и их выброс в последующие годы на дагестанское побережье имели, по-видимому, по результатам их осмотра, те же причины.

Прилов на рыбных промыслах. Гибель тюленей при траловом промысле кильки, либо на нелегальном браконьерском промысле осетровых ставными сетями довольно активно обсуждалась некоторыми коллегами (Ермолин, 2019; Svolkinas et al., 2019).

Характерными патологоанатомическими признаками гибели тюленей, попавших в тралы, являются изменения в их лёгких и сердце (полнокровие и венозный застой), характерные для асфиксии. У тюленей, погибших в ноябре-декабре 2020 г., такие признаки были отмечены. Но являются ли они следствием попадания тюленей в тралы?

Гипотеза о попадании большого количества тюленей в тралы, используемые на промысле кильки (иных траловых промыслов на Каспии в настоящее время нет), предпола-

гает, что тюлени должны концентрироваться в районах скоплений кильки обыкновенной и питаться ею в непосредственной близости от промысловых судов, а в желудках погибших тюленей при этом должна присутствовать килька. Патологоанатомическое вскрытие выброшенных на берег 13 тюленей, однако, показало, что килька в их желудках полностью отсутствовала. У восьми тюленей желудки были пусты, а у других пяти в желудках присутствовали бычки и вобла, что, с одной стороны, указывало на их активное питание перед гибелью, а с другой стороны – на питание животных на глубинах более мелких (изобаты менее 15–20 м), чем те, на которых осуществляется промысел кильки (изобаты свыше 30 м). Кроме того, гипотеза о гибели большого количества (2,5 тыс. особей) тюленей на траловом промысле кильки подразумевает, с учётом времени наступления смерти основного количества животных, что в середине ноября 2020 г. на промысле ежедневно должно было погибать не менее 250 животных. Это невозможно чисто технически и, кроме того, не подтверждается данными научного мониторинга промысла: осенью 2020 г. научные наблюдатели КаспНИРХа работали на каждом судне, осуществлявшем траловый промысел кильки. В перечень их задач входила регистрация тюленей в районе промысла (и живых, и «плывунов»), а также анализ состава уловов. По данным этого мониторинга, в ноябре 2020 г. в западной части Среднего Каспия на предзимовальных концентрациях кильки одновременно работало от 3 до 14 судов. Улов варьировался от 6,3 до 23,4 т на судо-сутки и состоял практически из чистой кильки: прилов других видов рыб не превышал 0,43% по массе. Промысел был затруднен штормовой погодой: в период с 10 по 30 ноября флотом было отработано всего 14 суток. В течение всего месяца живые и мёртвые тюлени в непосредственной близости от промысловых судов ни разу не отмечались (Отчет НИР..., 2021). Таким образом, подтверждение гибели тюленей на траловом промысле кильки осенью 2020 г. отсутствует.

Гибель в браконьерских сетях. Гибель столь большого количества тюленей в браконьерских сетях также не может быть подтверждена. Браконьерские «осетровые» сети оставляют на телах тюленей характерные хорошо заметные следы (порезы), а среди обследованных трупов, обнаруженных на дагестанском побережье в ноябре 2020 г. (и в последующие годы), такие следы, с уже заросшими порезами, были отмечены лишь у трёх из 313 обследованных погибших тюленей.

Эпизоотии. Мы уже отмечали, что основным летальным инфекционным заболеванием каспийского тюленя является чума плотоядных, которая может проходить в сочетании с сопутствующими инфекциями (Хураськин, Захарова, 2000). Вирусологический анализ (ПЦР) тканей внутренних органов тюленей, погибших осенью 2020 г., не выявил присутствия возбудителей аденовирусных, гепивирусных (гепатит Е), герпесвирусных, гриппозных (вирусы гриппа A, B, C, D), коронавирусных, парамиксовирусных (в том числе морбилливируса плотоядных), поксвирусных, лиссавирусных, ретровирусных, флавивирусных инфекций животных. Некропсия также не выявила признаков, характерных для инфекционных заболеваний и гельминтозов высокой интенсивности. Отсутствие признаков истощения у погибших животных и хорошая их упитанность (оценивалась по толщине подкожного жира) указывали на то, что к моменту гибели тюлени были в целом здоровыми животными. Приведенные факты позволяют исключить гипотезу об инфекционных или гельминтозных заболеваниях как причине массовой гибели тюленей в 2020 г. По той же причине можно исключить гибель тюленей в результате истощения (голодания).

Последнее время появляется всё больше сообщений о новых вирусных угрозах каспийскому тюленю, основанных на регистрации высокопатогенного вируса птичьего гриппа у диких птиц на Каспии (Sobolev et al., 2023) и выделении этого вируса у других

морских млекопитающих, включая разные виды настоящих тюленей, в других регионах (NOAA fisheries, 2025; Алексеев и др., 2026 – см. настоящую монографию, с. 308–328). Предполагается, что вирусные заболевания могут в значительной степени влиять на численность и каспийского тюленя (Forsyth et al., 1998; Kennedy et al., 2000). В ряде работ отмечено присутствие некоторых вирусов на выброшенных на берег тюленях (Kydyrmanov et al., 2023; Gadzhiev et al., 2024), но доля таких животных чрезвычайно мала. Таким образом, кроме чумы плотоядных, выявленной во время массовой гибели тюленей в 2000 г., до настоящего времени убедительных вирусологических данных о гибели каспийских тюленей от этого фактора не получено. Следует также заметить, что различные виды эпизоотий (инфекционной или инвазионной природы) в принципе не могут привести к единовременной массовой гибели животных: это всегда последовательная, требующая продолжительного времени, цепь заражений, инкубационного периода и возникающих за ними заболеваний.

Воздействие загрязнителей и отравление токсикантами. Воздействие на тюленей тяжелых металлов, нефтепродуктов, стойких органических загрязнителей, пестицидов и т.д. нередко указывается в перечне возможных причин гибели тюленей. В частности, в мае 2006 г. в северо-восточной части Каспийского моря было обнаружено около 300 погибших тюленей (Гузиков, 2006). Причина гибели не была установлена, но поскольку в воде в местах обнаружения погибших тюленей было отмечено повышение ПДК фенолов и СПАВ в 3–6 раз, нефтепродуктов более чем в 30 раз, эти события стали рассматривать как связанные между собой. Однако отравление токсикантами не может привести к внезапной массовой гибели в ограниченном районе (Патин, 1979; Володина, 2014; Ершова, Зайцев, 2016; Ершова и др., 2016). Токсикозы, наблюдаемые у гидробионтов – показатель идущей в популяции выборочной элиминации генотипов: особи, наиболее чувствительные к какому-то токсико-патологическому фактору, в антропогенно загрязненных водоёмах элиминируются, они меньше других оставляют потомства или не оставляют его совсем (Макрушин и др., 2014). Т.е. сами по себе хронические токсикозы не приводят к одномоментной массовой гибели особей в популяции, становясь фактором, снижающим сопротивляемость и устойчивость организма, что в определённой степени повышает вероятность более тяжёлого течения любого заболевания и его летальный исход.

Содержанию тяжелых металлов и микроэлементов в организме широкого круга гидробионтов Каспийского моря и каспийских тюленей, в частности, уделяется большое внимание (Захарова, 2004; Ikemoto et al., 2004; Ершова и др., 2016). При этом одному из наиболее опасных для большинства живых организмов и широко распространенных в экосистемах токсичных металлов, ртути (Driscoll et al., 2013), которая поступает в окружающую среду как из природных, так из антропогенных источников, в отношении каспийского тюленя уделяется не так много внимания (Ершова, Зайцев, 2016). Наши исследования (Удоденко и др., 2026, см. настоящую монографию, с. 281–291) показали, что уровень накопления ртути у этого вида находится в пределах значений, характерных для других обитающих в разных широтах ластоногих, а антропогенная нагрузка на Каспий не приводит к повышенным концентрациям ртути в биоте. Выявленные концентрации ртути у каспийского тюленя не представляют вреда для животных и не могут быть причиной их массовой гибели.

Нефтепродукты, стойкие органические загрязнители (СОЗ) и другие органические загрязнители (ПХДД/ПХДФ, ПХБ, ДДТ, ГХЦГ и др.) – одни из основных антропогенных загрязнителей Каспийского бассейна, которые являются серьёзной экологической проблемой и для каспийского тюленя. Однако содержание этих антропогенных загрязнителей в жировой ткани тюленей оказалось ниже значений, при которых можно было бы

ожидать явное их влияние на состояние здоровья животных, и, к тому же, в течение ряда лет наблюдается тенденция к постепенному снижению их уровней (Кудрявцева и др., 2026, см. настоящую монографию, с. 292–303). Кроме того, спутниковый мониторинг плёночных нефтезагрязнений свидетельствует о том, что они могут влиять на тюленей только опосредованно (Иванов и др., 2026, см. настоящую монографию, с. 102–115).

Для острого отравления характерно быстрое течение и внезапная гибель, что соответствует происходившим в осенние периоды 2020–2024 гг. выбросам тюленей на побережье. При этом в водной среде острое отравление токсикантами химического происхождения должно было бы затронуть и рыбу, и водных беспозвоночных, гибели которых в эти периоды в средней части Каспийского моря не регистрировали. Кроме того, у всех тюленей, выброшенных на дагестанское побережье, отсутствовали истощение и другие признаки хронического токсикоза, а большая часть самок были беременными, т.е. их репродуктивный потенциал явно не пострадал. Совокупность этих фактов позволяет исключить антропогенный токсикоз из возможных причин гибели выброшенных на берег тюленей в рассматриваемый период.

Гибель в результате подводной ударной волны. На Каспии выполняются работы, в результате которых может возникать подводная ударная волна. Это может происходить в ходе геологоразведочных работ или военной деятельности. В результате такой волны у животных должны возникать такие признаки контузии, как переломы костей черепа и осевого скелета, на лёгких появляться отпечатки рёбер, в среднем ухе и головном мозге – кровоизлияния и другие (Титов, 2006). Отсутствие таких характерных признаков контузии у выброшенных на берег мёртвых тюленей в 2020–2024 гг., когда проводилось специальное обследование погибших животных, исключает их гибель от подводной ударной волны.

Асфиксия в результате выброса природного газа. Наиболее вероятной причиной гибели тюленей в ноябре 2020 г. нами была признана асфиксия в результате выброса природного газа (Рожнов и др., 2022), который, как отмечают специалисты по судебно-медицинской экспертизе интоксикаций бытовым и серосодержащим природным газом (Судебная медицина..., 2000; Кан, Беликов, 2002; Калинина и др., 2016; Самищенко, 2021), мог привести к острой гипоксии, угнетению ЦНС и летальному параличу респираторного центра. Погибшие тюлени затем в результате происходящих на море процессов – течений, ветров и штормов – переносятся к побережью и выбрасываются на те или иные его участки. Того же мнения мы придерживаемся и относительно причин гибели и появления большого количества мёртвых тюленей на побережье и в 2022 и 2024 гг. При этом мы отдаём себе отчёт в том, что эта гипотеза требует дальнейшего изучения и подтверждения анализом воздуха, содержащегося в альвеолах только что погибших животных.

Нельзя не отметить также тот факт, что 13–15.02.2026 г. южнее г. Каспийска (Республика Дагестан) на расстоянии 10 км в море была отмечена серия подводных землетрясений, из которых не менее шести были магнитудой более 3.4–4.1. После поступивших сообщений о гибели птиц в районе г. Каспийска 19.02.2026 г. мы обследовали береговую линию моря г. Махачкала – г. Каспийск – пос. Ачису протяженностью 41 км и обнаружили крупное скопление выброшенных трупов представителей околоводной фауны. На трёх стандартных береговых учётных линиях мы зарегистрировали следующие виды: 159 больших чомг (53,0±4,0 особи/км), 85 мелких чомг (28,3±3,8 особи/км), 20 лебедей, чаек и других видов птиц (6,7±0,3 особи/км), 8 молодых неполовозрелых самцов тюленей в возрасте 2–4 лет (2,6±0,9 особи/км). Сопоставление сроков гибели птиц, находящихся на зимовке и активных на поверхности моря, и молодых самцов тюленей с проис-

шедшей серией подводных землетрясений также позволяет предположить отравление их выходами газовых смесей со дна моря во время землетрясений. Под выход газов попали и молодые неполовозрелые тюлени (общее число погибших тюленей оценено нами в 106,2±36,5 особей), либо оставшиеся на зимовке в Среднем Каспии, либо готовившиеся мигрировать для линьки.

* * *

Подводя итог обзору причин гибели выброшенных на берег тюленей, можно выявить некоторые общие закономерности. Выбросы большого количества мёртвых тюленей на дагестанское побережье Каспийского моря носят закономерный характер и происходят регулярно, как правило – в один и тот же позднеосенний период (обычно в конце ноября – начале декабря). Мёртвых животных на западное побережье Среднего Каспия чаще всего выносят преимущественные юго-восточные сильные ветра и активные шторма, характерные для позднеосеннего периода (Магомедов, 2026 – см. настоящую монографию, с. 163–188). Выброшенные на берег мёртвые тюлени характеризуются хорошей упитанностью, что естественно после нагула, большая часть самок беременны. Среди выброшенных на берег тюленей отсутствуют живые или агонизирующие животные, все они находятся на той или иной стадии постмортального разложения, что свидетельствует о более или менее продолжительном нахождении их в море.

Поздняя осень – это период миграции тюленей после нагула из Южного и Среднего Каспия на север, пути которой известны, через широкую пограничную зону между ними (Дмитриева и др., 2015; Пилипенко и др., 2026 – см. настоящую монографию, с. 241–259). Широкая пограничная зона между Южным и Средним Каспием отличается постоянной и высокой сейсмической активностью (Апшеронский порог, Северная сейсмотектоническая зона, восточная окраина Дербентского прогиба), которая сопутствует флюидодинамическим процессам, сопровождающимся выходом природных газов (Путанс и др., 2026 – см. настоящую монографию, с. 89–101). Связь перечисленных событий и места их проявления позволяет предполагать гибель тюленей именно в этой зоне.

На основании имеющихся данных литературы, осмотра, патологоанатомического и вирусологического анализа выброшенных на побережье мёртвых каспийских тюленей можно достаточно уверенно исключить из возможных причин их гибели за период с 2000 г. по настоящее время попадание животных в орудия рыбных промыслов или браконьерские сети, эпизоотии (за исключением чумы плотоядных в 2000 г.), истощение (голод), воздействие загрязнителей и отравление токсикантами, воздействие подводной ударной волны.

Исходя из перечисленного, наиболее вероятной причиной гибели выброшенных на побережье мёртвых каспийских тюленей является естественный фактор – попадание их во время позднеосенней миграции в зоны, возникающие в результате сейсмических толчков и разгрузки напорных пластовых флюидов и локальных выбросов природного газа, где в маловетреных условиях на поверхности моря формируются загазованные линзы воздуха, непригодного для дыхания, вызывающие острую гипоксию, отравление и гибель животных. Погибшие тюлени затем переносятся течениями и ветрами к побережью и штормами выбрасываются на те или иные его участки.

Предложенная нами гипотеза ранее никогда не рассматривалась в связи с гибелью тюленей на Каспии, хотя возможность негативного влияния землетрясений и связанной с ними флюидодинамической активности на шельфе Каспийского моря на водные биологические ресурсы и среду их обитания в литературе ранее обсуждалась (Люшвин, Капинский, 2009; Люшвин, 2019). Эти авторы высказывали предположение, что сейсмические

толчки и выброс природного газа могут снижать численность каспийского тюленя через негативное влияние на его кормовую базу (снижая биомассу рыбы и бентоса). Результаты нашего исследования свидетельствуют, что флюидодинамическая активность может действовать на каспийского тюленя не только опосредованно, но и непосредственно.

Таким образом, регулярные массовые выбросы тюленей на побережье Каспия можно считать естественным природным явлением, в основе которого лежат характерные для Каспийского региона геодинамические процессы. Такие явления происходят на Каспии в течение весьма продолжительного исторического времени, и каспийский тюлень к ним адаптирован, свидетельством чему является быстрое восстановление численности, как это отмечено в последние годы (Сидоров и др., 2026 – см. настоящую монографию, с. 222–242).

Организация службы регулярного мониторинга береговой полосы и утилизации погибших животных способствовала бы своевременному их учёту, сбору биологических образцов от погибших животных, проведению последующих лабораторных исследований для получения достоверной информации о возможных причинах смертности каспийского тюленя, а также обеспечивала бы лучшее санитарно-эпидемиологическое состояние побережья.

Литература

Алексеев А.Ю., Петербридж Г., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М., 2026. Вирусные угрозы каспийскому тюленю // Настоящая монография, с. 308–328.

Баймуканов М.Т., 2017. Как сохранить каспийского тюленя (*Pusa caspica*)? // Известия нац. АН Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. № 6 (324). С. 100–111.

Володина В.В., 2014. Морфофункциональное состояние органов и тканей каспийского тюленя (*Phoca capsica*, Gmelin, 1788) в современных условиях. Автореф. дисс. канд. биол. наук по ВАК 03.02.08. Астрахань. 205 с.

Гузиков Л., 2006. Причины массовой гибели тюленей и рыб // Новости Актау от 31.08.2006 г.

Дмитриева Л., Баймуканов М., Баймуканов Т., Казымбеков Е., Исмагамбетов Б., Калдыбаев С., Карамендин К., Касымбеков Э., Веревкин М., Уилсон С., Гудман С., 2015. Сезонные миграции и использование среды обитания каспийскими тюленями // Морские млекопитающие Голарктики: VIII Междунар. Конф. (22-27 сентября 2014 г., г. Санкт-Петербург): сб. тез. М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». Т. 1. С. 160–164.

Ермолин И.В., 2019. Исторический контекст развития браконьерского промысла осетровых и проблема прилова каспийской нерпы (*Pusa caspica*) в Каспийском море (дельта Волги и Республика Дагестан, 1990–2000 гг.) // Морские млекопитающие Голарктики. Т. 1. М. С. 112–121.

Ершова Т.С., Танасова А.С., Зайцев В.Ф., Володина В.В., 2016. Тяжелые металлы в организме каспийской нерпы (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. Т. 10. № 2.С. 27–34.

Ершова Т.С., Зайцев В.Ф., 2016. Содержание ртути в органах и тканях каспийского тюленя (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788) // Юг России: экология, развитие. Т. 11. № 1. С. 69–78.

Захарова Н.А., 2004. Количественное содержание микроэлементов в тканях каспийского тюленя // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. Астрахань: Изд-во АГТУ. № 2 (21). С. 169–171.

Захарова Н.А., 2007. Причины снижения численности каспийского тюленя // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: Международная научно-практическая конференция (16–18 октября 2007 г., г. Астрахань): Материалы докладов. Астрахань: КаспНИРХ. С. 49–51.

Захарова Н.А., 2008. Выброс каспийского тюленя (*Phoca caspica*) в районе дагестанского побережья осенью 2007 г. // Морские млекопитающие Голарктики: V Международная конференция (14–18 октября 2008 г., г. Одесса): Сборник тезисов. М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 613–614.

Иванов А.Ю., Никитский А.Н., Юнина А.В., Балагуров А.А., Книжников А.Ю., 2026. Пленочные нефтезагрязнения Северного и Среднего Каспия по данным радиолокационного мониторинга в 2023–2024 гг. // Настоящая монография, с. 102–115.

Иванов В.П., Хураскин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Ларцева Л.В., Хорошко В.И., Рылина О.Н., Валедская О.М., Сокольский А.Ф., 2001. Результаты исследований массовой гибели тюленей в Каспийском море в апреле–июне 2000 г. // Исследования рыболовства в Каспийском море: результаты исследований за 2000 г. Астрахань: КаспНИРХ. С. 264-268.

Калинина Е.Ю., Ягмуров О.Д., Сетко Н.П., 2016. Судебно-медицинская экспертиза интоксикаций бытовым и серосодержащим природным газом: пособие для врачей. М.: Издательский дом Академии Естествознания. 109 с.

Кан В.Б., Беликов И.Е., 2002. Судебная медицина: Курс лекций. Екатеринбург: Изд-во Уральского юридического института МВД России. 115 с.

Кудрявцева А.Д., Шелепчиков А.А., Бродский Е.С., Мир-Кадырова Е.Я., Соловьёва М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В., 2026. Органические загрязнители каспийского тюленя и подходы к их определению // настоящая монография, с. 292–303.

Кузнецов В.В., Бедрицкая И.Н., Эмирова Р.И., Рылина О.Н., Володина В.В., 2008. Исследовать состояние популяции тюленя в Каспийском бассейне и разработать ОДУ на 2009 г. (отчёт КаспНИРХ). Астрахань. 31 с.

Кузнецов В.В., 2017. Влияние промысла на структуру популяции каспийского тюленя в исторической ретроспективе // Труды ВНИРО. Морские млекопитающие. Т. 168. С. 14–25.

Ларцева Л.В., Болдырева Я.М., Евдокимова М.П., 2001. О гибели каспийского тюленя // Рыбохозяйственная наука в XXI веке. Тезисы докладов. Всероссийская конференция молодых ученых (Владивосток, 21-23 мая 2001 г.). Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 8–9.

Люшвин П.В., 2019. Причина колебаний численности каспийских и беломорских тюленей // Труды VII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)». Т. I (IV). Тверь: ООО «ПолиПРЕСС». С. 124–126.

Люшвин П.В., Карпинский М.Г., 2009. Причины резких сокращений биомасс зообентоса и их последствия // Рыбное хозяйство. № 5. С. 65–69.

Макрушин А.В., Беляков В.П., Чинарёва И.Д., Васильев А.С., Фефилова Е.Б., Кононова О.Н., 2014. Токсикозы гидробионтов и их патогенная эволюция // Астраханский вестник экологического образования. № 4 (30). С. 89–96.

Магомедов М.-Р.Д., 2026. Состояние природной среды и экология каспийского тюленя в пределах азербайджанского сектора Каспия // Настоящая монография, с. 163–188.

Магомедов М.-Р.Д., Чунков М.М., 2025. Оценка численности выбросов тюленей (*Pusa caspica* Gmelin, 1788) на дагестанском побережье Каспия в 2020–2024 гг. // Вестник Дагестанского научного центра. № 96. С. 6–11.

Магомедов М.-Р.Д., Чунков М.М., 2026. Учет и половозрастная структура тюленей–«плывунов» (*Pusa caspica*), выбрасываемых вдоль береговой лини дагестанского побережья Среднего Каспия за 2020–2024 годы // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XII Съезд Териологического общества им. академика В.Е. Соколова при РАН). Материалы конференции с международным участием, 2–6 февраля 2026 г., г. Москва, ИПЭЭ РАН. М.: Товво научных изданий КМК. С. 250.

Магомедов М.-Р.Д, Чунков М.М. Абдулмаджидов С.М., 2024. Половая структура и размерный диапазон погибших каспийских нерп (Pusa capsica) вдоль побережья среднего Каспия за 2022 год // Материалы XXVI Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России». С. 56–60.

Магомедов М.-Р.Д., Рожнов В.В., Бизиков В.А., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Чунков М.М., Сидоров Л.К., Абдулмаджидов С.М., 2026. «Плывуны»: количественная оценка, половой состав и размерный ряд погибших тюленей вдоль береговой зоны Среднего Каспия за 2022–2024 годы // Настоящая монография, с. 260–268.

Отчет о НИР «Мониторинг инфекций и инвазий промысловых видов рыб и оценка санитарного состояния водоема». КаспНИРХ. 2000. С. 112–113.

Патин С.А., 1979. Влияние загрязнений на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Пищевая промышленность. 304 с.

Пилипенко Г.Ю., Соловьёва М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В., 2026. Ключевые местообитания каспийского тюленя: сезонные изменения и общие тренды // настоящая монография, с. 243–259.

Путанс В.А., Либина Н.В., Иванов А.Ю., 2026. О флюидодинамике Каспийского моря // настоящая монография, с. 89–101.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В., 2022. О гибели каспийских

тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и ее возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87-109. htpps://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-187-87-109

Самищенко С.С., 2021. Судебная медицина: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Юрайт. 471 с.

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Климов Ф.В., Скольский В.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., 2026. Распределение и численность каспийского тюленя по данным авиаучетов в зимне-весенний период 2012-2024 гг. // настоящая монография, с. 222–242.

Судебная медицина: Учеб. пособие для вузов. 2000. Под ред. проф. А.Ф. Волынского. М.: ЮНИТИ-ДАНА, Закон и право. 639 с.

Титов Р.В., 2006. Повреждения внутренних органов в различных типах дыхательного снаряжения при дистантных подводных взрывах (медико-экспериментальное исследование). Дисс. канд. мед. наук по ВАК РФ 05.26.02. СПб. 142 с.

Удоденко Ю.Г., Соловьева М.А., Глазов Д.М., Климов Ф.В., Камышлова Т.Б., Комов В.Т., Рожнов В.В., 2026. Ртуть в шерсти, вибриссах и цельной крови каспийской нерпы // Настоящая монография, с. 281–291.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А. 2000. Современные условия формирования биоресурсов популяции каспийского тюленя // Морские млекопитающие Голарктики: Международная конференция (21-23 сентября 2000 г., г. Архангельск): Сборник материалов. М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 414–417.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Ларцева Л.В., Валедская *О.В., Хорошко В.И.*, 2001. Современное состояние популяции каспийского тюленя в Волго-Каспийском бассейне (Отчёт КаспНИРХ). Астрахань. 16 с.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Шестопалов А.Б., Хорошко В.И., 2002. О причинах массовой гибели каспийского тюленя в 2000 г. // Морские млекопитающие Голарктики: II Междунар. конф. (10-15 сентября 2002 г., п. Листвянка): сб. тез. М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 276–277.

Экотоксикологические исследования: изучение накопления токсичных загрязняющих веществ и связанных с ними патологий каспийских осетровых, тюленей и костистых рыб (ЭКОТОКС). Итоговый отчет. 2002.

Driscoll C.T., Mason R.P., Chan H.M., Jacob D.J., Pirrone N., 2013. Mercury as a global pollutant: Sources, pathways, and effects // Environ. Sci. Technol. V. 47. P. 4967–4983.

Forsyth M.A., Kennedy S., Wilson S., Eybatov T., Barrett T., 1998. Canine distemper virus in a Caspian seal // Vet. Rec. V. 143. P. 662–664.

Gadzhiev A., Petherbridge G., Sharshov K., Sobolev I., Alekseev A., Gulyaeva M., Litvinov K., Boltunov I., Teymurov A., Zhigalin A., Daudova M., Shestopalov A., 2024. Pinnipeds and avian influenza: a global timeline and review of research on the impact of highly pathogenic avian influenza on pinniped populations with particular reference to the endangered Caspian seal (*Pusa caspica*) // Front. Cell. Infect. Microbiol. V. 14. P. 1325977.

Ikemoto T., Kunito T., Watanabe I., Yasunaga G., Baba N., Miyazaki N., Petrov E.A., Tanabe Sh., 2004. Comparison of trace element accumulation in Baikal seals (*Pusa sibirica*), Caspian seals (*Pusa caspica*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) // Environmental Pollution. V. 127. P. 83–9

Kennedy S., Kuiken T., Jepson P.D., Deaville R., Forsyth M., Barrett T., van de Bildt M.W., Osterhaus A.D., Eybatov T., Duck C., Kydyrmanov A., Mitrofanov I., Wilson S., 2000. Mass die-off of Caspian seals caused by canine distemper virus // Emerg. Infect. Dis. V. 6 (6). P. 637–639.

Kuiken T., Kennedy S., Barrett T., Van de Bildt M.W.G., Borgsteede F.H., Brew S.D., Codd G.A., Duck C., Deaville R., Eybatov T., Forsyth M.A., Foster G., Jepson P.D., Kydyrmanov A., Mitrofanov I., Ward C.J., Wilson S., Osterhaus A.D., 2006. The 2000 Canine distemper epidemic in Caspian seals (*Phoca caspica*): Pathology and analysis of contributory factors // Veterinary Pathology. V. 43 (3). P. 321–338.

Kydyrmanov A., Karamendin K., Kassymbekov Y., Kumar M., Mazkirat S., Suleimenova S., Baimukanov M., Carr I.M., Goodman S.J., 2023. Exposure of wild Caspian seals (*Pusa caspica*) to parasites, bacterial and viral pathogens, evaluated via molecular and serological assays // Frontiers in Marine Science. V. 10. 10.3389/fmars.2023.1087997.

Namroodi S., Shirazi A.S., Khaleghi S.R., Mills J.N., Kheirabady V., 2018. Frequency of exposure of endangered Caspian seals to Canine distemper virus, *Leptospira interrogans*, and *Toxoplasma gondii* // PLoS ONE. V. 13 (4). 10 p.

National Oceanic and Atmospheric Administration fisheries (NOAA fisheries). Marine Mammal Protection Marine Mammal Unusual Mortality Events. 2025. Available at: https://www.fisheries.noaa.gov/

national/marine-mammal-protection/marine-mammal-unusual-mortality-events (Accessed September 22, 2025).

Pollack J.D., 2001. Caspian seal die-off is caused by canine distemper virus // Trends in Microbiology. V. 9. 108 p.

Sobolev I., Gadzhiev A., Sharshov K.A., Ohlopkova O., Stolbunova K., Fadeev A., Dubovitskiy N., Glushchenko A., Irza V., Perkovsky M., Litvinov K., Meshcheriakova N., Petherbridge G., Shestopalov A., 2023. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus–induced mass death of wild birds, Caspian Sea, Russia // Emerg. Infect. Dis. V. 29 (12). P. 2528–2532.

Svolkinas L., Gadzhiev A., Holmes G., Goodman S., 2019. Socio-economic models for marine conservation: The illegal wildlife trade in Caspian seal (*Pusa caspica*) products // World Marine Mammals Conference. Barcelona. P. 692–693.

Ртуть в шерсти, вибриссах и цельной крови каспийской нерпы

Удоденко Ю.Г., Соловьева М.А., Глазов Д.М., Климов Ф.В., Камшилова Т.Б., Комов В.Т., Рожнов В.В.

Кроме негативно влияющих на состояние каспийского тюленя факторов, таких как сокращение ледового покрова, трансформация местообитаний, подрыв кормовой базы, отлов животных (в том числе – нелегальный), судоходство, внедрение инвазивных видов и другие (Dmitrieva et al., 2013; Ивкина и др., 2017; Svolkinas et al., 2019; Wilson et al., 2019), рассматривается и промышленное загрязнение Каспийского моря (Barannik et al., 2004).

Ртуть – один из наиболее опасных для большинства живых организмов и широко распространенных в экосистемах токсичных элементов (Driscoll et al., 2013). Она поступает в окружающую среду как из природных, так из антропогенных источников (UN Environmental, 2019). В водных экосистемах в результате микробиологических процессов неорганические соединения ртути преобразуются в чрезвычайно токсичную металлорганическую форму (метилртуть), которая может накапливаться в отдельных звеньях локальных трофических сетей (Selin, 2009). Содержание ртути, как правило, выше в тканях животных, питающихся гидробионтами, и может увеличиваться с трофическим уровнем организма (Wiener, 2013). Высокие концентрации ртути в органах и тканях могут приводить к нарушению работы нервной и репродуктивной систем у рыб, птиц и млекопитающих (Scheuhammer et al., 2012; Oliveira et al., 2018; Desforges et al., 2021). Установлено, что у морских млекопитающих поражения печени статистически значимо связано концентрациями Hg (Dietz et al., 2013).

Многочисленные исследования накопления ртути позвоночными проведены при определении металла в мышцах, печени, почках, мозге животных, которые исключают прижизненный отбор материала (Braune et al., 2015; Brookens et al., 2007; Desforges et al., 2021). Наружные покровы позвоночных животных также могут служить информативным материалом при оценке степени накопления токсичных соединений, они более удобны по сравнению с внутренними органами и тканями. У живых млекопитающих для оценки уровня накопления ртути таким удобным биоматериалом является шерсть. Вибриссы тюленей, также регулярно сменяются, однако процесс их смены занимает несколько лет (McHuron et al., 2016). Таким образом, шерсть и вибриссы млекопитающих – информативные ткани при оценке загрязнения окружающей среды и потенциального воздействия токсичных веществ на организм, в том числе и ртути (Treu et al., 2018; Kehrig et al., 2022).

Тюлени, как и другие морские млекопитающие, в водных экосистемах находятся на вершинах пищевых цепей, быстро реагируют на изменения в экосистеме и могут использоваться как индикаторы её состояния (Bowen, 1997; Болтунов и др., 2015). Содержание ртути в тканях ластоногих, основу рациона которых составляет рыба и крупные беспозвоночные, объективно показывает, насколько интенсивно металл поступает в водные экосистемы и каковы особенности структуры сообществ гидробионтов (Brown et al., 2015; Cipro et al., 2017).

Исследования содержания ртути в шерсти и вибриссах ластоногих до сих пор немногочисленны. Поэтому определение уровней накопления ртути в этих тканях, а также в крови каспийского тюленя необходимо при оценке риска для существования вида.

Биоматериал отбирали в октябре-ноябре в 2019–2020 и 2022–2023 гг. в полевых условиях. Прижизненный отбор был проведен после отлова живых тюленей в районе Тюленьих островов (акватория Республики Казахстан). Материал от погибших особей был

собран в районе порта Баутино от выброшенных на побережье тюленей. У живых особей отбирали шерсть, вибриссы и кровь, у погибших – только шерсть и вибриссы.

Отбор крови проводили из задней ласты нерпы при физической иммобилизации, медицинские препараты для обездвиживания не применялись. Сразу после отбора цельную кровь разливали по стерильным вакуумным пробиркам с противосвёртывающим агентом. Шерсть состригали с помощью машинки со спины животного. Вибриссы отстригали под корень с помощью ножниц. После отбора кровь, шерсть и вибриссы хранились в морозильной камере при -18 °С.

Образцы шерсти были отобраны у 115 особей каспийской нерпы; вибриссы – у 103 особей; крови – у 64 особей.

У животных определяли пол и, по возможности, возраст. Возраст определяли по количеству полных сегментов на когтях тюленей по методике, описанной В.Д. Пастуховым (1993). Животных возраста 0–2 лет относили к точно неполовозрелым, 3–4 лет – к переходной группе, более 5 лет – к половозрелым особям.

Концентрацию ртути определяли в трехкратной повторности методом пиролиза на атомно-абсорбционном спектрометре РА915М оснащенном пиролитической приставкой ПИРО (Lumex, Россия). Минимальный предел определения концентраций Hg в образце – 0.002 мкг/г. Перед анализом образцы шерсти и вибрисс промывали дистиллированной водой для удаления минеральных частиц и соли, после чего высушивали при комнатной температуре в течении 48 часов. Содержание ртути в крови, перемещенной за 12 часов до анализа из морозильной камеры в холодильник (+2 °С), измеряли после сорбирования 100 мкл крови на предварительно прокаленном (лишенном ртути) активированном угле. Концентрацию ртути в шерсти и вибриссах выражали в мкг/кг, в крови – в мкг/л.

Для контроля точности измерений использовали стандартные образцы DORM-2 (fish protein, NRC-CNRC, Канада, 4.070 мкг/г). Погрешность составила 3–5%, что соответствует допустимой ошибке метода измерения.

Так как распределение полученных концентраций ртути не соответствовало нормальному распределению, при анализе данных применяли непараметрические статистические методы. Для оценки статистической значимости различий концентрации ртути между животными, исследованными в разные годы, разного пола и различной стадии половой зрелости применяли U-критерий Манна-Уитни или H-критерий Краскелла-Уоллиса. Для оценки взаимосвязи между концентрацией ртути, длиной тела, его массой и возрастом тюленя использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена (R_S). Результаты расчета каждого показателя принимали за статистические значимые при уровне значимости $p \leq 0.05$.

Статистически значимых отличий по концентрации ртути в шерсти, вибриссах и цельной крови между тюленями, исследованными в разные годы, не выявлено (рис. 1). Среднее содержание ртути в шерсти каспийских нерп за все время составило 2.895±1.961 мкг/г, минимальная концентрация – 0.258 мкг/г, максимальная – 10.285 мкг/г. Средняя концентрации ртути в шерсти самцов и самок соответственно составляла 3.358±2.489 и 2.675±1.596 мкг/г, однако, различия статистически не достоверны (U=1309.5, Z=0.91, p 0.362). Концентрации ртути в шерсти половозрелых тюленей статистически значимо выше, чем у неполовозрелых (H=35.1, p <0.001). Концентрация ртути в шерсти слабо, но статистически значимо коррелирует с длиной и массой тела тюленей, так же их возрастом (R_S=0.41, 0.48 и 0.35, соответственно, p<0.05).

У щенков возрастом менее года среднее содержание ртути в шерсти было выше (2.007±1.789 мкг/г, n=9), чем у тюленей возрастом одного года (1.514±1.886 мкг/г, n=7) и двух лет (1.176±0.644 мкг/г, n=13) (рис. 2). Причем у молодых тюленей отмечается

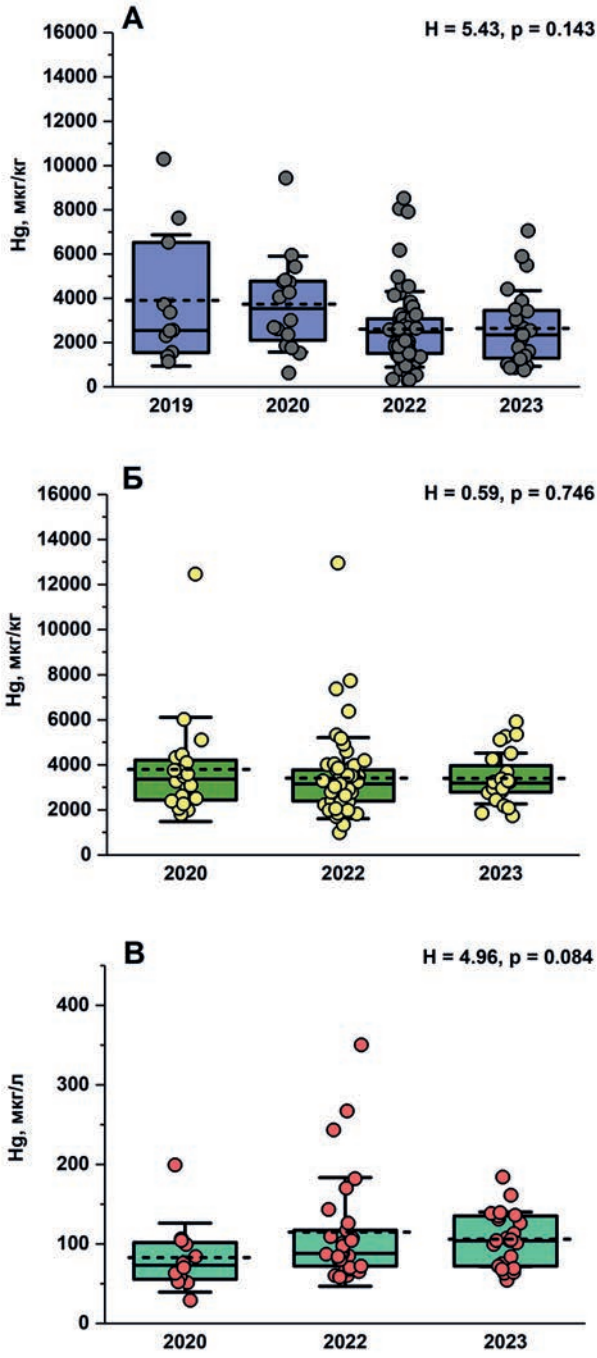


Рис. 1. Содержание ртути в шерсти (А), вибриссах (Б) и цельной крови (В) каспийского тюленя в разные годы исследований. Границы «ящика» охватывают интервал между 1 и 3 квартилем; планки погрешностей соответствуют стандартному отклонению; сплошная линия – медианное значение; пунктирная линия – среднее значение; окружности – отдельные особи; H – значения H-критерия Краскелла-Уоллиса; p – уровень значимости.

минимальное содержание ртути среди всех возрастов. У тюленей возрастом от 3-х лет и старше концентрация ртути в шерсти достигала наибольших значений.

Среднее содержание ртути в вибриссах исследованных каспийских нерп составило 3.481±1.777 мкг/г, с минимальной и максимальной концентрацией 0.984 и 12.957 мкг/г, соответственно. Статистически значимых отличий в содержании ртути в вибриссах между самцами и самками не выявлено (U=852.0, Z=1.95, p=0.051). Статистически значимые различия концентраций ртути установлены между вибриссами половозрелых и неполовозрелых особей (H=15.0, p<0.001). С длиной тела, его массой и возрастом концентрация ртути в вибриссах каспийской нерпы статистически значимо не коррелирует (R_S=0.12, 0.23 и 0.22, соответственно, p>0.05). При этом содержание ртути в вибриссах статистически значимо коррелирует с содержанием ртути в шерсти каспийского тюленя (Rs=0.67, p<0.05).

Среднее содержание ртути в крови нерп составило 0.106±0.054 мкг/мл и варьировало от 0.029 до 0.350 мкг/мл. Как и в случае кератинизированных тканей, концентрация ртути в крови у особей разного пола статистически значимо не отличалась (U=323.0, Z=0.43, p=0.667). Содержание ртути в крови нерп отрицательно коррелирует с массой и длиной тела (R_S= -0.30 и -0.22, соответственно, p <0.05) и положительно – с концентрацией ртути в вибриссах (R_S=0.47, p<0.05). Статистически значимых корреляций между концентрацией ртути в крови и концентрацией ртути в шерсти, а также возрастом тюленей не выявлено.

Количество ртути, поступающей в организм животных, зависит от ряда экологических факторов окружающей среды (объёмов атмосферного осаждения ртути, фоновых концентраций в литосфере, геохимических особенностей территории, интенсивности процессов метилирования, содержания ртути в базальном уровне трофической сети и т.п.) (Chetelat et al., 2020). Сравнение полученных нами результатов с результатами других исследований показало, что содержание ртути в шерсти каспийской нерпы выше или сопоставимо с концентрациями ртути в шерсти, выявленными у других видов ластоногих, обитающих на территории России (табл. 1). Так, содержание ртути в шерсти каспийской нерпы выше, чем в шерсти морского зайца с побережья Белого моря. В то же время концентрации ртути в шерсти каспийского тюленя, сопоставимы с величинами, установленными для кольчатой нерпы с Белого моря, пестрой нерпы из Японского моря и байкальской нерпы из разных районов оз. Байкал. При этом содержание ртути в шерсти в особях каспийского тюленя сопоставимо или меньше, чем у ювенильных особей южного морского слона из Антарктиды и разновозрастных особей обыкновенного тюленя с западного побережья США. Различия концентрации ртути в организме каспийской нерпы по сравнению с другими видами ластоногих могут быть связаны с их особенностями питания. Так, морской заяц питается преимущественно беспозвоночными и поэтому содержит меньше ртути в шерсти, чем каспийская нерпа, основу питания которой составляет рыба. Доля биодоступной метил-ртути в водных беспозвоночных относительно валовой ниже (30–70%) по сравнению с рыбами (90–95%) (Korejwo et al., 2022). Повышенные концентрации ртути в шерсти каспийской нерпы по сравнению с байкальской могут быть связаны с тем, что рыбы Каспийского моря содержат больше ртути (0.060–0.670 мкг/г), чем рыбы из оз. Байкал (0.020–0.030 мкг/г) (Пастухов, 2011; Tabatabaie et al., 2011; Manavi, Mazumder, 2018).

Исследования связи пола с уровнем накопления ртути в организме у ластоногих показывают противоречивые результаты. Как и для каспийской нерпы, не установлено значимых различий в концентрации ртути в шерсти между самцами и самками тюленя-крабоеда (Aubail et al., 2011), сивучей (Rea et al., 2020) и южного морского слона

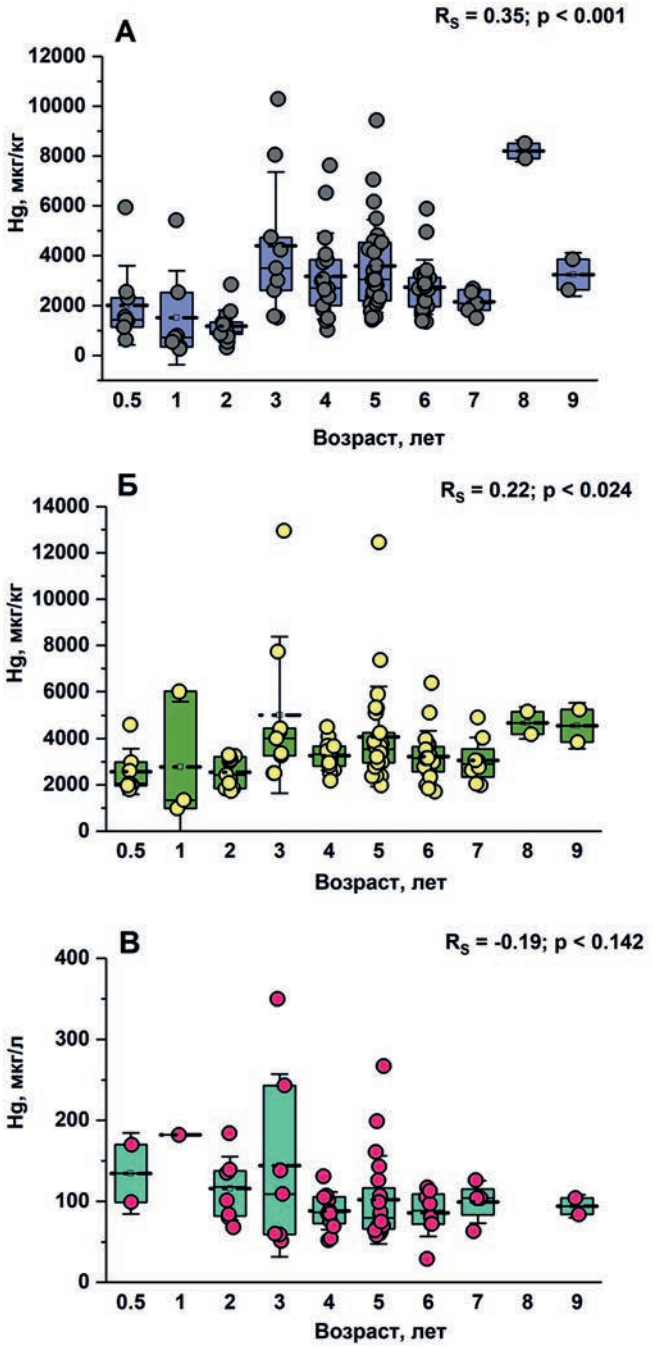


Рис. 2. Содержание ртути в шерсти (А), вибриссах (Б) и цельной крови (В) каспийского тюленя разного возраста. Границы «ящика» охватывают интервал между 1 и 3 квартилем; планки погрешностей соответствуют стандартному отклонению; сплошная линия – медианное значение; пунктирная линия – среднее значение; окружности – отдельные особи; R_S – значения рангового коэффициента корреляции Спирмена; p – уровень значимости.

Таблица 1. Сравнение концентраций ртути в шерсти каспийского тюленя с концентрацией ртути в шерсти других видов ластоногих различных регионов мира

Вид	Регион	Возрастная группа	Размах Hg в шерсти, мкг/кг	Источник
Каспийский тюлень *Pusa caspica*	Каспийское море	половозрелые особи и щенки	258–10285	Настоящее исследование
Байкальская нерпа *Phoca sibirica*	Оз. Байкал	половозрелые особи и щенки	640–3740	Пастухов и др. 2011
Кольчатая нерпа *Phoca hispida*	Белое море	половозрелые особи и щенки	2500–6600	Medvedev et al., 1997
Морской заяц *Erignathus barbatus*		половозрелые особи и щенки	540–920	
Морской заяц *Erignathus barbatus*	Охотское море	половозрелые особи и щенки	137–1885	Trukhin et al., 2024
Кольчатая нерпа *Phoca hispida*	Ладожское озеро	половозрелые особи	1490–13610	Медведев, Ивантер, 2015
Пятнистая нерпа *Phoca largha*	Японское море	щенки	1520–6680	Trukhin, Kalinchuk, 2018
Обыкновенный тюлень *Phoca vitulina*	Побережье Калифорнии, США	щенки	460–81980	Murillo-Cisneros et al., 2022
	Юго-западное побережье, США	половозрелые особи	5230–144310	Peterson et al., 2016
Тихоокеанский обыкновенный тюлень *Phoca vitulina richardii*	Побережье Калифорнии, США	половозрелые особи	2378–92782	Brookens et al., 2007
Северный морской слон *Mirounga leonina*	Антарктида	щенки	1600–13500	Kehrig et al., 2022

(Kehrig et al., 2022). Самцы и самки байкальской нерпы не отличались между собой по содержанию ртути в печени (Watanabe et al., 1996). Достоверных отличий содержания ртути в органах в зависимости от пола не обнаружено у моржей (Trukhin, Simokon, 2018). В то же время, в некоторых исследованиях показаны половые различия по содержанию ртути. Например, самцы морского леопарда статистически значимо содержали больше ртути в шерсти, чем самки (Gray et al., 2008). Аналогичные различия были выявлены у обыкновенного тюленя из прибрежных вод Калифорнии (Brookens et al., 2007). Концентрация ртути в органах и тканях тюленей зависит от их трофического уровня в локальной пищевой сети (Brown et al., 2016). Поэтому межполовые различия могут быть обусловлены особенностями питания самцов и самок. Сопоставимые между самцами и самками концентрации ртути в исследованных биоматериалах каспийского тюленя подтверждают то, что диета у представителей разного пола одинаковая (Бадамшин, 1948; Ворожцов и др., 1972). Отсутствие различий между особями на разной стадии половой зрелости свидетельствует, что изменения гормонального фона при различном физиологическом состоянии организма каспийской нерпы не приводит к изменению концентрации ртути в шерсти.

Необходимо учитывать, что в большинстве работ исследуемые выборки ластоногих не превышают 20–30 особей, поэтому значимые различия по содержанию ртути в органах и тканях между самцами и самками могут возникать из-за статистической ошибки, а не отражать реальный экологический или физиологический эффект (McHuron et al., 2016).

Известно, что из организма млекопитающих метилртуть слабо выводится естественным путем. Поэтому ее концентрация в органах и тканях с возрастом увеличивается. Из-за характерных для ластоногих регулярных сезонных линек концентрация ртути в шерсти позволяет оценить поступление ртути в организм только в период роста волос. Однако ранее было показано, что у байкальской нерпы, кольчатой нерпы, калифорнийского морского льва концентрация ртути в шерсти достоверно возрастала с возрастом (Medvedev et al., 1997; Ikemoto et al., 2004; McHuron et al., 2016), в то время как у гренландского тюленя и северного морского котика такая взаимосвязь не обнаружена (Ikemoto et al., 2004; Agusa et al., 2011). Корреляция между содержанием ртути в шерсти и возрастом, отмеченная в настоящем исследовании, позволяет предположить, что в течение жизни отдельной особи ртуть накапливается в организме, что отражается на ее содержании в шерсти сразу после линьки. Возможно, что корреляция между возрастом и содержанием ртути в органах (в первую очередь почках и печени), может быть выражена сильнее, чем между возрастом и содержанием ртути в шерсти.

Повышенные концентрации ртути у щенков возрастом до года, по сравнению с молодыми тюленями возрастом 1–2 года, возможно, связаны с ее поступлением с молоком матери во время кормления. Аналогичные повышенные концентрации в шерсти у щенков, находящихся на грудном вскармливании, по сравнению с более старшими тюленями были отмечены у различных видов (Noël M. et al., 2016; Lyytikäinen et al., 2015). По-видимому, с возрастом у каспийской нерпы изменяются пищевые предпочтения, что отражается на количестве ртути, поступающей в организм. Для некоторых видов тюленей отмечено возрастное увеличение в органах и тканях. Так, концентрация ртути в печени кольчатой нерпы экспоненциально увеличивалась до 5 лет и оставалась приблизительно на одном уровне после этого возраста (Braune et al., 2015).

Результаты настоящей работы согласуются с результатами других исследований, показывающих, что на протяжении последних двух десятилетий концентрации ртути в шерсти тюленей в разных регионах мира остаются стабильными. Так, данные полученные с 2000 по 2010 гг., свидетельствуют об отсутствии долговременных изменений в концентрации ртути в органах и тканях байкальской нерпы (Пастухов и др., 2011). По данным канадских исследователей содержание ртути в организме кольчатой нерпы, начиная 2000-х гг. по настоящее время, так же статистически значимо не изменилось (Braune et al., 2015). При этом установлено, что содержание ртути в шерсти тюленей из разных мест обитания в середине XX в. было выше, чем в настоящее время. Так, содержание ртути в организме кольчатой нерпы на территории Канады непрерывно возрастало с начала 70-х до конца 90-х гг. XX в. (Wagemann et al., 1996). Аналогичные результаты получены при исследовании ладожской нерпы – максимальные концентрации ртути в шерсти выявлены у особей, исследованных в начале 90-х гг. XX в. (Medvedev et al., 1997). Затем произошло снижение концентраций ртути, которые остаются стабильными в период 2000–2022 гг. (Медведев, Ивантер, 2015; Trukhanova et al., 2022).

Исследования содержания ртути в вибриссах и крови тюленей немногочисленны. Это затрудняет сравнение данных, полученных при исследованиях каспийских нерп, с другими видами ластоногих. Вибриссы, в отличие от шерсти, сменяются реже – время роста одного вибриссы может достигать 2–3 лет (Rea et al., 2015). Поэтому концентрация ртути в вибриссах больше, чем в шерсти.

Концентрация ртути в крови – динамичный показатель и может изменятся в зависимости от количества ртути, поступившей с пищей. Отрицательная корреляция с размерами тела каспийской нерпы и концентрацией ртути связана, вероятно, с тем, что количество ртути, поступающей на единицу массы тела, у особей меньшего размера выше, чем у более крупных особей.

На примере белого медведя установлено, что потенциальный негативный эффект на здоровье хищных млекопитающих может проявляться при концентрации ртути в шерсти выше 5.4 мкг/г (Basu et al., 2009). В исследуемой выборке концентрации ртути выше этой величины отмечены у 4 особей (6.4%). Для рыбоядных млекопитающих пороговые концентрации ртути в шерсти, выше которых возникают нарушения функций нервной системы, составляют 30.0 мкг/г. За все время исследований концентрации ртути в шерсти каспийского тюленя концентраций, превышающих или близких к этой величине не выявлено.

За референтное значение концентрации ртути в крови человека, выше которой проявляется нейротоксический эффект, принято 0.200 мкг/мл (Clarkson, Magos, 2006). Если допустить, что функционирование нервной системы у ластоногих нарушается при такой же концентрации ртути в крови, то из исследуемой выборки в зоне потенциального риска находится 3 особи каспийского тюленя (5%). Это значительно ниже, чем у обыкновенного тюленя с западного побережья США (n=36), где концентрация ртути в крови превышала референтное значение у 28% особей (Van Hoomissen et al., 2015).

Таким образом, уровень накопления ртути в организме каспийской нерпы находится в пределах значений, типичных для других ластоногих как арктических, так и умеренных широт. Антропогенная нагрузка на Каспийское море не приводит к повышенным концентрациям ртути в биоте. Выявленные концентрации ртути в шерсти, вибриссах и крови каспийской нерпы не представляют вреда для здоровья животных и, по-видимому, не могут нанести ущерб популяции.

Литература

Бадамшин Б.И., 1948. О питании каспийского тюленя // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 10. С. 129–134.

Болтунов А.Н., Алексеева, Я.И., Беликов С.Е., Краснова В.В., Семенова В.С., Светочев В.Н., Светочева О.Н., Чернецкий А.Д., 2015. Морские млекопитающие и белый медведь Карского моря: обзор современного состояния. М. 103 с.

Ворожцов Г.А., Румянцев В.Д., Склярова Г.А., Хураськин Л.С., 1972. Питание тюленя в Северном Каспии // Труды ВНИРО.Т. 89. С. 19–28.

Ивкина Н., Наурозбаева Ж., Клове Б., 2017. Влияние изменения климатических условий на ледовый режим Каспийского моря // Central Asian Journal of Water Research (CAJWR) Центральноазиатский журнал исследований водных ресурсов. Т. 3. № 2. С. 2589.

Медведев Н.В., Ивантер Э.В., 2015. Ладожская кольчатая нерпа (*Phoca hispida ladogensis* Nordq.) как один из наиболее уязвимых компонентов озерной экосистемы. Результат мониторинга концентрации тяжелых металлов в волосяном покрове животных // Зоологический журнал. Т. 94. С. 739–744. https://doi.org/10.7868/s0044513415060136

Пастухов В.Д., 1993. Байкальская нерпа: биологические основы рационального использования и охраны ресурсов. Новосибирск: ВО Наука. 272 с.

Пастухов М.В., Эпов В.Н., Чещельский Т., Алиева В.И., Гребенщикова В.И., 2011. Распределение и аккумуляция ртути в байкальской нерпе // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология. Т. 4. №1. С. 56–66.

Agusa T., Nomura K., Kunito T., Anan Y., Iwata H., Tanabe S., 2011. Accumulation of trace elements in harp seals (*Phoca groenlandica*) from Pangnirtung in the Baffin Island, Canada // Marine Pollution Bulletin. V. 63. P. 489–499. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.02.022

Aubail A., Teilmann J., Dietz R., Rigét F., Harkonen T., Karlsson O., Rosing-Asvid A., Caurant F., 2011. Investigation of mercury concentrations in fur of phocid seals using stable isotopes as tracers of trophic levels and geographical regions // Polar. Biol. V. 34. P. 1411–1420. https://doi.org/10.1007/s00300-011-0996-z

Barannik V., Borysova O., Stolberg F., 2004. The Caspian Sea region: environmental change // Ambio. V. 33. P. 45−51. https://doi.org/10.1579/0044-7447-33.1.45

Basu N., Scheuhammer A.M., Sonne C., Letcher R.J., Born E.W., Dietz R., 2009. Is dietary mercury of neurotoxicological concern to wild polar bears (*Ursus maritimus*)? // Environ. Toxicol. Chem. V. 28. P. 133–140. https://doi.org/10.1897/08-251.1

Bowen W.D., 1997. Role of marine mammals in aquatic ecosystems // Marine Ecology Progress Series. V. 158. P. 267-274. https://doi.org/10.3354/meps158267

Braune B., Chételat J., Amyot M., Brown T., Clayden M., Evans M., Fisk A., Gaden A., Girard C., Hare A., Kirk J., Lehnherr I., Letcher R., Loseto L., Macdonald R., Mann E., McMeans B., Muir D., O'Driscoll N., Poulain A., Reimer K., Stern G., 2015. Mercury in the marine environment of the Canadian Arctic: Review of recent findings // Science of The Total Environment. V. 509–510. P. 67–90. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.133

Brookens T., Harvey J., Ohara T., 2007. Trace element concentrations in the Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardii*) in central and northern California // Science of The Total Environment. V. 372. P. 676–692. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.10.006

Brown T.M., Fisk A.T., Wang X., Ferguson S.H., Young B.G., Reimer K.J., Muir D.C.G., 2016. Mercury and cadmium in ringed seals in the Canadian Arctic: Influence of location and diet // Science of The Total Environment. V. 545–546. P. 503–511. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.030

Chételat J., Ackerman J.T., Eagles-Smith C.A., Hebert C.E., 2020. Methylmercury exposure in wildlife: A review of the ecological and physiological processes affecting contaminant concentrations and their interpretation // Science of The Total Environment. V. 711. P. 135117. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135117

Cipro C.V.Z., Montone R.C., Bustamante P., 2017. Mercury in the ecosystem of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica: Occurrence and trophic distribution // Marine Pollution Bulletin. V. 114. P. 564–570. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.024

Clarkson T.W., Magos L., 2006. The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds // Critical Reviews in Toxicology. V. 36. P. 609–662. https://doi.org/10.1080/10408440600845619

Desforges J.P., Mikkelsen B., Dam M., Rigét F., Sveegaard S., Sonne C., Dietz R., Basu N., 2021. Mercury and neurochemical biomarkers in multiple brain regions of five Arctic marine mammals // NeuroToxicology. V. 84. P. 136–145. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2021.03.006

Dietz R., Sonne C., Basu N., Braune B., O'Hara T., Letcher R.J., Scheuhammer T., Andersen M., Andreasen C., Andriashek D., Asmund G., Aubail A., Baagøe H., Born E.W., Chan H.M., Derocher A.E., Grandjean P., Knott K., Kirkegaard M., Krey A., Lunn N., Messier F., Obbard M., Olsen M.T., Ostertag S., Peacock E., Renzoni A., Rigét F.F., Skaare J.U., Stern G., Stirling I., Taylor M., Wiig Ø., Wilson S., Aars J., 2013. What are the toxicological effects of mercury in Arctic biota? // Science of The Total Environment. V. 443. P. 775–790. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.046

Dmitrieva L., Kondakov A., Oleynikov E., Kydyrmanov A., Karamendin K., Kasimbekov Y., Baimukanov M., Wilson S., Goodman S., 2013. Assessment of Caspian seal by-catch in an illegal fishery using an interview-based approach // PLoS ONE. V. 8(6). P. 67074. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067074

Driscoll C.T., Mason R.P., Chan H.M., Jacob D.J., Pirrone N., 2013. Mercury as a global pollutant: Sources, pathways, and effects // Environ. Sci. Technol. V. 47. P. 4967–4983. https://doi.org/10.1021/es305071v

Gray R., Canfield P., Rogers T., 2008. Trace element analysis in the serum and hair of Antarctic leopard seal, *Hydrurga leptonyx*, and Weddell seal, *Leptonychotes weddellii* // Science of The Total Environment. V. 399. P. 202–215. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.03.039

Harkonen T., Harding K.C., Wilson S., Baimukanov M., Dmitrieva L., Svensson C.J., Goodman S.J., 2012. Collapse of a marine mammal species driven by human impacts // PLoS ONE. V. 7(9): e43130 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043130

Ikemoto T., Kunito T., Watanabe I., Yasunaga G., Baba N., Miyazaki N., Petrov E.A., Tanabe S., 2004. Comparison of trace element accumulation in Baikal seals (*Pusa sibirica*), Caspian seals (*Pusa caspica*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) // Environmental Pollution. V. 127. P. 83–97. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(03)00251-3

Kehrig H.A., Hauser-Davis R.A., Muelbert M.M.C., Almeida M.G., Di Beneditto A.P.M., Rezende C.E., 2022. Mercury and stable carbon and nitrogen isotopes in the natal fur of two Antarctic pinniped species // Chemosphere. V. 288. P. 132500. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132500

Korejwo E., Saniewska D., Bełdowski J., Balazy P., Saniewski M., 2022. Mercury concentration and speciation in benthic organisms from Isfjorden, Svalbard // Marine Pollution Bulletin. V. 184. P. 114115. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114115

Lyytikäinen M., Pätynen J., Hyvärinen H., Sipilä T., Kunnasranta M., 2015. Mercury and selenium balance in endangered Saimaa ringed seal depend on age and sex // Environ. Sci. Technol. V. 49. P. 11808–11816. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01555

Manavi P.N., Mazumder A., 2018. Potential risk of mercury to human health in three species of fish from the southern Caspian Sea // Marine Pollution Bulletin. V. 130. P. 1–5. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.004

McHuron E.A., Harvey J.T., Castellini J.M., O'Hara T.M., 2012. Hair sampling location in harbor seals (*Phoca vitulina*) affects selenium and mercury concentrations: Implications for study design of trace element determination in pinnipeds // Marine Pollution Bulletin. V. 64. P. 2519–2522. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.027

Medvedev N., Panichev N., Hyvarinen H., 1997. Levels of heavy metals in seals of Lake Ladoga and the White Sea // Science of The Total Environment. V. 206. P. 95–105. https://doi.org/10.1016/S0048-9697(97)80001-0

Murillo-Cisneros D.A., McHuron E.A., Zenteno-Savín T., Castellini J.M., Field C.L., O'Hara T.M., 2022. Fetal mercury concentrations in central California Pacific harbor seals: Associated drivers and outcomes // Science of The Total Environment. V. 820. P. 153246. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153246

Noël M., Jeffries S., Lambourn D.M., Telmer K., Macdonald R., Ross P.S., 2016. Mercury accumulation in harbour seals from the Northeastern Pacific Ocean: The role of transplacental transfer, lactation, age and location // Arch. Environ. Contam. Toxicol. V. 70. P. 56–66. https://doi.org/10.1007/s00244-015-0193-0

Oliveira C.S., Nogara P.A., Ardisson-Araújo D.M.P., Aschner,M., Rocha J.B.T., Dórea J.G., 2018. Neurodevelopmental effects of mercury // In: Advances in Neurotoxicology. Elsevier. P. 27–86. https://doi.org/10.1016/bs.ant.2018.03.005

Peterson S.H., McHuron E.A., Kennedy S.N., Ackerman J.T., Rea L.D., Castellini J.M., O'Hara T.M., Costa D.P., 2016. Evaluating hair as a predictor of blood mercury: The influence of ontogenetic phase and life history in pinnipeds // Arch. Environ. Contam. Toxicol. V. 70. P. 28–45. https://doi.org/10.1007/s00244-015-0174-3

Rea L.D., Christ A.M., Hayden A.B., Stegall V.K., Farley S.D., Stricker C.A., Mellish J.-A.E., Maniscalco J.M., Waite J.N., Burkanov V.N., Pitcher K.W., 2015. Age-specific vibrissae growth rates: A tool for determining the timing of ecologically important events in Steller sea lions // Mar. Mam. Sci. V. 31. P. 1213–1233. https://doi.org/10.1111/mms.12221

Rea L.D., Castellini J.M., Avery J.P., Fadely B.S., Burkanov V.N., Rehberg M.J., O'Hara T.M., 2020. Regional variations and drivers of mercury and selenium concentrations in Steller sea lions // Science of The Total Environment. V. 744. P. 140787. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140787

Selin N.E., 2009. Global biogeochemical cycling of mercury: A review // Annu. Rev. Environ. Resour. V. 34. P. 43–63. https://doi.org/10.1146/annurev.environ.051308.084314

Scheuhammer A.M., Basu N., Evers D.C., Heinz G.H., Sandheinrich M.B., Bank M.S., 2012. Ecotoxicology of mercury in fish and wildlife: Recent advances // In: Bank M. (Ed.). Mercury in the Environment. University of California Press. P. 223–238. https://doi.org/10.1525/california/9780520271630.003.0011

Svolkinas L., Gadzhiev A., Holmes G., Goodman S., 2019. Socio-economic models for marine conservation: The illegal wildlife trade in Caspian seal (*Pusa caspica*) products // World Marine Mammals Conference. Barcelona. P. 692-693.

Tabatabaie T., Ghomi M.R., Amiri F., Zamani-ahmadmahmoodi R., 2011. Comparative study of mercury accumulation in two fish species, (*Cyprinus carpio* and *Sander lucioperca*) from Anzali and Gomishan Wetlands in the Southern coast of the Caspian Sea // Bull. Environ. Contam. Toxicol. V. 87. P. 674–677. https://doi.org/10.1007/s00128-011-0413-x

Treu G., Krone O., Unnsteinsdóttir E.R., Greenwood A.D., Czirják G.Á., 2018. Correlations between hair and tissue mercury concentrations in Icelandic arctic foxes (*Vulpes lagopus*) // Science of The Total Environment. V. 619–620. P. 1589–1598. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.143

Trukhanova I.S., Andrievskaya E.M., Alekseev V.A., Sokolovskaya M.V., 2022. Trace elements in Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis*) hair // Marine Pollution Bulletin. V. 181. P. 113896. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113896

Trukhin A.M., Simokon M.V., 2018. Mercury in organs of Pacific walruses (*Odobenus rosmarus divergens*) from the Bering Sea // Environ. Sci. Pollut. Res. V. 25. P. 3360–3367. https://doi.org/10.1007/s11356-017-0566-1

Trukhin A.M., Kalinchuk V.V., 2018. Hair mercury concentrations in the spotted seal (*Phoca largha*) pups from the Sea of Japan // Environ. Sci. Pollut. Res. V. 25. P. 27133–27140. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2731-6

Trukhin A., Kalinchuk V., Rumiantseva O., Zolotukhin S., 2024. Mercury and stable nitrogen isotope ratios in the hair of bearded seals (*Erignathus barbatus nauticus*) from the Sea of Okhotsk // Environ. Sci. Pollut. Res. V. 31. P. 56645–56659. https://doi.org/10.1007/s11356-024-34677-w

UN Environment, 2019. Global Mercury Assessment 2018. UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch Geneva, Switzerland.

Van Hoomissen S., Gulland F.M.D., Greig D.J., Margaret Castellini J., O'Hara T.M., 2015. Blood and hair mercury concentrations in the Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardii*) pup: Associations with neurodevelopmental outcomes // EcoHealth. V. 12. P. 490–500. https://doi.org/10.1007/s10393-015-1021-8

Wagemann R., Innes S., Richard P.R., 1996. Overview and regional and temporal differences of heavy metals in Arctic whales and ringed seals in the Canadian Arctic // Science of The Total Environment. V. 186. P. 41–66. https://doi.org/10.1016/0048-9697(96)05085-1

Watanabe S., Tanabe M., Amano N., Miyazaki N., Petrov E.A., Tatsukawa R., 1998. Age-dependent accumulation of heavy metals in Baikal seal (*Phoca sibirica*) from the Lake Baikal // Arch. Environ. Contam. Toxicol. V. 35. P. 518–526. https://doi.org/10.1007/s002449900411

Wiener J.G., 2013. Mercury exposed: Advances in environmental analysis and ecotoxicology of a highly toxic metal: Advances in environmental mercury research // Environ. Toxicol. Chem. V. 32. P. 2175–2178. https://doi.org/10.1002/etc.2333

Wilson S.C., Crawford I., Trukhanova I., Dmitrieva L., Goodman S.J., 2019. Estimating risk to ice-breeding pinnipeds from shipping in Arctic and sub-Arctic seas // Marine Policy. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103694

Органические загрязнители каспийского тюленя и подходы к их определению

Кудрявцева А.Д., Шелепчиков А.А., Бродский Е.С., Мир-Кадырова Е.Я., Соловьёва М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В.

Загрязнение окружающей среды в результате антропогенной деятельности является дополнительным фактором риска для благополучия популяции каспийского тюленя, являющегося конечным звеном многих пищевых цепей экосистемы Каспийского моря и способного накапливать значительные количества различных загрязняющих веществ в организме. Поскольку Каспийский бассейн является важным нефтегазовым регионом с неизбежными экологическими проблемами (Lahijani et al., 2024; Мониторинг…, 2014), одним из основных антропогенных загрязнителей каспийского тюленя являются нефтепродукты. Кроме того, в Каспийское море впадает река Волга – одна из крупнейших рек, на берегах которой располагалось множество промышленных предприятий, включая заводы Химпрома, производившие обширный перечень опасных веществ (Revich, Shelepchikov, 2008). При этом только сравнительно небольшая часть органических загрязнителей способна накапливаться в живых организмах, передаваясь по пищевым цепям. К таковым относятся прежде всего стойкие органические загрязнители (СОЗ) – устойчивые к разложению липофильные соединения, в том числе хлорорганические пестициды, полихлорированные дибензо-*п*-диоксины и дибензофураны (ПХДД/Ф), полихлорированные бифенилы (ПХБ) и др. Вещества группы СОЗ наряду с нефтепродуктами относятся к приоритетным органическим загрязнителям экосистемы Каспийского моря. Ниже эти две основные группы органических загрязнителей рассмотрены более подробно.

Нефтепродукты. Нефтепродукты (НП) являются вездесущими загрязнителями наземной и водной среды, включающими обширное семейство из тысяч углеводородов (Kuppusamy et al., 2020), а также различные гетероатомные соединения (Aminzadeh, Dasgupta, 2013; Vandana et al., 2022). Они могут попадать в окружающую среду в результате утечек, аварийных разливов, эксплуатационных сбросов, естественных просачиваний (Kuppusamy et al., 2020). Как правило, при характеристике нефтяного загрязнения либо проводят определение нескольких отдельных классов соединений, прежде всего нормальных алканов и полиароматических углеводородов (ПАУ), либо оценивают суммарное содержание НП (Shriadah, 2001; Ashraf, Mian, 2010; Muijs, Jonker, 2010; Enuneku et al., 2015; Nozar et al., 2015; Jisr et al., 2020). Анализ нефтяных соединений в биоте осложняется возможными изменениями их состава в процессе биоаккумуляции. В частности, обнаружено избирательное накопление форелью определенных н-алканов (Cravedi, Tulliez, 1983). Кроме того, есть данные, что многие организмы содержат сложные смеси биогенных углеводородов, предположительно нетоксичных для организма, причем их состав может быть видоспецифичным (Brownawell et al., 2007). Таким образом, оценка загрязнения НП в образцах окружающей среды и биоты состоит из двух задач – идентификации наблюдаемых соединений как нефтяных и оценки их содержания в пробе.

Оценка значения суммарного содержания НП (в международной литературе чаще всего используется термин ТРН – Total Petroleum Hydrocarbons) сильно зависит как от используемого аналитического метода, так и от природы анализируемого объекта, поскольку измеряемый сигнал относится не только к веществам нефтяного происхождения, но и к любым экстрагируемым соединениям (Weisman, 1998; Todd et al., 1999; Kuppusamy

et al., 2020). Наряду с нефтяными углеводородами в экстрактах биопроб присутствуют биогенные соединения, в том числе имеющие такое же строение, как и нефтяные, что может приводить к завышению фактического уровня загрязнения при использовании таких интегральных методов анализа как гравиметрический анализ, ИК-, УФ- и флуоресцентная спектрометрия (Weisman, 1998; Wang et al., 2009). Так, при анализе содержания нефтепродуктов в жировой ткани каспийского тюленя доля собственно нефтепродуктов составила лишь 40% от суммы всех экстрагированных соединений (Бродский и др., 2025). Кроме того, общее содержание нефтепродуктов не дает информации о химическом составе и представляет собой сумму сложной смеси соединений с сильно различающимися токсическими свойствами (Weisman, 1998; Todd et al., 1999).

При этом существующие высокоинформативные дифференциальные методы, такие как газовая хроматография (ГХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектором (ГХ/МС), позволяют определить большой набор индивидуальных соединений, включая упомянутые выше н-алканы, а также алкены, стераны и гопаны, ПАУ и др. Наиболее токсичными петрогенными соединениями обычно считаются ПАУ (Muijs, Jonker, 2010). До недавнего времени при оценке последствий нефтяных разливов для биоты как правило ограничивались определением содержания незамещенных (родительских) ПАУ. Однако некоторые алкилированные ПАУ обладают канцерогенностью, сравнимой с незамещенными, поэтому в настоящее время при оценке токсичности предлагается их тоже учитывать (Hawthorne et al., 2006; Andersson, Achten, 2015). Кроме того, различные группы ПАУ могут действовать через разные механизмы токсичности: в частности, трициклические соединения обладают независимой от AhR рецепторов кардиотоксичностью, тогда как некоторые алкилированные гомологи действуют через AhR-зависимый путь. Таким образом, по мере изменения соотношения алкилированных и исходных гомологов в процессе выветривания может меняться и комбинация действующих токсических механизмов (Incardona et al., 2005; Incardona, 2017).

Помимо индивидуальных соединений, нефтяное загрязнение характеризуется так называемым «горбом» неразделенных соединений (UCM – unresolved complex mixture) на хроматограмме (Frysinger et al., 2003). В течение длительного времени присутствие UCM на хроматограмме рассматривалось в основном как маркер выветрившейся нефти (Brownawell et al., 2007), однако в первом десятилетии XXI в. появились исследования о токсичности компонентов UCM (Rowland et al., 2001; Booth et al., 2007; Scarlett et al., 2007; Petersen et al., 2017). Было показано, что UCM обладает достаточной биодоступностью, особенно для морских организмов (Ramadass et al., 2021), и кроме того может влиять на биодоступность ПАУ (Du et al., 2012).

В проведенных ранее исследованиях нефтяного загрязнения каспийского тюленя определяли как суммарное содержание нефтепродуктов, так и содержание ПАУ. В период массовой гибели тюленей в 2000 г. суммарное содержание нефтепродуктов составляло в среднем 344.94 мкг/г в печени и 622.6 мкг/г в подкожно-жировой клетчатке. При этом отмечено, что концентрации 210 мкг/г и выше приводят к депрессивному состоянию популяции тюленя (Захарова, 2003). Отмечена корреляция между содержанием нефтепродуктов и яловостью самок (Захарова, 2006). В 2011–2015 гг. содержание нефтепродуктов в тканях каспийского тюленя составляло 36.4–90.3 мкг/г, в том числе ароматических углеводородов 4.0–14.3 мкг/г (относительное содержание 5.0–18.2%) (Volodina et al., 2018). Содержание нефтепродуктов в жировой ткани тюленя по состоянию на 2020 г. составляло около 15 мкг/г, что меньше, чем максимальные значения, которые обнаруживали ранее (Бродский и др., 2025). Однако, учитывая различия в применяемых методах

анализа в данных работах, проводить прямое сравнение опубликованных уровней нужно с осторожностью.

Содержание н-алканов в жировой ткани каспийского тюленя составило в 2020 г. 1.2 мкг/г. Однако профиль их распределения (рис. 1) свидетельствует о присутствии нескольких биогенных источников углеводородов. В частности, повышенное содержание н-C_{17} характерно для природных сред с автохтонным биогенным составом углеводородов из водорослей (Han, Calvin, 1969; Nemirovskaya et al., 2022), а также отмечалось в донных отложениях Северного Каспия (Tolosa et al., 2004). Также наблюдается относительное доминирование четных н-алканов: C_{12}, C_{14}, C_{16}, C_{18}, предположительно имеющих бактериальное происхождение (Nishimura, Baker, 1986). Несколько повышенный вклад C_{29} относительно C_{28} и C_{30} характеризует незначительный вклад нечетных алканов от высших наземных растений (Han, Calvin, 1969). Однако нельзя исключать, что, помимо выделяющихся н-алканов биогенного происхождения, имеет место также фоновое плавное распределение пиков нефтяных н-алканов.

Поскольку интегральные показатели, такие как суммарное содержание НП, не всегда достаточны, а идентификация каждого отдельного соединения сложна, дорога и зачастую избыточна, разумным подходом представляется характеристика нефтяного загрязнения методами группового ГХ/МС анализа, в том числе позволяющими в определенной степени охарактеризовать структуру компонентов в смеси неразделенных соединений. Суть группового анализа заключается в выделении пиков ионов, характеристичных для определенных групп соединений (алканов, моноциклоалканов, бициклоалканов, алкилбензолов, алкилнафталинов и др.) в пределах элюирования соединений нефти и оценке содержания соответствующих групп. Суммарная интенсивность пиков этих ионов после коррекции на взаимные наложения масс-спектров разных групп характеризует содержание соответствующих групп соединений. Коэффициенты чувствительности и наложений определяются по масс-спектрам индивидуальных соединений каждой группы. Пики молекулярных ионов характеризуют молекулярно-массовое распределение для данной группы соединений. Краткое описание основных принципов группового МС-анализа в представлено в работе Эш и Колгроув (Ashe, Colgrove, 1991). Более детальную информацию об этом подходе можно найти в ряде обзоров (Gallegos et al., 1967; Teeter, 1985; Altgelt, Boduszynski, 1993). Еще одним подходом, позволяющим провести идентификацию соединений в UCM, является двумерная ГХ с последовательным разделением компонентов экстракта на колонках с разными неподвижными фазами (Frysinger et al., 2003).

В табл. 1 приведен групповой состав НП в образце жира мертвого каспийского тюленя, выброшенного на казахстанском побережье Каспийского моря в районе порта Бау-

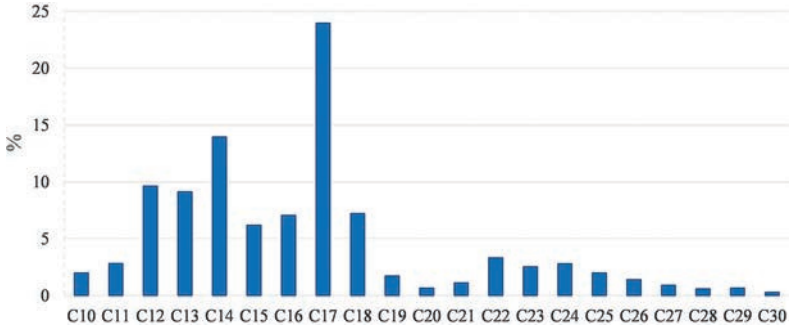


Рис. 1. Распределение н-алканов по числу атомов С в экстракте жировой ткани каспийского тюленя (2020 г.).

Таблица 1. Групповой состав нефтяных углеводородов в экстракте подкожного жира каспийского тюленя

Тип соединений	Эмпирическая формула	Содержание, % мас. отн.*
Алканы	C_nH_{2n+2}	10.6
Моноциклоалканы	C_nH_{2n}	8.6
Бициклоалканы	C_nH_{2n-2}	16.4
Трициклоалканы	C_nH_{2n-4}	10.6
Тетрациклоалканы	C_nH_{2n-6}	1.3
Алкилбензолы	C_nH_{2n-6}	26.0
Нафтенбензолы	C_nH_{2n-8}	13.5
Динафтенбензолы	C_nH_{2n-10}	3.2
Нафталины	C_nH_{2n-12}	5.6
Бифенилы, аценафтены	C_nH_{2n-14}	2.2
Флуорены	C_nH_{2n-16}	1.4
Фенантрены	C_nH_{2n-18}	0.34
Нафтенофенантрены, фенилнафталины	C_nH_{2n-20}	0.06
Флуорантены, пирены	C_nH_{2n-22}	0.003
Дибензотиофены	$C_nH_{2n-10}S$	0.01

*Внутренняя нормализация.

тино в ноябре 2020 г. (Бродский и др. 2025). Состав экстракта типичен для нефтепродуктов и включает н- и изо-алканы, алкилзамещенные моно-, би- и трициклоалканы, алкилбензолы, нафтен- и динафтенбензолы, алкилнафталины, в небольших количествах аценафтены, флуорены, фенантрены, нафтенофенантрены, флуорантены/пирены, а также бензтиофены. Ароматические соединения составляют около 50% всех нефтепродуктов, ПАУ (включая нафталины) – около 10%.

Распределения суммарных интенсивностей пиков ионов M^+, $(M-1)^+$ и $(M-15)^+$ различных групп соединений показаны на рис. 2. Основную часть ароматических соединений каждой группы составляют молекулы с 2–5 атомами С в алкильных заместителях. Концентрации соединений с более длинными цепями убывают по мере увеличения длины цепи. Группы углеводородов и распределение по молекулярным массам близки к дизельному топливу, но распределение несколько сдвинуто в более тяжелую область.

СОЗ и другие органические загрязнители. Основными загрязнителями тканей каспийских тюленей помимо нефтепродуктов являются ДДТ, ГХЦГ и ПХБ. Есть также данные об обнаружении некоторых других пестицидов из числа СОЗ и хлорнафталинов (Hall et al., 1999; Watanabe et al., 1999; Kajiwara et al., 2002, 2008).

Основной целью при мониторинге загрязнения, как правило, является определение набора известных, наиболее вероятных загрязняющих веществ. Поскольку целевые вещества имеют разное строение, разные концентрации и разные сигналы отклика, для их определения, как правило, требуется применение различных способов пробоподготовки, методов и режимов анализа. Однако помимо целевого анализа, интерес так же представляет проведение обзорного анализа для обнаружения нецелевых и неизвестных веществ. Такой анализ обычно выполняется путем интерпретации масс-спектров разделенных хроматографических пиков методами библиотечного поиска или экспертного анализа,

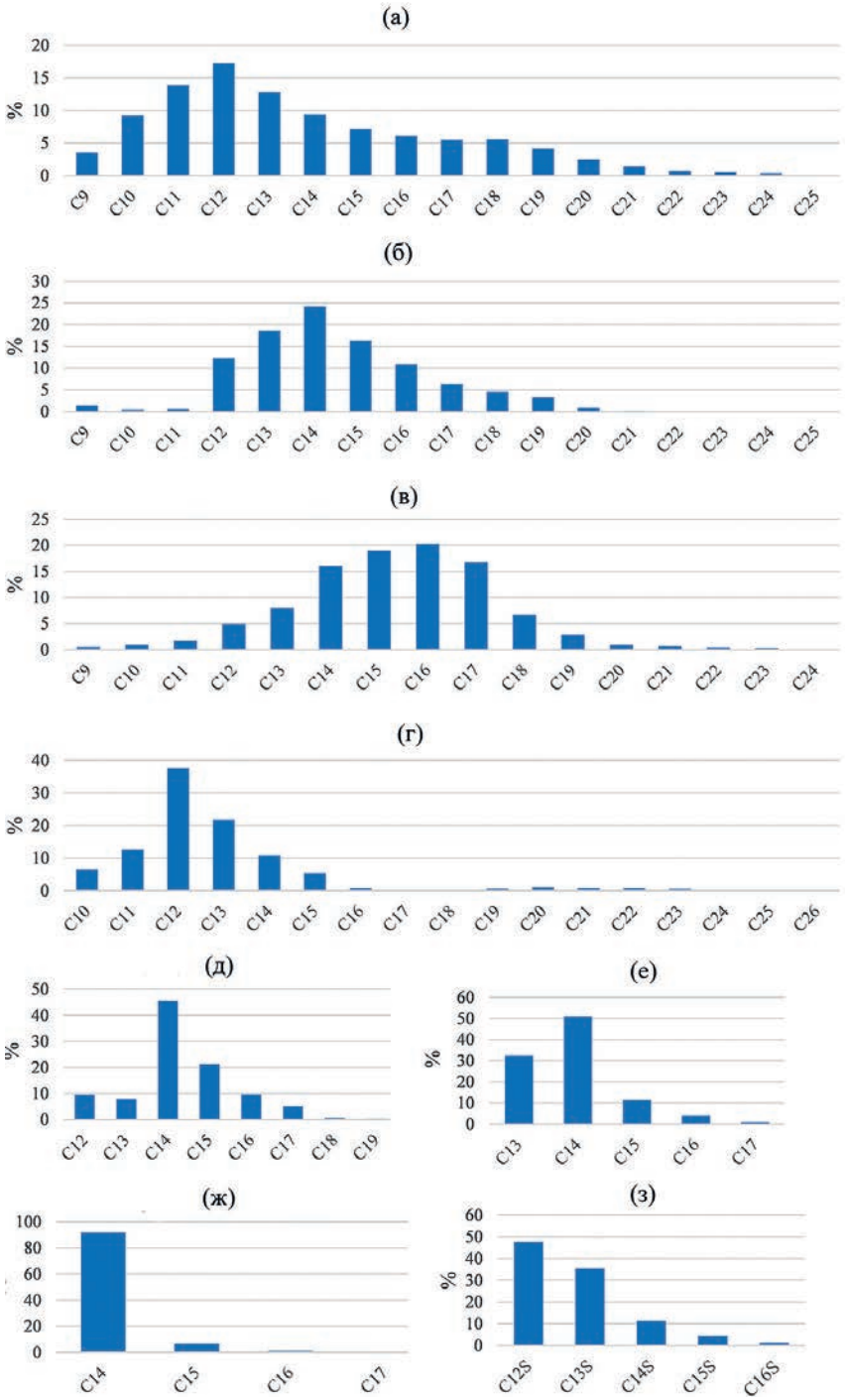


Рис. 2. Распределение гомологов ароматических соединений в экстракте подкожного жира каспийского тюленя: а – алкилбензолы; б – нафтенбензолы; в – динафтенбензолы; г – нафталины; д – бифенилы, аценафтены; е – флуорены; ж – фенантрены; з – дибензотиофены.

построением селективных масс-хроматограмм по отдельным ионам или группам специфичных ионов.

В настоящее время с появлением нового более точного и чувствительного оборудования возможности одновременного определения большого числа компонентов в сложных смесях, а также совмещения целевого и обзорного анализа значительно возросли. Высокая чувствительность современных приборов позволяет значительно уменьшить навеску пробы, при этом сокращается как расход растворителей, так и количество балластных и мешающих соединений, инжектируемых в колонку, а высокое разрешение снимает ограничения на наличие различных веществ с одной и той же номинальной массой. Метод анализа сложных смесей, когда каждому иону на основании точно измеренной массы может быть поставлена в соответствие одна эмпирическая формула, получил название HRAM (High-Resolution Accurate-Mass – масс-спектрометрия точных масс) (Crutchfield, Clarke, 2017). Одним из наиболее подходящих приборов для такого анализа является орбитальная ионная ловушка OrbiTrap. Этот прибор обладает выдающимися аналитическими характеристиками: возможность сканирования полного масс-спектра в широком интервале массовых чисел при сверхвысоком разрешении (100 000–1 000 000), высокой чувствительности, относительно широком динамическом диапазоне (до 4 порядков) и высокой точности измерения масс ионов (1–10 ppm). Применение такого прибора для анализа антропогенных загрязнителей в сочетании с ГХ позволяет в одном опыте определять большой набор целевых соединений – пестицидов, хлорорганических соединений, таких как ПХБ, полихлорнафталины, хлорбензолы, хлорфенолы, а также ПАУ, пластификаторы и др., а также осуществлять обзорный анализ по селективным ионным масс-хроматограммам по точным массам ионов и дефектам масс. Это многообещающий метод мониторинга загрязнений на высших ступенях трофической цепи, когда требуется оценить присутствие разнообразных, не всегда известных заранее органических загрязнителей разной природы в широком интервале концентраций.

Пример применения данного метода для комплексной характеристики загрязнения жировой ткани каспийского тюленя органическими загрязнителями в процессе одного анализа приведен в нашей работе, в которой были изучены образцы жировой ткани двух особей этого вида, найденных мертвыми на берегу на участке казахстанского побережья между п. Форт-Шевченко и п. Баутино и на кордоне Дамчикского участка Астраханского заповедника (Шелепчиков и др., 2024). К пробе 0.5 г жировой ткани добавляли смесь ^{13}C изотопномеченых внутренних стандартов, содержащих расширенный набор пестицидов из числа СОЗ, а также дейтерированные стандарты: D_6-дихлорвос, D_{14}-трифлуралин, D_{10}-диазинон, D_{10}-малатион, D_{10}-паратион и D_5-пентадиметанталин, и экстрагировали ацетонитрилом с добавлением смеси безводного сульфата магния и ацетата натрия. Очистку экстракта проводили на картридже Supelclean™ EZ-POP NP (Supelco), концентрировали и анализировали на хромато-масс-спектрометре Thermo Q Exactive GC. Программа обработки данных предусматривала определение по временам удерживания и характеристическим ионам СОЗ из перечня Стокгольмской конвенции (ПХДД/ПХДФ, ПХБ, ДДТ, ГХЦГ и др.). Кроме того, производился целевой поиск по временам удерживания и характеристическим ионам ряда пестицидов и инсектицидов, не входящих в группу СОЗ: 2,4-динитротолуола, 2,6-динитротолуола, N,N-диэтилметилбензамиад, алахлора, аметрина, ацетохлора, вернолата, гесахлорциклопентадиена, ионола, мевинфоса, метилпаратиона, прометрина, проризамида, тебутиурона, тетбутрина, тетрахлорвинфоса, триадимефона, трибуфоса, фосфамидона, хлорбензилата, хлорпирифоса, хлорпрофама, хлорфенвинфоса, этридиазола и этхопрофоса.

Таблица 2. Концентрация пестицидов в жировой ткани каспийского тюленя (нг/г) (по: Шелепчиков и др., 2024)

Пестициды	SF1	SF2
α-ГХЦГ	0.6	1.9
β-ГХЦГ	198	272
γ-ГХЦГ	<п.о.	<п.о.
δ-ГХЦГ	0.7	0.3
Пентахлорбензол	0.6	1.5
Гексахлорбензол (ГХБ)	4.2	6.0
о,п'-ДДЭ	<п.о.	<п.о.
п,п'-ДДЭ	1055	1007
о,п'-ДДД	<п.о.	<п.о.
о,п'-ДДТ	<п.о.	<п.о.
п,п'-ДДД	17.1	26.2
п,п'-ДДТ	88.7	112
Алдрин	<п.о.	<п.о.
Дилдрин	42.7	43.8
Изодрин	<п.о.	0.1
Эндрин	0.2	0.2
Гептахлор	<п.о.	<п.о.
Гептахлор эпоксид	7.7	8.4
транс-Хлордан	<п.о.	<п.о.
цис-Хлордан	1.4	1.1
Оксихлордан	14.0	17.0
транс-Нонахлор	21.8	12.2
цис-Нонахлор	3.7	1.7
Эндосульфан-I	<п.о.	<п.о.
Эндосульфан -II	<п.о.	<п.о.
Эндосульфан сульфат	<п.о.	<п.о.
Мирекс	0.8	0.6
Трис(4-хлорфенил)метан	0.01	<п.о.
Трис (4-хлорфенил) метанол	<п.о.	<п.о.

Примечание: п.о. – предел обнаружения.

Результаты определения хлорорганических пестицидов представлены в табл. 2. Кроме указанных в табл. 2 веществ были найдены также полихлорированные бифенилы (ПХБ), два изомера трихлорбензола в соотношении 5:1, характерном для промышленных смесей ПХБ типа «Совтол», тетрабромбифениловый эфир (предположительно ТБДЭ-49) и три метоксизамещенных ТБДЭ, следы трис(4-хлорфенил)метана, ионола и хлорбензилата.

В целом, наблюдаемая картина характерна для хронической, вероятно, пищевой экспозиции. В каждой группе пестицидов доминируют соединения, являющиеся либо ме-

Таблица 3. Суммарные концентрации основных групп пестицидов и ПХБ в жировой ткани каспийского тюленя в разные годы

Группы пестицидов и ПХБ	1993 (Watanabe et al., 1999) such as polychlorinated biphenyls (PCBs)	1996 (Hall et al., 1999)	1998, 2000 (Kajiwara et al., 2002)	2004-2006 (Мониторинг…, 2014)	2020 (Шелепчиков et al., 2024)
Сумма ДДТ, мкг/г	5.6-88	5.2-670	0.78-470	20	1.1-1.5
Вклад п,п′-ДДТ	25 %	8-27%	<20 %		9-12 %
Сумма ГХЦГ мкг/г	1.0-1.3		0.11-9.9	0.94	0.2-0.27
Группа хлордана, мкг/г			0.065-14		0.032-0.041
Сумма ПХБ, мкг/г		1.1-25.6	0.95-320		0.12-0.16

таболитами, либо бионакапливаемой составляющей в исходном препарате. Так, из пестицидов группы ДДТ основной вклад приходится на п,п′-ДДЭ (88–91%), являющийся метаболитом п,п′-ДДТ, концентрация которого на порядок ниже. Доля п,п′-ДДЭ больше 0.6 свидетельствует об отсутствии недавнего применения ДДТ (Aguilar, 1984). В более ранних исследованиях в тканях тюленей обнаруживались более высокие уровни ДДТ и метаболитов с более высоким вкладом п,п´-ДДТ (табл. 3).

В экспериментах на лабораторных животных уровни экспозиции, вызывающие значимый токсический эффект на репродуктивную систему, составляли десятки мг/кг в день. Так, патологические изменения репродуктивной системы балтийской нерпы были отмечены при суммарном содержании пестицидов группы ДДТ 130 мкг/г (Helle et al., 1976), что значительно превышает текущие уровни в каспийском тюлене.

Второй по содержанию группой пестицидов после ДДТ является ГХЦГ. Суммарное содержание четырех его основных изомеров в каспийском тюлене в 2020 г. составляло 0.20–0.27 мкг/г. Основной вклад (>99%) приходился на β-изомер. Подобное распределение изомеров ГХЦГ является типичным для биологических проб, поскольку β-изомер является наиболее стойким и имеет наибольший коэффициент бионакопления, тогда как наиболее токсичный γ-изомер быстро метаболизирует и выводится из организма (Willett et al., 1998; Kajiwara et al., 2002; Kan, Meijer, 2007; Sun et al., 2020; Souza et al., 2021). Однако в литературе встречается также профиль ГХЦГ в тюленях и некоторых рыбах с доминированием α-изомера, предположительно свидетельствующий о недавней экспозиции к источникам ГХЦГ с повышенным содержанием данного изомера (Borga et al., 2004; Shaw et al., 2005). Как и в случае с ДДТ, в предыдущие годы были зафиксированы более высокие уровни суммарного содержания ГХЦГ (см. табл. 3).

Содержание ГХБ у тюленя в 2020 г. также находилось на уровне минимальных значений, обнаруживавшихся ранее (2.4–77 нг/г в 1993 г. (Watanabe et al., 1999) 1.9–18 нг/г и 3.8–160 нг/г в 1998 г. и в 2000 г., соответственно (Kajiwara et al., 2002).

Среди прочих пестицидов наибольшую концентрацию в исследованных пробах имеет дилдрин, метаболит алдрина. Оксихлордан и транс-нонахлор, являющиеся метаболитом и примесью в хлордане, а также гептахлорэпоксид, являющийся метаболитом гептахлора, присутствуют в меньших концентрациях (см. табл. 2). В 1998 г. содержание гептахлорэпоксида было <0.5–170 нг/г, дильдрина – 71–620 нг/г, суммарное содержание пестицидов группы хлордана – 65–1300 нг/г, в 2000 г. – 63–2600 нг/г, 190–5000 нг/г и 210–14000 нг/г соответственно (Kajiwara et al., 2002).

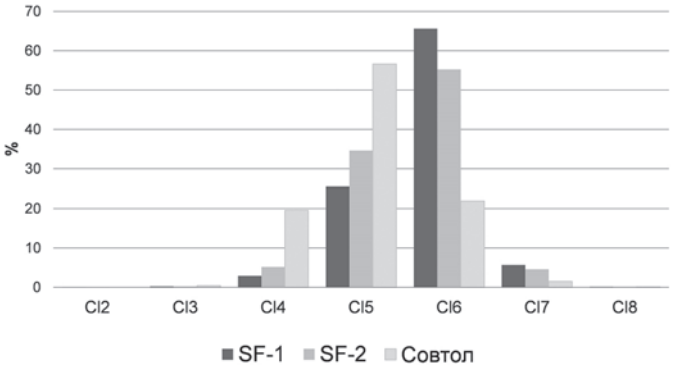


Рис. 3. Распределение ПХБ по степеням хлорирования в образцах жировой ткани тюленя и Совтоле.

Суммарное содержание ПХБ у тюленя в 2020 г. составило 0.12–0.16 мкг/г липидов, что также значительно меньше найденных ранее значений (см. табл. 3). При этом распределение конгенеров ПХБ сдвинуто по сравнению с исходным распределением конгенеров в Совтоле в более тяжелую область, что характерно для хронической экспозиции млекопитающих (рис. 3).

Ещё больше расширить спектр возможных определяемых веществ позволяет сочетание масс-спектрометрии высокого разрешения с высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ-МСВР). В частности, таким методом был проведен обзорный анализ полигалогенированных соединений в жировой ткани морских млекопитающих (в том числе обыкновенного тюленя), выброшенных на атлантическом побережье Франции (Cariou et al., 2021). Было обнаружено 135 индивидуальных полигалогенированных соединений, принадлежащих 16 классам. В частности, впервые в живых организмах был обнаружен гептахлор-1,2′-бипирроль (Cl_7-BP). Несмотря на то, что для получения информации о структурах большинства из обнаруженных соединений необходимо проведение дополнительных исследований, сам факт обнаружения большого количества разнообразных полихлорированных и полибромированных соединений, не регистрировавшихся ранее в живых организмах, хорошо иллюстрирует возможности метода. Однако нельзя однозначно относить все обнаруженные вещества к антропогенным загрязнителям, поскольку существует большое количество разнообразных галогенорганических соединений природного происхождения (Gribble, 2023). Аналогичных исследований тканей каспийского тюленя на текущий момент не проводилось.

Таким образом, существующие методы анализа позволяют достаточно полно охарактеризовать картину загрязнения с одновременным определением широкого спектра индивидуальных веществ. Содержание приоритетных органических загрязнителей в жировой ткани каспийского тюленя по состоянию на 2020 г. находилось ниже значений, при которых можно ожидать явное влияние на состояние здоровья тюленей. Наблюдается тенденция к постепенному снижению уровней экспозиции. Перспективным направлением, в том числе для обнаружения неизвестных веществ, является также применение методов ВЭЖХ-МСВР.

Литература

Бродский Е.С., Шелепчиков А.А., Кудрявцева А.Д., Соловьёва М.А., Мир-Кадырова Е.Я., Климов Ф.В., Рожнов В.В., 2025. Природа и характер загрязнения нефтепродуктами каспийского тюленя (*Pusa caspica*) // Экология. № 2. С. 127–133. DOI: 10.31857/S0367059725020044 EDN: TZNDMY

Захарова Н.А., 2003. Уровень накопления и влияние ряда токсикантов на состояние популяции каспийского тюленя. Автореферат канд. диссертации. Астрахань: Астрахан. гос. техн. ун-т. 23 с.

Захарова Н.А., 2006. Влияние поллютантов на воспроизводительную способность популяции каспийского тюленя (*Phoca caspica* Cmelin, 1788) // Морские млекопитающие Голарктики: Сборник научных трудов. С. 214–217. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-383853-7.x5001-x

Мониторинг окружающей природной среды Северо-Восточного Каспия при освоении нефтяных месторождений (Результаты Исследований Аджип Кко, 1993–2006 гг.), 2014. Алматы. 263 с.

Шелепчиков А.А., Кудрявцева А.Д., Бродский Е.С., Мир-Кадырова Е.Я., Соловьева М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В., 2024. Определение антропогенных загрязнителей в жировой ткани каспийского тюленя (*Pusa caspica* Gmelin, 1788) методом масс-спектрометрии точных масс // Доклады Российской Академии наук. Науки о жизни. 2024. Т. 518. № 5. С. 10–15. DOI: 10.31857/S0044513424030096

Aguilar A., 1984. Relationship of DDE/ΣDDT in marine mammals to the chronology of DDT input into the ecosystem // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 41(6). P. 840–844. https://doi.org/10.1139/f84-100

Altgelt K.H., Boduszynski M.M., 1993. Composition and analysis of heavy petroleum fractions. CRC Press, Taylor & Francis Group. 512 pp.

Aminzadeh F., Dasgupta S.N., 2013. Fundamentals of petroleum geology // Developments in Petroleum Science. V. 60. P. 15–36. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50662-7.00002-0

Andersson J.T., Achten C., 2015. Time to say goodbye to the 16 EPA PAHs? Toward an up-to-date use of PACs for environmental purposes // Polycyclic Aromatic Compounds. V. 35(2–4). P. 330–354. https://doi.org/10.1080/10406638.2014.991042

Ashe T.R., Colgrove S.G., 1991. Petroleum mass spectral hydrocarbon compound type analysis // Energy & Fuels. V. 5(3). P. 356–360. https://doi.org/https://doi.org/10.1021/ef00027a001

Ashraf W., Mian A., 2010. Total petroleum hydrocarbon burden in fish tissues from the Arabian Gulf // Toxicological and Environmental Chemistry. V. 92(1). P. 61–66. https://doi.org/10.1080/02772240902862220

Booth A.M., Sutton P.A., Lewis C.A., Lewis A.C., Scarlett A., Chau W., Widdows J., Rowland S.J., 2007. Unresolved complex mixtures of aromatic hydrocarbons: Thousands of overlooked persistent, bioaccumulative, and toxic contaminants in mussels // Environmental Science and Technology. V. 41(2). P. 457–464. https://doi.org/10.1021/es0615829

Borga K., Fisk A.T., Hoekstra P.F., Muir D.C.G., 2004. Biological and chemical factors of importance in the bioaccumulation and trophic transfer of persistent organochlorine contaminants in arctic marine food webs // Environmental Toxicology and Chemistry. V. 23(10). P. 2367–2385. https://doi.org/10.1897/03-518

Brownawell B.J., Dick J., McElroy A.E., Reddy C.M., Nelson R.K., 2007. The environmental implications of the UCM in sediments of the New York Harbor complex. A Final Report to the Hudson River Foundation on Contract 002/003A. 95 pp.

Cariou R., Méndez-Fernandez P., Hutinet S., Guitton Y., Caurant F., Le Bizec B., Spitz J., Vetter W., Dervilly G., 2021. Nontargeted LC/ESI-HRMS detection of polyhalogenated compounds in marine mammals stranded on French Atlantic Coasts // ACS ES&T Water. V. 1(2). P. 309–318. https://doi.org/10.1021/acsestwater.0c00091

Cravedi J.P., Tulliez J.E., 1983. Hydrocarbons disposition, lipid content, and fatty acid composition in trout after long-term dietary exposure to n-alkanes // Environmental Research. V. 32(3). P. 398–413. https://doi.org/10.1016/0013-9351(83)90121-4

Crutchfield C.A., Clarke W., 2017. High resolution accurate mass (HRAM) mass spectrometry // In: Mass Spectrometry for the Clinical Laboratory. Elsevier Inc. P. 247–259. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800871-3.00012-2

Du J., Mehler W.T., Lydy M.J., You J., 2012. Toxicity of sediment-associated unresolved complex mixture and its impact on bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons // Journal of Hazardous Materials. V. 203–204. P. 169–175. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.11.099

Enuneku A., Ainerua M., Erhunmwunse N.O., 2015. Total petroleum hydrocarbons in organs of commercially available fish, *Trachurus trecae* (Cadenat, 1949) from Oliha Market, Benin City, Nigeria // Ife Journal of Science. V. 17(2). P. 383–393.

Frysinger G.S., Gaines R.B., Xu L., Reddy C.M., 2003. Resolving the unresolved complex mixture in petroleum-contaminated sediments // Environmental Science & Technology. V. 37(8). P. 1653–1662.

Gallegos E.J., Green J.W., Lindeman L.P., Letourneau R.L., Teeter R.M., 1967. Petroleum group-type analysis by high resolution mass spectrometry // Analytical Chemistry. V. 792(14). P. 1833–1838.

Gribble G.W., 2023. Naturally occurring organohalogen compounds. Progress in the chemistry of organic natural products (V. 121). Springer. 546 pp. https://doi.org/10.1016/0027-5107(96)00054-1

Hall A.J., Duck C.D., Law R.J., Allchin C.R., Wilson S., Eybatov T., 1999. Organochlorine contaminants in Caspian and harbour seal blubber // Environmental Pollution. V. 106(2). P. 203–212. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00073-1

Han J., Calvin M., 1969. Hydrocarbon distribution of algae and bacteria, and microbiological activity in sediments // Proceedings of the National Academy of Sciences. V. 64(2). P. 436–443. https://doi.org/10.1073/pnas.64.2.436

Hawthorne S.B., Miller D.J., Kreitinger J.P., 2006. Measurement of total polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations in sediments and toxic units used for estimating risk to benthic invertebrates at manufactured gas plant sites // Environmental Toxicology and Chemistry. V. 25(1). P. 287–296. https://doi.org/10.1897/05-111R.1

Helle E., Olsson M., Jensen S., 1976. PCB levels correlated with pathological changes in seal uteri // Ambio. V. 5(5/6). P. 261–262.

Incardona J.P., 2017. Molecular mechanisms of crude oil developmental toxicity in fish // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. V. 73(1). P. 19–32. https://doi.org/10.1007/s00244-017-0381-1

Incardona J.P., Carls M.G., Teraoka H., Sloan C.A., Collier T.K., Scholz N.L., 2005. Aryl hydrocarbon receptor-independent toxicity of weathered crude oil during fish development // Environmental Health Perspectives. V. 113(12). P. 1755–1762. https://doi.org/10.1289/ehp.8230

Jisr N., Younes G., Omari K. El, Hamze M., Sukhn C., El-Dakdouki M.H., 2020. Levels of heavy metals, total petroleum hydrocarbons, and microbial load in commercially valuable fish from the marine area of Tripoli, Lebanon // Environmental Monitoring and Assessment. V. 192. P. 705.

Kajiwara N., Niimi S., Watanabe M., Ito Y., Takahashi S., Tanabe S., Khuraskin L.S., Miyazaki N., 2002. Organochlorine and organotin compounds in Caspian seals (*Phoca caspica*) collected during an unusual mortality event in the Caspian Sea in 2000 // Environmental Pollution. V. 117(3). P. 391–402. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00200-7

Kajiwara N., Watanabe M., Wilson S., Eybatov T., Mitrofanov I.V., Aubrey D.G., Khuraskin L.S., Miyazaki N., Tanabe S., 2008. Persistent organic pollutants (POPs) in Caspian seals of unusual mortality event during 2000 and 2001 // Environmental Pollution. V. 152(2). P. 431–442. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.075

Kan C.A., Meijer G.A.L., 2007. The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed // Animal Feed Science and Technology. V. 133(1–2). P. 84–108. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.08.005

Kuppusamy S., Maddela N.R., Megharaj M., Venkateswarlu K., 2020. Total Petroleum Hydrocarbons. Environmental Fate, Toxicity, and Remediation. Springer Cham. 264 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24035-6

Lahijani H.A.K., Ghaffari P., Leroy S.A.G., Beni A.N., Yakushev E.V., Abtahi B., Saleh A., Behravesh M., 2024. A note on the silent decline of the Caspian environment // Marine Pollution Bulletin. V. 205. P. 116551. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116551

Muijs B., Jonker M.T.O., 2010. A closer look at bioaccumulation of petroleum hydrocarbon mixtures in aquatic worms // Environmental Toxicology and Chemistry. V. 29(9). P. 1943–1949. https://doi.org/10.1002/etc.263

Nemirovskaya I.A., Khaustov A.P., Redina M.M., 2022. Distribution and genesis of hydrocarbons in water and sediments of the Kerch Strait // Geochemistry International. V. 60(1). P. 43–51. https://doi.org/10.1134/S0016702922010098

Nishimura M., Baker E.W., 1986. Possible origin of n-alkanes with a remarkable even-to-odd predominance in recent marine sediments // Geochimica et Cosmochimica Acta. V. 50. P. 299–305.

Nozar S.L. M., Pauzi M.Z., Salarpouri A., Daghooghi B., Salimizadeh M., 2015. Total petroleum hydrocarbons in edible marine biota from Northern Persian Gulf // Environmental Monitoring and Assessment. V. 187(4). P. 1–6. https://doi.org/10.1007/s10661-015-4443-4

Petersen K., Hultman M.T., Rowland S.J., Tollefsen K.E., 2017. Toxicity of organic compounds from unresolved complex mixtures (UCMs) to primary fish hepatocytes // Aquatic Toxicology. V. 190. P. 150–161. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2017.06.007

Ramadass K., Kuppusamy S., Venkateswarlu K., Naidu R., Megharaj M., 2021. Unresolved complex mixtures of petroleum hydrocarbons in the environment: An overview of ecological effects and remediation approaches // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. V. 51(23). P. 2872–2894. https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1813066

Revich B., Shelepchikov A., 2008. Persistent organic pollutants (POPs) hot spots in Russia // In: The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment. Springer Netherlands. P. 113–126. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6642-9_9

Rowland S., Donkin P., Smith E., Wraige E., 2001. Aromatic hydrocarbon "humps" in the marine environment: Unrecognized toxins? // Environmental Science and Technology. V. 35(13). P. 2640–2644. https://doi.org/10.1021/es0018264

Scarlett A., Galloway T.S., Rowland S.J., 2007. Chronic toxicity of unresolved complex mixtures (UCM) of hydrocarbons in marine sediments // Journal of Soils and Sediments. V. 7(4). P. 200–206. https://doi.org/10.1065/jss2007.06.232

Shaw S.D., Brenner D., Bourakovsky A., Mahaffey C.A., Perkins C.R., 2005. Polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides in harbor seals (*Phoca vitulina concolor*) from the northwestern Atlantic coast // Marine Pollution Bulletin. V. 50(10). P. 1069–1084. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.010

Shriadah M.A., 2001. Petroleum hydrocarbon concentrations in Arabian Gulf fish tissues // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. V. 67(4). P. 0560–0567. https://doi.org/10.1007/s00128-001-0160-5

Souza J.S., Pacyna-Kuchta A.D., Teixeira da Cunha L.S., Costa E.S., Niedzielski P., Torres J.P.M., 2021. Interspecific and intraspecific variation in organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls using non-destructive samples from *Pygoscelis* penguins // Environmental Pollution. V. 275. P. 116590. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116590

Sun J., Covaci A., Ove J., Jaspers V.L.B., Helander B., Bårdsen B., Boertmann D., Dietz R., Lage A., Lepoint G., Schulz R., Malarvannan G., Sonne C., Thorup K., Tøttrup A.P., Zubrod J.P., Eens M., Eulaers I., 2020. Temporal trends of legacy organochlorines in different white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) subpopulations: A retrospective investigation using archived feathers // Environment International. V. 138. P. 105618. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105618

Teeter R.M., 1985. High-resolution mass spectrometry for type analysis of complex hydrocarbon mixtures // Mass Spectrometry Reviews. V. 4(1). P. 123–143. https://doi.org/10.1002/mas.1280040105

Todd G.D., Chessin R.L., Colman J., 1999. Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp123.pdf

Tolosa I., De Mora S., Sheikholeslami M.R., Villeneuve J.P., Bartocci J., Cattini C., 2004. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments // Marine Pollution Bulletin. V. 48(1–2). P. 44–60. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00255-8

Vandana, P.M., Mahto U., Das S., 2022. Chapter 2 – Mechanism of toxicity and adverse health effects of environmental pollutants // In: Microbial Biodegradation and Bioremediation. P. 33–53.

Volodina V., Karygina N., Popova O., Popova E., Grushko M., Fedorova N., 2018. The status of parenchymatous organs of the Caspian seal *Phoca caspica* under the conditions of toxicant accumulation // Ekologia Bratislava. V. 37(3). P. 230–242. https://doi.org/10.2478/eko-2018-0019

Wang Z., Yang C., Kelly-Hooper F., Hollebone B.P., Peng X., Brown C.E., Landriault M., Sun J., Yang Z., 2009. Forensic differentiation of biogenic organic compounds from petroleum hydrocarbons in biogenic and petrogenic compounds cross-contaminated soils and sediments // Journal of Chromatography A. V. 1216. P. 1174–1191. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.12.036

Watanabe M., Tanabe S., Tatsukawa R., Amano M., Miyazaki N., Petrov E.A., Khuraskin S.L., 1999. Contamination levels and specific accumulation of persistent organochlorines in Caspian seal (*Phoca caspica*) from the Caspian Sea, Russia // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. V. 37(3). P. 396–407. https://doi.org/10.1007/s002449900531

Weisman W. (Ed.), 1998. Analysis of petroleum hydrocarbons in environmental media. Total petroleum hydrocarbon criteria working group series, V. 1. Amherst Scientific Publishers, USA. 98 pp.

Willett K.L., Ulrich E.M., Hites R.A., 1998. Differential toxicity and environmental fates of hexachlorocyclohexane isomers // Environmental Science and Technology. V. 32(15). P. 2197–2207. https://doi.org/10.1021/es9708530

Гельминтофауна каспийского тюленя: историческая динамика, видовое разнообразие и экологическое значение

Суворова И.В., Белокобыльский И.Ф.

Изучение паразитофауны каспийского тюленя (*Pusa caspica*) и в особенности гельминтов, представляет не только фундаментальный научный интерес для понимания эволюции изолированных экосистем, но и имеет огромное прикладное значение. Гельминтофауна служит тонким индикатором трофических связей тюленя, состояния здоровья популяции, степени антропогенного воздействия на Каспий и, что крайне важно, циркуляции опасных для человека зоонозных паразитов. Данный обзор синтезирует и анализирует результаты почти столетних исследований гельминтофауны каспийского тюленя, прослеживая ее динамику с 1930-х до 2020-х годов, выявляя ключевые виды, их происхождение, экстенсивность инвазии и биологическую роль.

Первые целенаправленные исследования гельминтов каспийского тюленя были проведены Д.М. Ланде (1931) и, особенно детально, И.Г. Щупаковым (1936). Работа Щупакова, основанная на вскрытии 15 тюленей, добытых в 1932 г. на острове Чечень (Северо-Западный Каспий), стала основополагающей. Им был составлен первоначальный список из 6 видов гельминтов, включая трематод (*Cryptocotyle lingua*, *Pseudechinostomum advena*), нематод (*Ascaris* sp., *Eustrongylides excisus*, *Dioctophyme* sp.), а также скребней (*Corynosoma strumosum*).

C. lingua – широко распространенный вид у морских птиц, паразитирующий в их кишечнике. Его обнаружение у тюленя указывало на возможное заражение через общих промежуточных хозяев (моллюсков, рыб) в прибрежных районах. *P. advena* описан Щупаковым как новый род и вид. Это стало первым указанием на возможное присутствие эндемичных для каспийской нерпы трематод. Позже этот вид был реклассифицирован в род *Mesorchis* – *Mesorchis advena* (Щупаков, 1936; Курочкин, 1958). *Ascaris* sp. – обнаружение аскарид, типичных паразитов наземных млекопитающих (включая человека), было неожиданным и требовало подтверждения и уточнения вида. Возможно, это были мигрирующие личинки или ошибочная идентификация. *E. excisus* – крупные нематоды, взрослые особи которых паразитируют в желудке рыбоядных птиц (чаек, бакланов). Тюлени, поедая зараженную рыбу, служат для них паратеническими хозяевами, где личинки инкапсулируются в стенках пищеварительного тракта или внутренних органах, вызывая воспаление. *Dioctophyme* sp. – род, включающий опасных паразитов (например, *D. renale*), поражающих почки плотоядных. Обнаружение данного вида паразитов у каспийского тюленя требовало дальнейшей верификации. *C. strumosum* – один из наиболее характерных и широко распространенных паразитов ластоногих. Взрослые особи прикрепляются к слизистой кишечника, вызывая изъязвления. Промежуточные хозяева – ракообразные, рыбы.

Исследования в 1950–1960 гг. (Курочкин, Заблоцкий, 1958; Делямуре, 1961; Делямуре и др., 1964; Заблоцкий, 1968) значительно расширили представления о разнообразии паразитов каспийского тюленя. Было установлено, что основу гельминтофауны составляют 12 видов, добавив семь новых видов к пяти, известным ранее (из списка Щупакова сохранили актуальность *M. advena*, *C. lingua*, *E. excisus*, *C. strumosum,* а *Anisakis schupakovi* был описан ранее Мошговым в 1951 г.): Курочкиным было описано два новых вида трематод *Ciureana badamschini u Maritrema sobolevi.* Важнейшим открытием того периода стало обнаружение у каспийского тюленя *Opisthorchis felineus*. Данный вид

является возбудителем тяжелого заболевания печени – описторхоза – у человека и рыбоядных млекопитающих, и требует двух промежуточных хозяев: моллюска и рыбу (карповые*). Pseudamphistomum truncatum* – сосальщик, паразитирующий в желчных протоках и желчном пузыре, возбудитель псевдамфистомоза. Цикл развития также проходит с участием моллюсков и рыб. Патогенен для тюленей и имеет зоонозный потенциал. Было также обнаружено два вида цестод – *Ligula colymbi* и *Diphyllobothrium phocarum*. Крупные личинки *L. colymbi* (плероцеркоиды) этого паразита рыб и птиц обнаруживались в полости тела тюленей. Очевидно, тюлени заражались лигулами при поедании инвазированной рыбой и тюлень в данном случае является тупиковым хозяином. *D. phocarum* был описан Ю.В. Курочкиным как новый вид лентеца, специфичный для тюленей. Также был описан новый эндемичный вид нематод *Parafilaroides caspicus*, обитающий в паренхиме легких (Курочкин и др., 1958).

В.И. Заблоцкий, исследуя паразитов промысловых млекопитающих в 1961–1966 гг., сделал принципиально важный вывод: каспийский тюлень является природным резервуаром (резервентом) гельминтов, опасных для человека. Его данные показали высокую зараженность описторхозом (*O. felineus*) – 28.2% вскрытых тюленей, и псевдамфистомозом (*P. truncatum*) – 46.8% вскрытых тюленей (Заболоцкий, 1968). Это означало, что тюлени активно участвуют в поддержании очагов этих опасных заболеваний в Каспийском регионе, инвазируя рыб, служащих вторыми промежуточными хозяевами.

Исследования, проведенные в 1988 г., подтвердили присутствие в фауне каспийского тюленя 14 видов гельминтов и позволили оценить их распространенность. Видами с наибольшей экстенсивностью инвазии стали *M. advena* (ЭИ 100%), *C. badamschini* (ЭИ 100%), *C. strumosum* (ЭИ 53,6%.), *A. schupakovi* (ЭИ 35,7%), *P. truncatum* (ЭИ 39,9%). Виды со средней и низкой экстенсивностью инвазии были представлены *M. sobolevi* (ЭИ 17,9%), *O. felineus* (ЭИ 7,1%), *Metorchis bilis* (ЭИ 7,1%), *E. excisus* (ЭИ 7,1%), *Metorchis xanthosomus* (ЭИ 3,6%), *L. colymbi*: (ЭИ 3,6%), *D. phocarum* (ЭИ 3,6%) (Иванов и др., 2012).

С 2006 по 2010 гг. В.В. Володиной были проанализированы паразитологические пробы, отобранные от 45 бельков и 188 взрослых особей каспийского тюленя, добытых весной на акватории Северного Каспия в районе восточного свала Уральской Бороздины и в октябре вблизи о. Малый Жемчужный. Были обследованы следующие внутренние органы: сердце, легкие, печень, желчный пузырь, поджелудочная железа, желудок, кишечник, селезенка, почки. По результатам исследований были обнаружены четыре вида гельминтов: *A. simplex* (ЭИ 10%) *E. excisus* (ЭИ 3,3%)*, C. strumosum* (ЭИ 3,3%)*, P. truncatum* (ЭИ 80%) (Володина, Грушко, 2012).

В 2020 г. во время массовой гибели каспийских тюленей нами были проведены 13 частичных гельминтологических вскрытий павших особей. Плохая сохранность органов брюшной полости ввиду расклева чайками не позволила провести полное гельминтологическое вскрытие. У девяти тюленей в лёгких отмечена инвазия нематодами *P. caspicus*; у четырёх особей – инвазия стенок желудка нематодами *A. schupakovi*, сопровождавшаяся единичными эрозиями и мелкими одиночными очагами изъязвления слизистой желудка. Однако невысокая интенсивность нематодозов и вызванных ими патологоанатомических изменений, в совокупности с отсутствием признаков истощения животных, указывали на то, что гельминтоз тюленей не мог быть причиной их массовой гибели (Рожнов и др., 2022).

Отсутствие в последующих исследованиях *Ascaris s*p. и *Dioctophyme* sp., вероятно, связано с тем, что их предыдущие находки были ошибочными или случайными. Редкое обнаружение в исследованиях нематоды *P. caspicus* могло быть связано с ее малым размером и сложностями обнаружения в толще легочной ткани.

Таким образом, на сегодняшний момент гельминтофауна каспийского тюленя представлена 14 видами. Значительную роль играют трематода *P. truncatum* и нематоды *A. schupakovi*, *P. caspicus*. Зараженность зоонозной трематодой *O. felineus* и скребнем *C. strumosum* снизилась, что может быть связано с изменением кормовой базы.

Анализ всего списка зарегистрированных за историю исследований видов позволяет четко разделить их по происхождению. Эндемичный комплекс, представленный шестью видами (*M. advena*, *C. badamschini*, *M. sobolevi*, *D. phocarum*, *A. schupakovi*, *P. caspicus*) сформировался в условиях изоляции Каспийского моря и специфически адаптирован к каспийскому тюленю. Эта группа является ядром фауны гельминтов каспийского тюленя. Эти виды отражают длительную коэволюцию паразита и хозяина в уникальной среде. Их преобладание подчеркивает изолированность каспийской популяции тюленя.

Аллохтонные виды гельминтов проникли в фауну тюленя из других экосистем. Паразиты наземных млекопитающих (включая человека и хищников) и представлены: *O. felineus* – основной резервуар – рыбоядные млекопитающие (кошки, лисы, свиньи, человек); *P. truncatum* – паразитирует у хищных млекопитающих (норки, выдры, собаки, кошки, человек), *M. bilis* – паразит лисиц, песцов, других псовых и кошачьих. Ранние находки *Ascaris* sp., *Dioctophyme* sp. также относились к этой группе. В гельминтофауне каспийского тюленя представлены также паразиты, характерные для рыбоядных птиц: *C. lingua*, *E. excisus*, *M. xanthosomus*, *L. colymbi*. Присутствие этих видов отражает трофические связи тюленя с пресноводными и наземными компонентами экосистемы Каспия (поедание зараженной рыбы, обитающей в эстуариях и предустьевых пространствах, особенно дельты Волги и Северного Каспия). Особенно важно наличие зоонозов (*O. felineus*, *P. truncatum*), делающих каспийского тюленя потенциальным звеном в передаче этих паразитов человеку.

Состав гельминтофауны также напрямую отражает рацион каспийского тюленя. Преобладание паразитов с жизненными циклами, включающими моллюсков и рыб, напрямую связано с ихтиофагией. Наличие паразитов птиц (*C. lingua*, *E. excisus*, *L. colymbi*, *M. xanthosomus*) указывает на потребление тюленем рыб, зараженных в районах, где теснее всего переплетаются цепи питания птиц и тюленей (мелководья, дельты).

Гельминтофауна каспийского тюленя представляет собой динамичную систему, сформированную в условиях длительной изоляции Каспийского моря и подверженную влиянию антропогенных факторов. Высокая зараженность каспийского многими видами гельминтов, особенно эндемичными трематодами, свидетельствует об их важной роли в жизни хозяина, но также и о потенциальном патогенном воздействии, усугубляющем кризисное состояние популяции тюленя.

Мониторинг гельминтофауны каспийского тюленя является критически важным инструментом для оценки здоровья популяции тюленя (как индикатора паразитарного пресса и общего неблагополучия), а также изучения трофических связей и изменений в экосистеме Каспия. Дальнейшие исследования, включающие современные молекулярно-генетические методы для уточнения таксономии и изучения жизненных циклов, регулярный мониторинг зараженности в связи с сокращением численности тюленя и деградацией Каспия, а также оценка реального вклада гельминтозов в смертность являются неотложными задачами для сохранения каспийского тюленя и обеспечения эпидемиологического благополучия региона.

Литература

Володина В.В., Грушко М.П., 2012. Инвазионные заболевания каспийского тюленя // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. № 2 (14). С. 25–29.

Делямуре С.А., Курочкин Ю.В., Скрябин А.С., 1964. О гельминтофауне каспийского тюленя (*Phoca caspica* Gmelin, 1788) // Труды Астраханского заповедника. Вып. 9. С. 105–117.

Демиденко Л.А., Королев В.А., 2004. Особенности локализации гельминтов в органах пищеварительной системы каспийского тюленя (*Phoca caspica* Gmelin, 1788) // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. По мат. Третьей междунар. конференции. Коктебль, Украина 11–17 октября 2004 г. М. С. 180–183.

Иванов В.М., Литвинов К.В., Калмыков А.П., Паршина О.Ю., 2012. Гельминтофауна каспийской нерпы в Северном Каспии // Материалы V Всеросс. конф. с междунар. участием по теоретической и морской паразитологии. Калининград: АтлантНИРО. С. 86–87.

Заблоцкий В.И., 1968. Промысловые млекопитающие и домашние плотоядные дельты Волги как резервенты гельминтозов человека // Мат. науч. сессии, посвящ. 50-летию Астраханского гос. заповедника. Астрахань. С. 198–201.

Крылов В.И., 1982. Инвазия каспийского тюленя трематодой *Pseudamphistomum truncatum* в авандельте Урала // Морские млекопитающие. Л.: Наука. С. 13–136.

Крылов В.И., Попов В.Н., 1990. Эколого-статистический анализ заболевания каспийского тюленя авандельты Урала псевдамфистомозом // Некоторые аспекты биологии и экологии каспийского тюленя. М.: ВНИРО. С. 17–34.

Курочкин Ю.В., 1961. Гельминтофауна каспийского тюленя и его значение в биоценозах дельты Волги // Труды совещания по экологии и промыслу морских млекопитающих. М. С. 233–237.

Курочкин Ю.В., Заблоцкий В.И., 1958. К гельминтофауне каспийского тюленя // Труды Астраханского заповедника. Вып. 4. С. 337–343.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В., 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря сенью 2020 г. и ее возможных причинах// Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109.

Вирусные угрозы каспийскому тюленю

Алексеев А.Ю., Петербридж Г., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М.

Изучение инфекционных заболеваний морских млекопитающих за последние полвека претерпело фундаментальную трансформацию, отражающую не столько изменение в природе самих угроз, сколько эволюцию наших диагностических возможностей. В 1960-х и 1970-х гг. научные публикации были преимущественно посвящены легко идентифицируемым патогенам – гельминтам и бактериям, которые можно было выявить стандартными методами микроскопии и культивирования. Вирусы, как этиологические агенты, оставались в значительной степени «невидимыми». Ситуация начала меняться в конце 1970-х гг., а в 1980-х и 1990-х гг. произошел настоящий прорыв в морской вирусологии. Этот сдвиг был обусловлен не внезапным появлением вирусных угроз, а скорее развитием технологий, позволивших их обнаруживать. Внедрение в диагностическую практику в конце 1980-х гг. таких молекулярно-биологических методов, как полимеразная цепная реакция (ПЦР), произвело революцию. ПЦР позволила с беспрецедентной чувствительностью и специфичностью выявлять нуклеиновые кислоты вирусов в биологических образцах, даже в тех случаях, когда культивирование вируса было невозможно.

Таким образом, кажущийся «рост» числа вирусных заболеваний в этот период является в значительной мере отражением возросших диагностических способностей. Это означает, что вирусы, вероятно, играли существенную, но доселе неопознанную роль в динамике популяций и событиях массовой смертности морских млекопитающих задолго до того, как стали центральным объектом исследований. До появления этих технологий большинство исследований ограничивалось описанием отдельных клинических случаев, что не позволяло делать обоснованные выводы о влиянии болезней на популяционном уровне, за исключением очевидных эпизоотий с массовой гибелью животных.

Инфекционные болезни, включая вирусные, ответственны примерно за 14% смертей морских млекопитающих в мире, что сопоставимо с долей гибели от экологических факторов или биотоксинов (NOAA fisheries, 2025). Для тюленей наиболее губительными являются эпизоотии, вызванные морбилливирусами и вирусами гриппа, хотя и другие вирусы (герпес-, адено-, калици- и др.) могут вызывать заболевания разной степени тяжести (Harkonen et al., 2006; Duignan et al., 2014; Puryear et al., 2023; Ulloa et al., 2023). По-видимому, значительный вклад в снижение численности популяции каспийского тюленя могли внести заболевания и вирусной этиологии (Forsyth et al., 1998; Kennedy et al., 2000; Harkonen et al., 2006; NOAA fisheries, 2025).

Исторический обзор вирусных эпизоотий у каспийского тюленя

Первые сообщения о массовой гибели каспийских тюленей относятся еще к середине XX в. Так, зафиксированы крупные падежи на о. Тюлений в 1930-х гг. и в 1955–1956 гг. (Вылегжанин, 1967; Gadzhiev et al., 2024), однако их причины остались неясными ввиду недостатка данных той эпохи. Вирусные эпизоотии как значимый фактор смертности ластоногих были научно признаны несколько позднее. Одним из первых подтвержденных случаев стала вызванная морбилливирусом эпизоотия на Байкале в 1987-1988 гг., когда вирус чумы плотоядных (CDV) явился причиной гибели нескольких тысяч байкальских нерп (*Pusa sibirica*) (Grachev, 1989). Почти одновременно, в 1988 г., родственный морбилливирус (вирус чумы тюленей, PDV) поразил популяции тюленей в Северном море, приве-

дя к массовой гибели обыкновенных тюленей (*Phoca vitulina*) в Европе (Osterhaus, Vedder, 1988; Visser et al., 1990). Повторная эпизоотия среди обыкновенных тюленей Северного моря вызвала к концу октября 2002 г. гибель около 21 тыс. животных (Jensen et al., 2002).

В Каспийском море первая задокументированная вирусная эпизоотия произошла в 1997 г., когда среди каспийских тюленей была отмечена вспышка чумы плотоядных и погибло около 7 000 особей (Forsyth et al., 1998). Самая же крупная эпизоотия зарегистрирована весной 2000 г.: за несколько месяцев вирус убил порядка 10 000 тюленей по всему побережью (в Казахстане, России, Азербайджане и Туркменистане) (Kennedy et al., 2000). Смертность местами достигала 60–80% от заражённых животных. Эпизоотия 2000 г. получила широкий резонанс как пример разрушительного воздействия патогена на морскую экосистему замкнутого водоема. Высокая смертность наблюдалась также в 2001 г., что может свидетельствовать либо о пролонгации той же вспышки, либо о повторном заносе возбудителя (Kennedy et al., 2000). После 2000–2001 гг. вплоть до недавнего времени крупных вирусных эпизоотий на Каспии не фиксировалось, однако регистрировались локальные инциденты. Например, весной 2007 г. на казахстанском побережье было найдено более 350 погибших тюленей (в основном щенки того года) (Blua, 2007). Причиной тогда сочли сочетание необычно теплой зимы (неформирование льда для лежбищ) и возможной инфекции, хотя убедительных вирусологических данных получено не было. В декабре 2020 г. и особенно в конце 2022 г. вновь произошли массовые гибели тюленей – сотни и тысячи обнаруженных туш по берегам Северного Каспия (Gadzhiev et al., 2024). Некоторые исследователи указывают на возможную вирусную этиологию этих событий. Так, в конце 2022 – начале 2023 гг. обсуждалась версия о заносе высокопатогенного птичьего гриппа H5N1, циркулировавшего в то время среди диких водоплавающих птиц в регионе (Sobolev et al., 2023). Действительно, высокопатогенные штаммы гриппа способны вызывать эпизоотии у ластоногих, и совпадение вспышек гриппа у птиц с гибелью тюленей указывала на возможную связь. К концу 2024 г. казахстанские ученые сообщили об обнаружении у погибших тюленей нового вирусного нейроинфекционного агента в мозге и лёгких (Mass Death of Caspian Seals). Хотя его точная таксономия пока не определена, отмечается, что это заболевание характерно для морских млекопитающих и, по-видимому, явилось прямой причиной смертности.

Таким образом, ретроспективный анализ имеющихся данных позволяет предполагать, что вирусные инфекции могут быть серьезной угрозой для каспийских тюленей, вызывая как острые эпизоотии с массовой гибелью, так и сублетальные эффекты, влияющие на долгосрочное выживание и воспроизводство вида.

Морбилливирусы: вирус чумы собак и родственные патогены. Морбилливирусы (Paramyxoviridae) – одни из наиболее патогенных вирусов, выявленных у морских млекопитающих. К ним относятся вирус чумы собак (*Canine Distemper Virus*, CDV, ранее называли – вирус чумы плотоядных) и вирус чумы тюленей (*Phocine Distemper Virus*, PDV), вызывавшие в последние 50 лет самые разрушительные эпизоотии у ластоногих (Osterhaus, Vedder, 1988; Grachev, 1989; Bergman et al., 1990; Visser et al., 1990; Kennedy, 1998; Kennedy et al., 2000; Jauniaux et al., 2001; Jensen et al., 2002; Härkönen et al., 2006). Эти РНК-содержащие вирусы поражают широкий спектр клеток, вызывая системное заболевание с тяжёлым поражением дыхательной и нервной системы. В острый период инфекции морбилливирус проникает в ЦНС, приводя к острым неврологическим симптомам либо к отдалённым последствиям при хроническом персистировании (Summers et al., 1984; Axthelm, Krakowka, 1998).

У каспийских тюленей морбилливирусная инфекция выявлялась, начиная с 1997 г. по 2001 г. Возбудитель был идентифицирован как CDV (вирус чумы собак) – тот же вирус,

что вызывает одноимённое заболевание у собак и других наземных хищников (Kennedy et al., 2000). Считается, что каспийский штамм CDV имеет самостоятельное происхождение: ранее он не был описан у домашних животных, отличаясь от известных вакцинных и полевых вариантов (Forsyth et al., 1998; Kennedy et al., 2000; Jo et al., 2019). Полное секвенирование генома возбудителя, выделенного от тюленей в 2000 г., показало, что данный штамм образует отдельную филогенетическую кладу морбилливирусов, отличную, например, от арктического штамма, поразившего байкальских нерп (Jo et al., 2019). Вероятным источником заражения тюленей считают наземных хищников – в частности, домашних собак, с которыми тюлени прямо или опосредованно контактируют на лежбищах и на береговой линии (Kennedy et al., 2000; Jo et al., 2019). Аналогичным путём ранее объяснялись заносы CDV в другие изолированные популяции ластоногих (например, эпизоотия 1987–1988 гг. на Байкале и случай заражения антарктических тюленей-крабоедов в 1950-х гг.) (Grachev 1989; Bengston et al., 1991). Хотя точный *«ноль-пациент»* каспийской вспышки неизвестен, вирус вероятно занесён с материка.

Помимо эпизоотий, морбилливирусы могут латентно циркулировать в популяции тюленей в межэпизоотические периоды. Исследования последних лет показали наличие антител к CDV у 8–14% обследованных каспийских тюленей даже в отсутствие гибели животных (Kydyrmanov et al., 2023). Кроме того, в ПЦР этими авторами выявлялась РНК CDV у ~5% отловленных клинически здоровых особей в 2007–2017 гг. Один из изолятов, полученный в 2008 г., показал 99,6%-ное геномное сходство со штаммом 2000 г., что указывает на длительное персистирование этого варианта вируса в регионе. Таким образом, после опустошительных эпизоотий конца 1990-х гг. вирус, вероятно, мог остаться в виде эндемичной инфекции на низком уровне, или периодически повторно заносится в популяцию (Namroodi et al., 2018; Kydyrmanov et al., 2023). Однако при изменении условий – например, при появлении большого числа восприимчивого молодняка или при иммунодепрессии из-за загрязнителей – возможна новая вспышка. Иммунотоксиканты (ПХБ, ДДТ и др.), накопленные в тканях каспийских тюленей, действительно рассматриваются как фактор, усугубивший тяжесть эпизоотии CDV, снизив сопротивляемость инфекциям (De Swart et al., 1994; Bogomolni et al., 2016). Совокупность данных указывает, что чума плотоядных остаётся грозной угрозой для каспийского тюленя, способной в любой момент вспыхнуть вновь.

Отдельно следует упомянуть о родственных CDV вирусах чумы тюленей (PDV), поражающих тюленей Северной Атлантики. Эти морбилливирусы дважды – в 1988 и 2002 гг. – вызывали массовую гибель десятков тысяч тюленей в Европе (Osterhaus, Vedder, 1988; Jensen et al., 2002). Хотя прямого контакта между атлантическими и каспийскими тюленями нет, случаи переноса возбудителей человеком или мигрирующими животными теоретически возможны. На сегодняшний день PDV не был выявлен у каспийских тюленей.

Анализ крупных морбилливирусных эпизоотий у ластоногих выявляет два принципиально различных эпизоотологических сценария, определяемых географической изоляцией популяции-хозяина и источником вируса.

Первый сценарий, модель «занос-вымирание/персистенция», характерен для изолированных популяций, инфицируемых вирусом от наземных животных. Ярким примером является эпизоотия 1987–1988 гг. у байкальской нерпы, в результате которой погибло не менее 5000 животных. Причиной был вирус чумы собак (CDV), генетически близкий к штаммам, циркулировавшим в то время у наземных хищников (вероятно, собак) в прибайкальском регионе.

Второй сценарий, модель «резервуар-занос», наблюдается в открытых, взаимосвязанных морских экосистемах, таких как Северная Атлантика. Здесь циркулирует PDV. Две

эпизоотии, вызванные этим вирусом, произошли у обыкновенного тюленя в Северном море в 1988 и 2002 гг. Обе вспышки начались в одном и том же месте, на датском острове Анхольт, и распространялись по схожему сценарию. Предполагается, что естественным резервуаром PDV в Северной Атлантике служат крупные популяции гренландских (*Pagophilus groenlandicus*) и серых (*Halichoerus grypus*) тюленей, у которых вирус циркулирует постоянно, не вызывая массовой гибели, и периодически переносится в более уязвимые популяции обыкновенного тюленя.

Различие этих моделей имеет принципиальное значение для разработки стратегий сохранения тюленя. Для изолированных популяций, подверженных риску заражения от наземных источников (как у байкальской и каспийской нерпы), ключевым является минимизация контактов на границе «суша-море». Для популяций в открытых экосистемах (как у европейского тюленя) необходимо понимание динамики вируса в резервуарных видах и мониторинг их миграционных путей.

Вирусы гриппа у тюленей. Ортомиксовирусы (Orthomyxoviridae) – семейство РНК-содержащих вирусов. В соответствии с последней классификацией к семейству относят 9 видов в 7 родах (International Committee on Taxonomy of Viruses). Основным представителем является род Alfainfluenzavirus (syn. Influenzavirus A, Influenza virus A), в который входит Influenza A virus («вирус гриппа А» или «вирус гриппа типа А»).

Вирусы гриппа А способны преодолевать межвидовые барьеры и заражать самых разных хозяев, включая морских млекопитающих. Для ластоногих задокументированы инфекции множеством субтипов гриппа А – H7, H4, H3, H10, H1 и др. – преимущественно имеющих происхождение от птиц (Lang, Ferguson, 1981; De Boer et al., 1990; Steuen et al., 1994; Danner et al., 1998; Nielsen et al., 2001; Goldstein et al., 2013; Fereidouni et al., 2016; Puryear et al., 2016; Gulyaeva et al., 2018a, 2018b; Sobolev et al., 2023). Первые случаи гриппа у тюленей были обнаружены еще в конце 1970-х гг. Так, в 1979 г. на побережье Новой Англии (США) вспышка гриппа А вызвала пневмонию и гибель до 20% локальной популяции обыкновенных тюленей (Lang et al., 1981. В последующие десятилетия отмечались вспышки гриппа, иногда приводившие к необычным эпизоотиям – в частности, у тюленей США в 2011 г. (H3N8) и в Северном море в 2014 г. (H10N7) (Zohari et al., 2014; Bodewes et al., 2015; Krog et al., 2015; Puryear et al., 2016). Однако чаще грипп протекает субклинически и обнаруживается по серологическим маркерам.

Каспийские тюлени имеют богатую историю контактов с вирусами гриппа. Еще в начале 1980-х гг. в их популяции закрепился человеческий штамм H3N2: серологические исследования выявили, что вирус А/Бангкок/79 (H3N2), циркулировавший среди людей около 1979–1981 гг., проник в популяцию тюленей и поддерживался в их популяции по крайней мере до конца 1990-х гг. (Ohishi et al., 2002). Антитела к этому варианту обнаруживались более чем у половины обследованных особей в 1993–1998 гг. Примечательно, что у каспийских тюленей выявлялись также антитела к вирусу гриппа В, который считался чисто человеческой инфекцией: в пробах 1997 и 2000 гг. около 10–14% животных имели следы перенесенного гриппа В. Эти данные позволяют предположить, что каспийские тюлени могли служить *резервуаром* человеческих штаммов гриппа, сохранявшихся в дикой природе вне человеческой популяции (Ohishi et al., 2002; Runstadler, Puryear, 2020). В то же время непосредственного вреда здоровью тюленей эти вирусы, по-видимому, не наносили: по крайней мере, о массовой гибели в 1980-е гг. данные отсутствуют. Тюлени могут действовать как эндемический резервуар вируса гриппа А, который может распространять вирус в прибрежных экосистемах среди других млекопитающих, прибрежных птиц и, возможно, людей (Duignan et al., 1995; Duignan et al., 1997; Puryear et al., 2016).

В новом тысячелетии возрос интерес к мониторингу гриппа у морских животных, в том числе и каспийского тюленя, что принесло ряд находок. В 2012 г. на северном Каспии (Дагестан) от тюленя был выделен типично птичий вариант вируса гриппа A(H4N6), вероятно, передавшийся тюленю от водоплавающих птиц (Gulyaeva et al., 2018a). Это подтверждает постоянное взаимодействие каспийских тюленей с авиафауной: сезонные миграции птиц через Каспий создают возможности для заноса различных вирусов гриппа (Fereidouni et al., 2016; Alekseev et al., 2019). Однако H4N6 не вызвал вспышки болезни.

Обследование 177 живых тюленей в 2007-2017 гг. на наличие антител к различным вариантам вируса гриппа показало, что до 55% особей имеют антитела к гриппу типа А и 20% особей имеют антитела к гриппу В (Kydyrmanov et al., 2023). Были выявлены антитела против различных субтипов вируса гриппа типа А: H10N7 (у особей, отловленных в 2011 г.), H4N6 (в пробах 2016 г.) и H1N2. Таким образом, было показано, что вирусы гриппа постоянно циркулируют среди каспийских тюленей.

Особую тревогу в последние годы вызывает высокопатогенный птичий грипп субтипа H5N1 клады 2.3.4.4b, распространившийся с 2016 г. по Евразии и всему миру. Этот вариант вируса гриппа вызвал массовую гибель у многих видов птиц и продемонстрировал способность эффективно преодолевать межвидовой барьер, вызывая гибель и у млекопитающих (лисы, норки, дельфины, тюлени и др.) (European Food Safety Authority et al., 2025). Для ластоногих задокументированы случаи гибели от H5 в Европе и Северной Америке в 2016-2025 гг. (Shin et al., 2019). Высокопатогенные вирусы гриппа H5 субтипа были выявлены и у птиц, обитающих в Каспийском море, что может вызвать и вспышки заболевания у тюленей (Sobolev et al., 2023).

Возможно, эти вирусы явились причиной гибели более 2000 тюленей на побережье Дагестана в декабре 2022 г., хотя прямых доказательств этому нет (Mass Death of Caspian Seals). Клинические признаки (острое нейрологическое поражение) могут соответствовать как тяжёлой форме морбилливирусной инфекции, так и инфекции, вызванной высокопатогенным гриппом. В любом случае, высокопатогенные штаммы гриппа сейчас рассматриваются как серьезная новая угроза для каспийских тюленей (Gadzhiev et al., 2024). В связи с этим мониторинг птичьего гриппа в каспийском регионе и готовность к быстрой диагностике этого патогена у тюленей – важная часть программ эпизоотологического надзора.

Герпесвирусы. Герпесвирусы (Orthoherpesviridae) – большое семейство ДНК-содержащих вирусов, вызывающее разнообразные болезни не только у человека и других млекопитающих, но и у птиц, рептилий, амфибий, рыб.

Вирусы семейства Orthoherpesviridae широко распространены среди ластоногих, обычно присутствуя латентно, но способны вызывать заболевания при определённых условиях (стресс, ко-инфекция). У тюленей описаны по меньшей мере четыре вида герпесвирусов: *Phocid alphaherpesvirus 1* (PhHV-1) (Osterhaus et al., 1985; Baily et al., 2019; Deming et al., 2021), *Phocid gammaherpesvirus 2* (PhHV-2), *Phocid gammaherpesvirus 4* (PhHV-4), *Phocid gammaherpesvirus 7* (PhHV-7) (Sacristán et al., 2018; Reisfeld et al., 2019), относящиеся соответственно к подсемействам альфа- и гаммагерпесвирусов. Наиболее изучен PhHV-1, впервые выделенный у тюленей Северного моря. У новорождённых гренландского и обыкновенного тюленей этот вирус может вызывать острый герпетический сепсис с поражением печени, лёгких, надпочечников и развитием геморрагической пневмонии, что нередко заканчивается гибелью детёнышей (Baily et al., 2019). Часто вспышки герпесвирусных болезней следуют за эпизоотиями морбилливируса: предполагается, что иммунодепрессия, вызванная чумкой, активирует латентный герпесвирус, увеличивая процент гибели животных (подобное наблюдали в Северном море после

эпизоотии 1988 г.). Взрослые особи обычно переносят PhHV-1 бессимптомно, оставаясь носителями.

У каспийских тюленей герпесвирус распространён повсеместно. Практически все обследованные особи (94% из выборки 2007–2017 гг.) имели антитела, реагирующие с герпесвирусным антигеном (Kydyrmanov et al., 2023). Это указывает на то, что подавляющее большинство тюленей в течение жизни инфицируются герпесвирусом, предположительно PhHV-1 или близким ему. Молекулярный анализ фрагмента гена, выделенного у каспийского тюленя, подтвердил, что местный герпесвирус идентичен PhHV-1 обыкновенных тюленей. Видимо, вирус исторически был завезён в Каспий из Северной Атлантики (возможно, через промежуточные популяции тюленей в Арало-Каспийском регионе в плейстоцене или через миграции птиц или других животных). Сейчас он устойчиво циркулирует в каспийской популяции, передаваясь вертикально от матерей потомству, половым путем, либо контактно на лежбищах.

Клинические случаи проявлений вируса герпеса у каспийских тюленей регистрируются редко. В полевых обследованиях 2007–2017 гг. у части тюленей отмечались кожные поражения, похожие на герпесвирусные язвочки или *покс*-подобные узелки (Kydyrmanov et al., 2023). Однако тяжёлых системных случаев, подобных тем, что описаны в Северном море, не зафиксировано – возможно благодаря тому, что большинство щенков проводят первые месяцы жизни на льду в относительно изолированных группах. Тем не менее, герпесвирус остаётся постоянным фоновым патогеном. При стечении неблагоприятных обстоятельств (например, одновременное инфицирование чумой собак, массовые паразитарные инвазии, загрязнения) он может стать причиной гибели животных. Кроме того, герпесвирусы могут способствовать развитию новообразований: у калифорнийских морских львов сочетание герпесвируса OtHV-1 и папилломавируса вызывает злокачественные опухоли половых органов (Gulland et al., 2020). У тюленей подобных явлений не описано, но это напоминает о потенциале герпесвирусов влиять на популяционное здоровье не только прямо, но и косвенно.

Следует отметить, что помимо PhHV-1, у тюленей описаны и гаммагерпесвирусы (например, PhHV-2, PhHV-4, PhHV-7), которые могут приводить к злокачественным новообразованиям лимфоидной ткани. У каспийского тюленя пока не было выделено таких вирусов, но их потенциальное наличие не исключено, учитывая находки родственных последовательностей у других видов (напр., PhHV-7 у тюленя обыкновенного) (Gulland et al., 1997).

Таким образом, герпесвирусная инфекция в Каспии протекает как эндемичная, высокораспространённая и преимущественно латентная. Однако её мониторинг важен, поскольку изменения экологических условий или интродукция нового штамма могут изменить баланс «хозяин-патоген» и привести к клиническим проявлениям, в том числе гибели животных.

Аденовирусы. Аденовирусы (Adenoviridae) – ДНК-содержащие вирусы, распространенные у многих позвоночных, включая морских млекопитающих. У ластоногих они обнаруживаются как при патологоанатомических исследованиях, так и методами молекулярного скрининга (Inoshima et al., 2013; Cortes-Hinojosa et al., 2016; Kydyrmanov et al., 2023). Так, после эпизоотии 1988 г. у тюленей Европы был выявлен ранее неизвестный *Phocine adenovirus*, связанный с поражениями печени у погибших особей (Goldstein et al., 2011). В целом аденовирусные инфекции тюленей могут протекать субклинически, либо вызывать умеренные респираторные и кишечные симптомы. Тем не менее, некоторые штаммы способны приводить к тяжелому гепатиту и гибели, особенно у ослабленных животных (Goldstein et al., 2011; Inoshima et al., 2013; Wright et al., 2015).

У каспийских тюленей присутствие аденовируса было подтверждено в недавних исследованиях. В рамках комплексного обследования 2007–2017 гг. неожиданно высокой оказалась детекция аденовируса: ПЦР показала наличие аденовирусной ДНК у 21,7% обследованных тюленей (Kydyrmanov et al., 2023). Секвенирование части гена полимеразы показало, что каспийский штамм уникален и отличается от известных аденовирусов других видов. По серологическим данным, не менее четверти тюленей имели антитела к аденовирусу (25% положительных проб), что свидетельствует о широкой циркуляции этого патогена. На момент обследования тюлени выглядели клинически здоровыми. Возможно, как и герпесвирус, аденовирус на Каспии находится в относительно мирном сосуществовании с хозяином, вызывая лишь спорадические болезни. Однако нельзя исключать, что при стресс-факторах (загрязнение, сопутствующие инфекции) он способен провоцировать вспышки заболеваний. В литературе описан случай гибели молодых морских львов от аденовирусного гепатита в неволе, а у тюленей – эпизоотия воспаления печени на фоне морбилливируса. Поэтому следует считать аденовирусы потенциально патогенными для каспийских тюленей.

Калицивирусы. Калицивирусы (Caliciviridae) – группа РНК-вирусов, объединяющая возбудителей из родов везивирусов, норовирусов и др. У морских млекопитающих наибольшее значение имеют везивирусы, прежде всего комплекс вирусов сан-мигельского морского льва (*San Miguel Sea Lion Virus*, SMSV) и родственные им возбудители. Эти вирусы были впервые выделены в 1970-х гг. от калифорнийских морских львов с язвенно-везикулярными поражениями кожи и слизистых (Schaffer, Soergel, 1973; Smith et al., 1973). Позже оказалось, что существует множество серотипов подобных вирусов, инфицирующих разных ластоногих – морских львов, тюленей, даже моржей (Smith et al., 1981; Seal et al., 1995; Reid et al., 1999). Инфекции калицивирусами у ластоногих обычно вызывают мелкие язвы и пузырьки на непигментированной коже (плавники, морда), могут приводить к абортам беременных самок и общей слабости. Как правило, смертность невысока, и многие животные, выздоравливая, приобретают иммунитет. Тем не менее, калицивирусы у морских животных интересны как зоонозный резервуар: вирусы SMSV оказались антигенно-родственными возбудителю везикулярной экзантемы свиней (VESV), и случаи заражения людей (например, при работе с зараженными дельфинами) описаны в виде гриппоподобного синдрома (Schaffer, Soergel, 1973; Vesicular Exanthema of Swine, 2024).

У каспийских тюленей калицивирусы долгое время не исследовались, однако новые метагеномные работы выявили их присутствие. В материалах от тюленей, собранных в 2019 г., были обнаружены генетические фрагменты, родственные вирусу сан-мигельского морского льва (Karamendin et al., 2024). Филогенетический анализ показал кластеризацию этих последовательностей с везивирусами морских животных и некоторыми штаммами, выделенными от собак. Хотя полноценного выделения вируса не произведено, каспийские тюлени с высокой вероятностью являются носителями собственного везивируса, близкого к SMSV. Интересно, что РНК калицивируса обнаружены лишь у тюленей 2019 г., а в пробах других лет не выявлены (Karamendin et al., 2024). Возможно, вирус циркулирует эпизодически или географически ограниченно. Клинических проявлений калицивирозов у каспийских тюленей не зафиксировано: даже в случае наличия вируса в пробах животные выглядели здоровыми. Тем не менее, учитывая, что морские млекопитающие служат природными резервуарами везивирусов (Smith et al., 1973; Reid et al., 1999), нельзя исключать периодических вспышек (к примеру, проявляющихся кожными язвами, которые могли бы смешиваться с похожими по виду поражениями поксвирусами). Следует подчеркнуть, что сам факт обнаружения калицивируса на Каспии расширяет ареал этой группы патогенов. Дальнейшее изучение необходимо, чтобы выяс-

нить патогенность данного вируса для тюленей и потенциальные риски для других животных. По аналогии с другими регионами, можно рекомендовать биосанитарные меры при работе с больными тюленями во избежание передачи калицивируса человеку, хотя таких случаев с каспийскими животными пока не описано.

Прочие вирусы. Помимо вышеперечисленных основных групп, у ластоногих выявлен целый ряд других вирусов. Ниже кратко рассмотрены те из них, которые были обнаружены (или могут предположительно присутствовать) у каспийских тюленей, а также их потенциальное значение.

Пикорновирусы (Picornaviridae). Семейство Picornaviridae представляет собой совокупность 68 разнообразных родов РНК-вирусов. Пикорнавирусы были описаны у широкого круга хозяев, включая рыб, амфибий, рептилий, птиц, людей и многих других млекопитающих, включая морских. У последних почти все пикорнавирусы были зарегистрированы у ластоногих: субантарктических морских котиков *Arctocephalus tropicalis* (сакобувирус морского котика и пикорноподобный вирус морского котика (Sobrino et al., 2001)), южноамериканских морских котиков *Arctocephalus australis* (пикорнавирус морских котиков (Sobrino et al., 2001)), обыкновенных тюленей (фопивирус (Anthony et al., 2015)), калифорнийских морских львов *Zalophus californianus* (сапеловирусы калифорнийских морских львов 1 и 2 (Li et al., 2011)) и кольчатой нерпы *Phoca hispida* (пикорнавирус тюленя 1, SePV-1) (Kapoor et al., 2008)). Метагеномные данные, полученные при анализе материала от каспийских тюленей, показали наличие в нем пикорнавируса, сходного с пикорнавирусом енотовидной собаки в Китае и сапеловирусом калифорнийского морского льва (Karamendin et al., 2024). Вирус теоретически может циркулировать среди разных млекопитающих, живущих около Каспийского моря. Патологии у каспийского тюленя к настоящему времени не выявлено. Получение штаммов и анализы полногеномных последовательностей некоторых пикорновирусов ластоногих показывает их уникальность и подчеркивает необходимость дополнительных исследований для определения диапазона хозяев, путей передачи, распространенности и патогенности для наземных и других морских млекопитающих.

Флавивирусы (Flaviviridae). РНК-вирусы, относимые к арбовирусам – передающиеся через членистоногих (комаров, клещей). В 2017 г. в аквапарке Вэйхай (Китай) у двух павших тюленей с ранее проявляемыми неврологическими признаками был диагностирован вирус, близкородственный вирусу японского энцефалита, ранее обнаруживаемый у комаров в этой местности (Li et al., 2019). Вокруг Каспия обитает множество мигрирующих птиц, которые могут переносить такие вирусы, хотя прямых случаев заражения тюленей пока не зафиксировано. В низовьях Волги и на прикаспийских равнинах исторически циркулирует вирус Западного Нила (WNV, Flavivirus): в 1970-х гг. WNV был выделен из клещей Ornithodoros в колониях крачек на островах восточного Каспия, а также от больной чайки на Апшеронском побережье (Андреев и др., 1974; Lvov et al., 1975). В последние десятилетия отмечены вспышки WNV в южной России, Казахстане и Иране, т.е. вокруг Каспия (Hubálek, 2021). Хотя москиты обычно не кусают тюленей в воде, молодые тюлени на побережьях или островах теоретически могут подвергнуться нападению комаров в сезон. Инфекция WNV у тюленей могла бы приводить к энцефалитам и дезориентации (как у других млекопитающих), что может стать причиной атипичных выбросов на берег. Подобные случаи пока не описаны, но серологический мониторинг тюленей на антитела к WNV и схожим вирусам представлял бы научный интерес и практическую ценность для раннего предупреждения зоонозов.

Альфавирусы (Alphavirus) – род РНК-вирусов, единственный род в семействе Togaviridae. У ластоногих были идентифицированы альфавирус южного морского слона (SESV),

Австралия (Linn et al., 2001), и вирус восточного лошадиного энцефалита (EEEV), обнаруженный у обыкновенного тюленя в неволе (McBride et al., 2008). AHPV (альфавирус морской свиньи) – альфавирус, описанный у китообразных, и его открытие повышает вероятность циркуляции других альфавирусов среди морских млекопитающих во всем мире (Rodrigues et al., 2021). Вирусы из рода Alphavirus (например, вирус Синдбис) присутствуют в экосистеме Прикаспия. Синдбис (SINV) распространяется комарами рода *Culex* от перелётных птиц. В 1960–1970-х гг. антитела к SINV обнаруживали у чаек и крачек Поволжья и Казахстана (Березин и др., 1971). Так, в дельте Волги в 1964–1968 гг. серопозитивность чаек достигала ~10%. Это означает, что Каспийский регион является эндемичным по SINV. Прямого выделения альфавирусов от тюленей не проводилось. Тем не менее, учитывая, что тюлени делят острова с тысячами кровососущих насекомых и птиц, не исключено случайное заражение тюленя альфавирусом. У других морских млекопитающих (например, у дельфинов) описаны отдельные случаи нейроинфекций, вызванных восточным энцефалитом лошадей (EEE virus), родственником SINV, что указывает на принципиальную возможность такого рода зоонозов.

В прикладном плане, альфа- и флавивирусы опасны тем, что являются потенциально зоонозными: если тюлень заболеет, он может выступить источником инфекции для человека (напрямую – при контакте с тушами, или косвенно – через комаров, напившихся крови больного тюленя на берегу). Хотя такие сценарии маловероятны, они должны учитываться службами эпиднадзора, особенно в свете изменений климата, способствующих расширению ареала переносчиков.

Папилломавирусы (Papillomaviridae). Эти ДНК-вирусы вызывают доброкачественные папилломы (бородавки) на коже и слизистых, но некоторые штаммы ассоциированы с опухолями (Van Bressem et al., 1999). У калифорнийских морских львов обнаружен *Otariid papillomavirus 1*, вызывающий вместе с герпесвирусом злокачественные новообразования мочеполовой системы. У тюленей описаны папилломы в полости рта и на коже, связанные со специфическими *Phoca papillomavirus* (Rivera et al., 2012). В метагеномных данных каспийских тюленей найдены фрагменты папилломавирусов (Karamendin et al., 2024). Это указывает на наличие у них собственного папилломавируса, возможно, вызывающего мелкие доброкачественные наросты. Пока такие поражения у каспийского тюленя не документировались, за исключением единичных случаев кожных узелков. Папилломавирусы способны длительно персистировать бессимптомно и их присутствие само по себе не означает угрозы. Тем не менее, в ряде случаев (при иммуносупрессии, ко-инфекции) они могут приводить к опухолевому росту. Вклад папилломавирусов в патологию каспийских тюленей остается практически неизученным и требует внимания в будущем.

Поксвирусы (Parapoxviridae). У различных тюленей повсеместно встречается так называемый *«тюлений оспоподобный вирус»* (sealpox virus) из рода Parapoxvirus. Он вызывает узелково-язвенные поражения кожи – обычно на морде, вокруг глаз, в ротовой полости – которые заживают за несколько недель (Burek et al., 2005; Bracht et al., 2006; Wellehan, Cortes-Hinojosa, 2019). У каспийских тюленей визуально отмечались покс-подобные кожные поражения диаметром 2–3 см у нескольких отловленных особей (2010–2011 гг.) (Kydyrmanov et al., 2023), что косвенно свидетельствует о присутствии парапоксвируса в популяции. Лабораторной идентификации пока не было, но вероятность высока, учитывая широчайшее распространение этих вирусов у ластоногих планеты. Поксвирусы редко приводят к серьёзным последствиям, однако могут осложнять кормление (если поражена ротовая полость) или зрение (при локализации вокруг глаз). Кроме того, *«тюлений оспоподобный вирус»* – зооантропоноз: были случаи заражения людей

(работников реабилитационных центров) при контакте с пораженной кожей тюленей, проявляющиеся как одиночные узелки на руках (аналогично *«коровьей оспе»*) (Hicks, Worthy, 1987; Clark et al., 2005). При вспышках кожных заболеваний у каспийских тюленей следует учитывать парапоксвирусную этиологию и соблюдать меры предосторожности персоналу.

Парвовирусы (Parvoviridae). Небольшие безоболочечные ДНК-вирусы, часто поражающие ЖКТ и вызывающие тяжелые гастроэнтериты у наземных плотоядных (например, парвовирусный энтерит собак). У ластоногих острая патология, вызываемая парвовирусами, доказательно не описана, однако современные исследования обнаруживают многочисленные *парвовирусоподобные последовательности* в образцах от тюленей (Bodewes et al., 2013; Bodewes et al., 2014; Kluge et al., 2016). Описан и внесен в список вирусов базы NCBI только один парвовирус тюленя (Seal parvovirus, SePV) (Bodewes et al., 2014). В недавнем метагеномном обзоре вирусный спектр каспийских тюленей на 36% состоял из контигов Parvoviridae (Karamendin et al., 2024) – больше, чем любой другой идентифицированный таксон. Однако детальный анализ показал, что большинство этих последовательностей ближе к парвовирусам беспозвоночных (ракообразных) и, вероятно, представляют вирусы, потребленные с пищей (рыбой или рачками). Иными словами, значительная часть «вирома» тюленей может отражать их диету, а не наличие активных возбудителей инфекции. Серологический тест на антитела к парвовирусу у каспийских тюленей дал отрицательный результат (Kydyrmanov et al., 2023), что подтверждает отсутствие широкого распространения парвовирусной инфекции. Таким образом, на текущий момент парвовирусы не рассматриваются как серьезная угроза каспийским тюленям. Тем не менее, идентификация множества парвоподобных последовательностей вызывает научный интерес: возможно, в этой группе скрыты новые вирусы, способные в отдельных обстоятельствах переходить на млекопитающих.

Коронавирусы (Coronaviridae). У наземных плотоядных (например, у собак и норок) распространены коронавирусы, поражающие дыхательную и пищеварительную системы. Был случай выделения бета-коронавируса (родственного вирусу крупного рогатого скота) от тюленя в Европе, страдавшего пневмонией (Nollens et al., 2010). У каспийских тюленей следы коронавирусной инфекции также отмечены: в 2007–2016 гг. у ~6% обследованных особей обнаружены антитела, перекрестно реагирующие с коронавирусным антигеном (Kydyrmanov et al., 2023). Вероятно, это свидетельствует о контакте с каким-то коронавирусом (например, занесенным через взаимодействие с собаками на берегу или с другими инфицированными объектами). Вирусологически он не выделен, и вспышек заболеваний не зафиксировано. Однако факт серопозитивности интересен: он указывает, что каспийский тюлень может становиться случайным хозяином коронавирусов наземного происхождения. В контексте глобальной пандемии SARS-CoV-2 возникает вопрос: восприимчивы ли тюлени к новому коронавирусу? На данный момент таких случаев не выявлено, но мониторинг SARS-CoV-2 у диких животных (включая морских) ведется и осторожность не помешает, учитывая широкий круг видов, поражаемых этим вирусом. В целом, коронавирусы не входят в число ключевых патогенов тюленей, хотя их присутствие отмечается.

Ретровирусы. У морских млекопитающих известны эндогенные ретровирусы, встроенные в геномы, однако патогенных экзогенных ретровирусов (аналогов вирусов иммунодефицита или лейкоза) у тюленей не обнаружено. Сообщалось о выделении вирусоподобных частиц (пенистый вирус – спумаретровирус) у калифорнийских морских львов (Kennedy-Stoskopf et al., 1986). В 2024 г. были получены полные геномы представителей двух новых родов морских ретровирусов – спумаретровирус морских львов (*Otaria*

byronia) и спумаретровирус дельфинов (*Tursiops truncatus*) (Hu et al., 2024). Новые обнаруженные и охарактеризованные вирусы, переносимые морскими млекопитающими, увеличили информацию о генетике вирусов и диапазоне их хозяев, а патогенность и воздействие на организм требуют дальнейшего изучения. Для каспийских тюленей данных о ретровирусах нет, и можно предположить, что эта группа не играет роли в их патологии.

Наконец, упомянем и *новые вирусные таксоны*, открытые методом метагеномики в материалах от тюленей. У каспийских тюленей обнаружены короткие последовательности, отнесенные к семействам Circoviridae, Anelloviridae, Smacoviridae, Cruciviridae и др. (Rosario et al., 2015; Kluge et al., 2016; Smeele et al., 2018; Karamendin et al., 2024). Некоторые из них могут представлять ранее не известные вирусы. Считается, что многие из этих агентов либо не патогенны для самих тюленей, либо являются «пищевыми» вирусами. Так, самые массово обнаруженные семейства, цирковирусы и смаковирусы, вероятно, связаны с вирусами беспозвоночных и вряд ли вредят тюленям (Rosario et al., 2015). Вирусы из семейства Anelloviridae (анелловирусы) известны как персистентные инфекции с неясной патологией у многих млекопитающих, их тоже нашли у тюленей (Kluge et al., 2016). На текущий момент роль этих новых вирусов в патологии морских млекопитающих неясна и остается предметом дальнейших исследований. Возможность их участия в эпизоотиях пока предположительна.

В приведенной ниже сводной таблице перечислены основные вирусы, представляющие определенную опасность для каспийского тюленя, с указанием их таксономии, путей возможного заноса и эпидемиологического значения.

Таблица. Основные вирусные патогены каспийского тюленя и их характеристики. Приведены семейства вирусов, примеры конкретных вирусов или штаммов, зафиксированных у каспийского тюленя, методы выявления (ПЦР, изоляция вируса, серологические исследования), предполагаемые источники или резервуарные хозяева возбудителя

Таксон вируса	Примеры / штаммы	Выявление у каспийского тюленя	Вероятный источник / резервуар
Paramyxoviridae (морбилливирусы)	Вирус чумы плотоядных (CDV, отдельная каспийская клада)	Массовая эпизоотия 1997–2001 г. (>11 000 погибших); ПЦР-положительные ~5% (2007–2017); антитела ~8%	Наземные хищники (собаки, лисицы, енотовидные собаки); возможно эндемическая циркуляция в популяции
Orthomyxoviridae (вирусы гриппа A)	H4N6 (птичий); H3 (птичий); H5N1 (высокопатогенный)	Изоляция H4N6 от тюленя (2012); ПЦР-обнаружение H3 (2009); ПЦР-положительные на грипп A ~4%; антитела у 55% тюленей	Перелётные водоплавающие птицы (чайки, утки); окружающая среда (вода, помёт)
Orthomyxoviridae (вирусы гриппа B)	Грипп B (человеческие штаммы, например B/Yamagata)	Фрагменты генома в пробе 2020 г. (с массовой гибели); антитела ~20% (HI)	Человек (вероятен обратный зоонозный перенос); возможная циркуляция внутри популяции тюленей

Orthoherpesviridae (альфагерпесвирус)	*Phocid alphaherpesvirus 1* (PhHV-1)	Диагностика с помощью ПЦР ~6,4%; сиквенс (идентичен штамму PhHV-1 из тюленя обыкновенного); серопозитивность ~94%	Исторически, вероятно, от общего предка с океаническими тюленями; современный – эндемический в популяции (латентно персистирует)
Orthoherpesviridae (гаммагерпесвирусы)	*Phocid gammaherpesvirus 2* (PhHV-2), *Phocid gammaherpesvirus 4* (PhHV-4), *Phocid gammaherpesvirus 7* (PhHV-7)	Нет данных	Возможна циркуляция внутри популяции тюленей (нет данных). Находки родственных последовательностей у других видов (напр., PhHV-7 у тюленя обыкновенного
Adenoviridae (аденовирусы)	Phocine adenovirus	Детекция с помощью ПЦР ~21,7%; антитела ~25%; генотипирование (часть гена полимеразы) указывает на ранее не описанный вариант	Вероятно, эндемично у тюленей (передача между особями); возможные носители – другие млекопитающие региона (нет данных)
Caliciviridae (калицивирусы)	San Miguel sea lion virus (SMSV) и близкородственные (SMSV-like)	Обнаружены фрагменты генома, ~63,7% гомология с SMSV (1972). Диагностированы в пробах 2019 г.	Морские млекопитающие – природный резервуар (вероятно, тюлени сами носители); возможен контакт с сельскохозяйственными животными (через отбросы, приманки и т.п.)
Picornaviridae (пикорновирусы)	Пикорнавирус каспийского тюленя (схож с сапеловирусом)	Обнаружены фрагменты генома (2016 г.), 72,6% идентичны пикорнавирусу енотовидной собаки; филогенетически кластер близок к сапеловирусу калифорнийского морского льва	Енотовидные собаки и др. наземные хищники (совместное обитание на побережьях); возможно, циркуляция между береговыми животными и тюленями
Flaviviridae (флавивирусы)	Вирус Западного Нила (WNV); вирус японского энцефалита	Не выявлялся непосредственно; серологически не изучался; присутствует в экосистеме (изолят WNV из клещей на о-вах Каспия, 1973 г.; вероятно, низкий или нулевой уровень инфицирования тюленей (отсутствие данных)	Комары (*Culex*) – переносчики; перелётные птицы – резервуар WNV (дельта Волги, Прикаспий); возможен механический перенос клещами с птиц на млекопитающих

Togaviridae, Alphavirus (альфавирусы)	Вирус Синдбис (SINV)	Не выявлен у тюленей; антитела к SINV у птиц Каспия (до 10%); потенциальное заражение тюленей не доказано	Комары (*Culex*, *Aedes*) – переносчики; дикие птицы – резервуар SINV (дельта Волги, Прикаспий); вспышки среднеазиатского штамма SINV у людей возможны в регионе (лихорадка Окельбо)
Papillomaviridae (Папилломавирусы)	*Phoca papillomavirus*	Метагеномные данные – наличие фрагментов папилломавирусов	Вероятно наличие собственного вида папилломовируса у каспийского тюленя; данных недостаточно
Parapoxviridae (Поксвирусы)	*«тюлений оспоподобный вирус»* (sealpox virus)	Визуальные наблюдения покс-подобных проявлений на коже и слизистых; лабораторной идентификации не было	Широчайшее распространение парапоксвирусов у ластоногих планеты
Parvoviridae (Парвовирусы)	парвовирус тюленей (SePV)	Метагеномные данные – наличие фрагментов парвовирусов; штаммов выделено не было	Вероятно, наземные животные, например псовые Прикаспия, но не исключено наличие собственных видов парвовирусов тюленей
Coronaviridae (Коронавирусы)	Коронавирус морского котика (HSCoV), собачий коронавирус (CCV)	Антитела у ~6% особей к CCV; вирус не выделен	Собаки или другие наземные животные – взаимодействие на берегу; не исключено распространение со стоками

Вирусные угрозы и их влияние на популяцию каспийского тюленя

Перечисленные вирусы различаются по эпизоотологическим характеристикам и влиянию на хозяина. Одни из них (как морбилливирусы или высокопатогенные гриппы) способны вызывать быстрые острые эпизоотии с массовой гибелью, резко снижая численность популяции за короткое время (Grachev et al., 1989; Forsyth et al., 1998; Kennedy et al., 2000). Так, эпизоотия 2000 г. отняла до 20% популяции каспийского тюленя буквально за один сезон размножения. Другие (герпес-, адено-, папилломавирусы) действуют более скрытно: они постоянно присутствуют в популяции, зачастую не вызывая явной болезни, но снижают общее состояние здоровья, могут приводить к хроническим поражениям и вносят вклад в естественную смертность (Namroodi et al., 2018). Опасность таких инфекций может реализоваться при совпадении нескольких факторов, например, когда популяция уже ослаблена из-за загрязнения или нехватки корма (de Swart et al., 1996; Ross et al., 1996; Desforges et al., 2016) или когда одновременно протекает несколько заболеваний (ко-инфекция). Некоторые патогены в комплексе действуют сильнее: например, вспышка

чумы плотоядных может открывать дорогу вторичным бактериальным и паразитарным инфекциям, или реактивация герпесвируса усугубляет смертность при эпизоотии.

Для Каспийского моря вирусные эпизоотии имеют особое значение. Каспий – замкнутый водоем, его биота изолирована, и массовая гибель единственного морского млекопитающего сказывается на всей экосистеме. Тюлени – хищники высшего трофического уровня, резкое их сокращение может привести к дисбалансу в экосистеме (росту численности рыб или изменениям в структуре пищевых сетей). Кроме того, трупы тысяч погибших животных становятся источником органики, возможны вспышки развития сапрофитных микроорганизмов, а также риск распространения инфекции на других животных. Например, хищные птицы и наземные падальщики, поедающие туши тюленей, могут заражаться вирусами или переносить их далее по пищевым цепям. Подобным образом, эпизоотия гриппа или чумы тюленей – это фактор, включаемый в систему One Health: болезнь диких животных может быть связана с болезнями домашних животных и человека.

В эпидемиологическом плане Каспийское море не является полностью изолированным. Оно вовлечено в крупномасштабные миграционные маршруты птиц (евразийские перелётные пути), а побережья населены разнообразными наземными животными и примыкают к сельскохозяйственным угодьям. Это создаёт условия для передачи возбудителей другим животным. Видовой барьер регулярно преодолевается: птичий грипп переходит к тюленям (Shin et al., 2019; Sobolev et al., 2023; Gadzhiev et al., 2024), вирусы наземных хищников – к морским (CDV) (Grachev et al., 1989; Kennedy et al., 2000), человеческие вирусы – к диким животным (грипп B) (Ohishi et al., 2002). Обратные случаи тоже возможны: инфицированные тюлени могут представлять опасность для человека и домашних животных. Прямой контакт людей с тюленями ограничен, но косвенные пути – соприкосновение с тушами выброшенных на берег животных, а также через общих переносчиков (кровососущие насекомые, клещи) – потенциально значимы. В перспективе тюлени могут стать «смешивающим сосудом» например, для вирусов гриппа: одновременно заразившись птичьим и человеческим штаммом, животное способно «породить» новый вариант-реассортант, передающийся обратно человеку (Runstadler et al., 2013). Такие сценарии пока гипотетичны, зоонозная угроза от патогенов каспийских тюленей оценивается как невысокая, но не нулевая,

Сегодня численность каспийского тюленя остается на относительно низком уровне. Смертность от инфекций может значительно замедлить или свести на нет возможное восстановление численности каспийского тюленя. Например, массовая гибель щенков в 2007 г. из-за отсутствия льдов и, возможно, инфекции сказалась на численности молодняка (Blua, 2025). Периодические эпизоотии CDV могли отрицательно сказаться на структуре популяции, выбивая преимущественно молодых и ослабленных особей, тем самым изменяя ее возрастную структуру. Существуют опасения, что в современных условиях (плохая экология, изменение климата, прессинг человеческой деятельности) иммунитет тюленей ослаблен, и даже обычно не смертельные вирусы (как низкопатогенные гриппы) могут приобретать более тяжелое течение. С другой стороны, длительное сосуществование с некоторыми возбудителями (герпес-, аденовирусами) свидетельствует о том, что у каспийских тюленей сформировалась определенная иммунологическая устойчивость к ним. Задача науки – определить, какие из «спящих» угроз могут привести к следующей эпизоотии, и как этому помешать.

Защита каспийского тюленя от эпизоотий – неотъемлемая часть стратегии сохранения вида. Следует усиливать эпизоотологический мониторинг: регулярные обследования погибших животных, серологический скрининг живых тюленей, отслеживание патогенов

у потенциальных резервуаров (птиц, рыб, наземных млекопитающих). Важна подготовка диагностической базы в прикаспийских странах – оснащение лабораторий, способных проводить диагностику методами ПЦР, выполнять секвенирования и вирусологический анализ, обучение персонала. Также необходимы профилактические меры: сокращение контактов тюленей с безнадзорными собаками (через санитарный отстрел или вакцинацию последних от чумы), контроль за морскими свалками и сбросами (чтобы снизить привлечение птиц к местам размножения тюленей), строгие карантинные меры при реабилитации и выпуске тюленей, попавших к людям (чтобы не передать тюленям новый патоген от человека). Контроль за здоровьем домашних животных в прибрежных районах также может быть полезен. В заповедниках следует минимизировать фактор беспокойства, чтобы стресс не провоцировал вспышек латентных инфекций. При вспышках гриппа птиц – своевременно убирать трупы птиц с тюленьих лежбищ, чтобы снизить контакт с заразным материалом.

* * *

Вирусные угрозы являются неотъемлемой частью экологической реальности для современного мира в целом и для каспийского региона в частности. За последние полвека уникальный вид морского млекопитающего – каспийский тюлень пережил ряд опустошительных эпизоотий, наиболее значимыми из которых стали вспышки чумы плотоядных (CDV) в конце 1990-х – начале 2000-х гг. Выяснилось, что каспийские тюлени могут быть вовлечены в глобальную циркуляцию вирусов гриппа, становясь случайными хозяевами как птичьих, так и человеческих вариантов вируса. Накопленные исследования показывают, что помимо упомянутых вирусов, каспийский тюлень является носителем целого «букета» иных патогенов – герпесвирусов, аденовирусов, калицивирусов, папилломавирусов и др., большинство из которых циркулируют скрытно и лишь изредка вызывают заболевания. Показано, что вирусный профиль каспийской популяции в целом сходен с таковым у других тюленей. Это означает, что, несмотря на изоляцию, каспийский тюлень подвержен носительству тех же групп возбудителей заболеваний, что и его сородичи в морях и океанах. Однако при замкнутости экосистемы Каспия случайная эпизоотия может иметь особенно сильные последствия, а возможности иммиграции новых особей извне отсутствуют.

Главными вирусными угрозами для каспийского тюленя на сегодняшний день остаются морбилливирусы и гриппы – патогены, способные к быстрому распространению и характеризующиеся высокими показателями летальности. Не меньшую опасность представляет кумулятивное действие хронических инфекций (герпес-, адено- и других вирусов), снижающих репродуктивный потенциал и устойчивость вида. В перспективе, усиление антропогенного влияния (климатические изменения, загрязнение, освоение шельфа) может приводить к учащению контактов тюленей с переносчиками новых возбудителей или ослаблению популяционного иммунитета, что создаёт предпосылки для новых вспышек болезней. С другой стороны, сам факт, что каспийские тюлени пережили не одну эпизоотию, свидетельствует об определенной пластичности популяции и наличии у части особей устойчивости, позволяющей перенести новые инфекции.

Для научного сообщества и природоохранных организаций приоритетными задачами являются: продолжение мониторинга здоровья каспийских тюленей с применением современных молекулярных методов, исследование экологии ключевых вирусов (резервуаров, путей передачи, сезонности), разработка плана реагирования на случаи массовой гибели (оперативное выявление возбудителя и предотвращение дальнейшего распространения) и межведомственное и международное сотрудничество в рамках концепции

«One Health», учитывающее связи между здоровьем диких животных, сельскохозяйственных животных и человека.

Объединение усилий ветеринаров, вирусологов, экологов и специалистов по охране природы позволит заблаговременно распознать надвигающуюся угрозу и принять меры по смягчению её влияния. Это необходимо не только для сохранения самого каспийского тюленя как вида, но и для поддержания здоровья уникальной экосистемы Каспийского моря в целом, где этот хищник занимает ключевое место.

Несмотря на серьёзность указанных выше вызовов, накопленные за последние 10–20 лет знания дают основание для оптимизма. Мы лучше понимаем спектр вирусных угроз и механизмы их действия, создали базу данных по патогенам каспийского тюленя, развиваем международное сотрудничество по мониторингу ситуаций. Вовремя выявленная эпизоотия может быть исследована и контролируема, смягчив ущерб.

В заключение можно сказать, что вирусные заболевания являются одним из важных факторов, влияющих на благополучие каспийских тюленей, и к ним должно быть приковано пристальное внимание научной и природоохранной общественности. Опираясь на строгие научные данные, мы сможем выстроить эффективную стратегию обеспечения выживания этого уникального вида в меняющемся мире.

Литература

Андреев В.П., Скворцова Т.М., Громашевский В.Л., Андреева Т.Ф., Васильев В.И., Гаузер М.С., Щербина А.А., Караваев А.А., 1974. Смешанный очаг арбовирусных инфекций в гнездовых колониях морских голубков *Larus genei* и речных крачек *Sterna hirundo* на островах восточной части Каспийского моря // В кн.: Экология вирусов (общ. ред. Львов Д.К., отв. ред. Майская К.И.). № 2. С. 105–108.

Березин В.В., Чумаков М.П., Семенов Б.Ф., Решетников И.А., Ханнун К., 1971. Исследование экологии комаропереносящих вирусов с использованием контрольных животных в дельте Волги // Вопросы вирусологии. Т. 16. С. 739–745.

Вылегжанин А.Ф., 1967. Инфекционные заболевания рыб и тюленей в Каспийском море (Язвенное и «кожнонарывное» заболевание рыб, диплококковое и вибрионное заболевание тюленей). Автореферат дис. на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук. Харьков: Харьковский зооветеринарный институт. 32 с.

Alekseev A., Murashkina T.A., Jamalutdinov J.M., Abdullaev S.S., Akhmedrabadanov S.S., Sharshov K.A., 2019. Analysis of migration of aquatic and semiaquatic birds on the territory of the Republic of Dagestan and justification of the choice of key points of monitoring of influenza a virus // South Russia: Ecol. Dev. V. 14 (1). P. 137–149. doi: 10.18470/1992-1098-2019-1-137-149.

Anthony S.J., Leger J.S., Liang E., Hicks A.L., Sanchez-Leon M.D., Jain K., Lefkowitch J.H., Navarrete-Macias I., Knowles N., Goldstein T., Pugliares K., Ip H.S., Rowles T., Lipkin W.I., 2015. Discovery of a novel hepatovirus (phopivirus of seals) related to human hepatitis A virus // MBio. V. 6 (4): e01180–15. doi: 10.1128/mBio.01180-15.

Axthelm M.K., Krakowka S., 1998. Experimental old dog encephalitis (ODE) in a gnotobiotic dog // Veter Pathol. V. 35. P. 527–534.

Baily J.L., Willoughby K., Maley M., Chapman J., Pizzi R., Hall A.J., Dagleish M.P., 2019. Widespread neonatal infection with phocid herpesvirus 1 in free-ranging and stranded grey seals *Halichoerus grypus* // Dis. Aquat. Organ. V. 133(3). P. 181–187. doi: 10.3354/dao03345.

Bengston J.L., Boveng P., Franzen U., Have P., Heide Jorgensen M.-P., Harkonen T.L., 1991. Antibodies to canine distemper virus in Antarctic seals // Marine Mammal Science. V. 7. P. 85-87.

Bergman A., Järplid B., Svensson B.M., 1990. Pathological findings indicative of distemper in European seals // Vet. Microbiol. V. 23. P. 331–341. DOI: 10.1016/0378-1135(90)90164-q.

Blua A. Caspian Sea: Seal deaths highlight species' predicament. https://eurasianet.org/caspian-sea-seal-deaths-highlight-species-predicament (Accessed September 22, 2025).

Bodewes R., Hapsari R., Rubio García A., Sánchez Contreras G.J., van de Bildt M.W., de Graaf M., Kuiken T., Osterhaus A.D., 2014. Molecular epidemiology of seal parvovirus, 1988–2014 // PLoS One. V. 9(11): e112129. doi: 10.1371/journal.pone.0112129.

Bodewes R., Rubio García A., Wiersma L.C., Getu S., Beukers M., Schapendonk C.M., van Run P.R., van de Bildt M.W., Poen M.J., Osinga N., Sánchez Contreras G.J., Kuiken T., Smits S.L., Osterhaus A.D., 2013. Novel B19-like parvovirus in the brain of a harbor seal // PLoS One. V. 8(11): e79259. doi: 10.1371/journal.pone.0079259.

Bodewes R., Bestebroer T.M., Van der Vries E., Verhagen J.H., Herfst S., Koopmans M.P., Fouchier R.A., Pfankuche V.M., Wohlsein P., Siebert U., Baumgärtner W., Osterhaus A.D., 2015. Avian influenza A (H10N7) virus-associated mass deaths among harbor seals // Emerg. Infect. Dis. V. 21 (4). P. 720–722. doi: 10.3201/eid2104.141675.

Bogomolni A., Frasca S., Levin M., Matassa K., Nielsen O., Waring G., De Guise S., 2016. In vitro exposure of Harbor seal immune cells to Aroclor 1260 Alters Phocine distemper virus replication // Arch. Environ. Contam. Toxicol. V. 70. P. 121–132. doi: 10.1007/s00244-015-0178-z.

Bracht A., Brudek R., Ewing R., 2006. Genetic identification of novel poxviruses of cetaceans and pinnipeds // Arch Virol. V. 151. P. 423–438. doi: 10.1007/s00705-005-0679-6.

Burek K., Beckmen K., Gelatt T., 2005. Poxvirus infection of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Alaska // J. Wildl. Dis. V. 41 (4). P. 745–752. doi: 10.7589/0090-3558-41.4.745.

Clark C., McIntyre P.G., Evans A., McInnes C.J., Lewis-Jones S., 2005. Human sealpox resulting from a seal bite: confirmation that sealpox virus is zoonotic // Br. J. Dermatol. V. 152(4). P. 791–793. doi: 10.1111/j.1365-2133.2005.06451.x.

Cortes-Hinojosa G., Doescher B., Kinsel M., Lednicky J., Loeb J., Waltzek T., Wellehan J.F.Jr., 2016. Coinfection of California sea lion adenovirus 1 and a novel polyomavirus in a Hawaiian monk seal (*Neomonachus schauinslandi*) // J. Zoo Wildl. Med. V. 47 (2). P. 427–37. doi: 10.1638/2014-0252.1.

Danner G.R., McGregor M.W., Zarnke R.L., Olsen C., 1998. Serologic evidence of influenza virus infection in a ringed seal (*Phoca hispida*) from Alaska // Mar. Mamm. Sci. V. 14. P. 380–384. doi: 10.1111/j.1748-7692.1998.tb00730.x.

De Boer G.F., Back W., Osterhaus A.D.M.E., 1990. An ELISA for the detection of antibodies against influenza A nucleoprotein in humansand various animal species // Archives of Virology. No. 115. P. 47–61.

De Swart R.L., Ross P.S., Vos J.G., Osterhaus A.D., 1996. Impaired immunity in harbour seals (*Phoca vitulina*) exposed to bioaccumulated environmental contaminants: review of a long-term feeding study // Environ. Health Perspect. V. 104. P. 823–828. doi: 10.1289/ehp.96104s4823.

De Swart R.L., Ross P.S., Vedder L.J., Timmerman H.H., Heisterkamp S.H., Van Louveren H., Vos J.G., Reijnders P.J.H., Osterhaus A.D.M.E., 1994. Impairment of immune function in harbor seals (*Phoca vitulina*) feeding on fish from polluted waters // Ambio. V. 23. P. 155–9.

Deming A.C., Wellehan J.F.X., Colegrove K.M., Hall A., Luff J., Lowenstine L., Duignan P., Cortés-Hinojosa G., Gulland F.M.D., 2021. Unlocking the role of a genital herpesvirus, Otarine Herpesvirus 1, in California sea lion cervical cancer // Animals (Basel). V. 11(2). P. 491. doi: 10.3390/ani11020491.

Desforges J.-P.W., Sonne C., Levin M., Siebert U., De Guise S., Dietz R., 2016. Immunotoxic effects of environmental pollutants in marine mammals // Environ. Int. V. 86. P. 126–139, 10.1016/j.envint.2015.10.007.

Duignan P.J., Van Bressem M.F., Baker J.D., Barbieri M., Colegrove K.M., De Guise S., de Swart R.L., Di Guardo G., Dobson A., Duprex W.P., Early G., Fauquier D., Goldstein T., Goodman S.J., Grenfell B., Groch K.R., Gulland F., Hall A., Jensen B.A., Lamy K., Matassa K., Mazzariol S., Morris S.E., Nielsen O., Rotstein D., Rowles T.K., Saliki J.T., Siebert U., Waltzek T., Wellehan J.F., 2014. Phocine distemper virus: current knowledge and future directions // Viruses. V. 6 (12). P. 5093–134. doi: 10.3390/v6125093.

Duignan P.J., Duffy N., Rima B.K., Geraci J.R., 1997. Comparative antibody response in harbour and grey seals naturally infected by a morbillivirus // Veterinary Immunol. Immunopathology. V. 55. P. 341–349. doi: 10.1016/s0165-2427(96)05719-4.

Duignan P.J., Saliki J.T., St. Aubin D.J., Early G., Sadove S., House J.A., Kovacs K., Geraci J.R., 1995. Epizootiology of morbillivirus infection in north american harbour seals (*Phoca vitulina*) and gray seals (*Holichoerus grypus*) // J. Wildlife Dis. V. 31 (4). P. 491–501. doi: 10.7589/0090-3558-31.4.491.

European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control; European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Alexakis L., Buczkowski H., Ducatez M., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Mirinavičiūtė G., Ståhl K., Staubach C., Svartström O., Terregino C., Willgert K., Melo M., Kohnle L., 2025. Avian influenza overview March-June 2025 // EFSA J. V. 23 (7): e9520.

Fereidouni S., Munoz O., Von Dobschuetz S., De Nardi M., 2016. Influenza virus infection of marine mammals // EcoHealth. V. 13(1). P. 161–70. doi: 10.1007/s10393-014-0968-1.

Forsyth M.A., Kennedy S., Wilson S., Eybatov T., Barrett T., 1998. Canine distemper virus in a Caspian seal // Vet. Rec. V. 143. P. 662–664. http://dx.doi.org/10.1136/vr.143.24.662.

Gadzhiev A., Petherbridge G., Sharshov K., Sobolev I., Alekseev A., Gulyaeva M., Litvinov K., Boltunov I., Teymurov A., Zhigalin A., Daudova M., Shestopalov A., 2024. Pinnipeds and avian influenza: a global timeline and review of research on the impact of highly pathogenic avian influenza on pinniped populations with particular reference to the endangered Caspian seal (*Pusa caspica*) // Front. Cell. Infect. Microbiol. V. 14. P. 1325977. doi: 10.3389/fcimb.2024.1325977.

Goldstein T., Colegrove K.M., Hanson M., Gulland F.M.D., 2011. Isolation of a novel adenovirus from California sea lions *Zalophus californianus* // Dis. Aquat. Org. V. 94. P. 243–248. https://doi.org/10.3354/dao02321.

Goldstein T., Mena I., Anthony S.J., Medina R., Robinson P.W., Greig D.J., Costa D.P., Lipkin W.I., Garcia-Sastre A., Boyce W.M., 2013. Pandemic H1N1 influenza isolated from free-ranging Northern elephant seals in 2010 off the central California coast // PLoS One. No. 15. V. 8(5): e62259. doi: 10.1371/journal.pone.0062259.

Goodman S.J., 2017. Caspian seal: *Pusa caspica* // In: Wursig B., Thewissen J.G.M., Kovacs K. (eds.). Encyclopedia of marine mammals. 3rd ed. San Diego, USA: Academic Press. P. 164–166.

Goodman S.J., Dmitrieva L. Pusa caspica. Available online: http://www.iucnredlist.org/details/41669/0 (accessed on 17 September 2025).

Grachev M.A., Kumarev V.P., Mamaev L.V., Zorin V.L., Baranova L.V., Denikina N.N., Belikov S.I., Petrov E.A., Kolesnik V.S., Kolesnik R.S., Dorofeev V.M., Beim A.M., Kudelin V.N., Nagievea F.G., Sidorov V.N., 1989. Distemper virus in Baikal seals // Nature. No. 338. P. 209.

Gulland F.M.D., Hall A.J., Ylitalo G.M., Colegrove K.M., Norris T., Duignan P.J., Halaska B., Acevedo Whitehouse K., Lowenstine L.J., Deming A.C., Rowles T.K., 2020. Persistent contaminants and herpesvirus OtHV1 are positively associated with cancer in wild California Sea lions (*Zalophus californianus*) // Front. Mar. Sci. V. 7. P. 602565. doi: 10.3389/fmars.2020.602565.

Gulland F.M.D., Lowenstine L.J., Lapointe J.M., Spraker T., King D.P., 1997. Herpesvirus infection in stranded pacific harbor seals of coastal California // J. Wildlife Dis. V. 33 (3). P. 450–458. doi: 10.7589/0090-3558-33.3.450.

Gulyaeva M., Sobolev I., Sharshov K., Kurskaya O., Alekseev A., Shestopalova L., Kovner A., Bi Y., Shi W., Shchelkanov M., Shestopalov A., 2018a. Characterization of avian-like influenza A (H4N6) virus isolated from Caspian seal in 2012 // Virol. Sinica. V. 33 (5). P. 449–452. doi: 10.1007/s12250-018-0053-y.

Gulyaeva M.A., Alekseev A., Sharshov K.A., Abdurakhmanov G.M., Gadzhiev A.A., Daudova M.G., 2018b. Orthomyxo- and paramyxoviruses in marine mammals // South of Russia: Ecology Development. V. 13. P. 154–165. doi: 10.18470/1992-1098-2018-1-154-165.

Hall A.J., Duck C.D., Law R.J., Allchin C.R., Wilson S., Eybatov T., 1999. Organochlorine contaminants in Caspian and harbour seal blubber // Environmental Pollution. V. 106. P. 203–212.

Harkonen T., Dietz R., Reijnders P., Teilmann J., Harding K., Hall A., Brasseur S., Siebert U., Goodman S.J., Jepson P.D., Rasmussen T.D., Thompson P., 2006. The 1988 and 2002 phocine distemper virus epidemics in European harbour seals // Dis. Aquat. Org. V. 68. P. 115–130. doi: 10.3354/dao068115.

Harkonen T., Harding K.C., Wilson S., Baimukanov M., Dmitrieva L., Svensson C.J., Goodman S.J., 2012. Collapse of a marine mammal species driven by human impacts // PloS One. V. 7 (9): e43130 doi: 10.1371/journal.pone.0043130.

Hicks B.D., Worthy G.A., 1987. Sealpox in captive grey seals (*Halichoerus grypus*) and their handlers // J. Wildl. Dis. V. 23(1). P. 1–6. doi: 10.7589/0090-3558-23.1.1.

Hu X., Li Y., Zhang Y., Li Z., Dong L., Bai S., Wang G., Peng R., Huang Y., Li X., Tang C., Cui X., Niu L., Lu G., Du J., Yin F., 2024. Discovery of two novel foamy viruses in sea lions and dolphins provides insight into their evolutionary history // Infect Genet Evol. V. 126: 105695. doi: 10.1016/j.meegid.2024.105695.

Hubálek Z., 2021. Pathogenic microorganisms associated with gulls and terns (Laridae) // Journal of Vertebrate Biology. V. 70(3). 21009. P. 1–98. https://doi.org/10.25225/jvb.21009.

Inoshima Y., Murakami T., Ishiguro N., Hasegawa K., Kasamatsu M., 2013. An outbreak of lethal adenovirus infection among different otariid species // Vet. Microbiol. V. 165(3-4). P. 455–459. doi: 10.1016/j.vetmic.2013.04.013.

International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV. talk.ictvonline.org https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=11308.

Jauniaux T., Boseret G., Desmecht M., Haelters J., Manteca C., Tavernier J., van Gompel J., Coignoul F., 2001. Morbillivirus in common seals stranded on the coasts of Belgium and northern France during summer 1998 // Vet. Rec. V. 148. P. 587-591, 10.1136/vr.148.19.587.

Jensen T., van de Bildt M., Dietz H.H., 2002. Another phocine distemper outbreak in Europe // Science. V. 297. P. 209.

Kapoor A., Victoria J., Simmonds P., Wang C., Shafer R.W., Nims R., Nielsen O., Delwart E., 2008. A highly divergent picornavirus in a marine mammal // J Virol. V. 82 (1). P. 311–320. doi: 10.1128/JVI.01240-07.

Karamendin K., Goodman S.J., Kasymbekov Y., Kumar M., Nuralibekov S., Kydyrmanov A., 2024. Viral metagenomic survey of Caspian seals // Front. Vet. Sci. V. 11. P. 1461135. doi: 10.3389/fvets.2024.1461135.

Kennedy S., Kuiken T., Jepson P.D., Deaville R., Forsyth M., Barrett T., van de Bildt M.W., Osterhaus A.D., Eybatov T., Duck C., Kydyrmanov A., Mitrofanov I., Wilson S., 2000. Mass die-off of Caspian seals caused by canine distemper virus // Emerg. Infect. Dis. V. 6(6). P. 637–639. doi: 10.3201/eid0606.000613.

Kennedy S., 1998. Morbillivirus infections in aquatic mammals // J. Comp. Pathol. V. 119. P. 201-225. doi: 10.1016/S0021-9975(98)80045-5.

Kennedy-Stoskopf S., Stoskopf M.K., Eckhaus M.A., Strandberg J.D., 1986. Isolation of a retrovirus and a herpesvirus from a captive California sea lion // J. Wildl. Dis. V. 22(2). P. 156–164. doi: 10.7589/0090-3558-22.2.156.

Kluge M., Campos F.S., Tavares M., de Amorim D.B., Valdez F.P., Giongo A., Roehe P.M., Franco A.C., 2016. Metagenomic survey of viral diversity obtained from feces of Subantarctic and South American fur seals // PLoS One. V. 11(3): e0151921. doi: 10.1371/journal.pone.0151921.

Krog J.S., Hansen M.S., Holm E., Hjulsager C.K., Chriél M., Pedersen K., Andresen L.O., Abildstrøm M., Jensen T.H., Larsen L.E., 2015. Influenza A(H10N7) in dead harbor seals, Denmark // Emerg. Infect. Dis. V. 21. P. 684–687. doi: 10.3201/eid2104.141484.

Kydyrmanov A., Karamendin K., Kassymbekov Y., Kumar M., Mazkirat S., Suleimenova S., Baimukanov M., Carr I.M., Goodman S.J., 2023. Exposure of wild Caspian seals (*Pusa caspica*) to parasites, bacterial and viral pathogens, evaluated via molecular and serological assays // Frontiers in Marine Science. V. 10. 10.3389/fmars.2023.1087997.

La Linn M., Gardner J., Warrilow D., Darnell G.A., McMahon C.R., Field I., Hyatt A.D., Slade R.W., Suhrbier A., 2001. Arbovirus of marine mammals: a new alphavirus isolated from the elephant seal louse, *Lepidophthirus macrorhini* // J. Virol. V. 75 (9). P. 4103–4109. doi: 10.1128/JVI.75.9.4103-4109.2001.

Lang G., Ferguson A.E., 1981. The extent and control of avian influenza in Canada // Can Vet J. No. 22(12). P. 377–381.

Li L., Shan T., Wang C., Côté C., Kolman J., Onions D., Gulland F.M., Delwart E., 2011. The fecal viral flora of California sea lions // J. Virol. V. 85 (19). P. 9909–9917. doi: 10.1128/JVI.05026-11.

Li X., Qiao M., Deng X., Chen X., Sun S., Zhang Q., Zhang W., Tan F., Sun Z., Chen X., Sun M., Tian K., 2019. Lethal encephalitis in seals with Japanese encephalitis virus infection, China, 2017 // Emerg. Infect. Dis. V. 25 (8). P. 1539–1542. doi: 10.3201/eid2508.181663.

Lvov D.K., Timofeeva A.A., Smirnov V.A. et al., 1975. Ecology of tick-borne viruses in colonies of birds in the USSR // Med. Biol. V. 53. P. 325–330.

Mass death of Caspian seals linked to neuroinfection, Say Experts. https://caspianpost.com/regions/mass-death-of-caspian-seals-linked-to-neuroinfection-say-experts (Accessed September 22, 2025).

McBride M.P., Sims M.A., Cooper R.W., et al., 2008. Eastern equine encephalitis in a captive harbor seal (*Phoca vitulina*) // J. Zoo Wildl. Med. V. 39 (4). P. 631–637. doi: 10.1638/2008-0021.1.

Namroodi S., Shirazi A.S., Khaleghi S.R., N Mills J., Kheirabady V., 2018. Frequency of exposure of endangered Caspian seals to canine distemper virus, *Leptospira interrogans*, and *Toxoplasma gondii* // PLoS One. V. 13(4): e0196070. doi: 10.1371/journal.pone.0196070.

National Oceanic and Atmospheric Administration fisheries (NOAA fisheries). Marine Mammal Protection Marine Mammal Unusual Mortality Events. 2025. Available at: https://www.fisheries.noaa.gov/national/marine-mammal-protection/marine-mammal-unusual-mortality-events (Accessed September 22, 2025).

Nielsen O., Clavijo A., Boughen J.A., 2001. Serologic evidence of influenza A infection in marine mammals of Arctic Canada // Journal of Wildlife Diseases. No 37(4). P. 820–825.

Nollens H.H., Wellehan J.F., Archer L., Lowenstine L.J., Gulland F.M., 2010. Detection of a respiratory coronavirus from tissues archived during a pneumonia epizootic in free-ranging Pacific harbor seals *Phoca vitulina richardsii* // Dis Aquat Organ. V. 90(2): 113–20. doi: 10.3354/dao02190.

Ohishi K., Ninomiya A., Kida H., Park C.H., Maruyama T., Arai T., Katsumata E., Tobayama T., Boltunov A.N., Khuraskin L.S., Miyazaki N., 2002. Serological evidence of transmission of human A and B

viruses to Caspian seals (*Pusa caspica*) // Microbiol. Immunol. V. 46 (9). P. 639–644. doi: 10.1111/j.1348-0421.2002.tb02746.x.

Osterhaus A.D., Vedder E.J., 1988. Identification of virus causing recent seal deaths // Nature. No. 335. V. 6185. P. 20.

Osterhaus A.D., Yang H., Spijkers H.E., Groen J., Teppema J.S., van Steenis G., 1985. The isolation and partial characterization of a highly pathogenic herpesvirus from the harbor seal (*Phoca vitulina*) // Arch. Virol. V. 86(3–4). P. 239-251. doi: 10.1007/BF01309828.

Puryear W., Sawatzki K., Hill N., Foss A., Stone J.J., Doughty L., Walk D., Gilbert K., Murray M., Cox E., Patel P., Mertz Z., Ellis S., Taylor J., Fauquier D., Smith A., DiGiovanni R.A.Jr., van de Guchte A., Gonzalez-Reiche A.S., Khalil Z., van Bakel H., Torchetti M.K., Lantz K., Lenoch J.B., Runstadler J., 2023. Highly pathogenic avian influenza a(H5N1) virus outbreak in New England seals, United States // Emerg. Infect. Dis. V. 29 (4). P. 786–91. doi: 10.3201/eid2904.221538.

Puryear W.B., Keogh M., Hill N., Moxley J., Josephson E., Davis K.R., Bandoro C., Lidgard D., Bogomolni A., Levin M., Lang S., Hammill M., Bowen D., Johnston D.W., Romano T., Waring G., Runstadler J., 2016. Prevalence of influenza A virus in live-captured North Atlantic gray seals: a possible wild reservoir // Emerg. Microbes Infect. V. 5 (8). P. 1–9. doi: 10.1038/emi.2016.77.

Reid S.M., Ansell D.M., Ferris N.P., Hutchings G.H., Knowles N.J., Smith A.W., 1999. Development of a reverse transcription polymerase chain reaction procedure for the detection of marine caliciviruses with potential application for nucleotide sequencing // J. Virol. Methods. V. 82. P. 99–107.

Reisfeld L., Sacristán C., Sánchez-Sarmiento A.M., Costa-Silva S., Díaz-Delgado J., Groch K.R., Marigo J., Ewbank A.C., Favero C.M., Guerra J.M., Réssio R.A., Cremer M.J., Esperón F., Catão-Dias J.L., 2019. Fatal pulmonary parafilaroidiasis in a free-ranging subantarctic fur seal (*Arctocephalus tropicalis*) coinfected with two gammaherpesviruses and *Sarcocystis* sp. // Rev. Bras. Parasitol. Vet. V. 28(3). P. 499–503. doi: 10.1590/S1984-29612019029.

Rivera R., Robles-Sikisaka R., Hoffman E.M., Stacy B.A., Jensen E.D., Nollens H.H., Wellehan J.F. Jr., 2012. Characterization of a novel papillomavirus species (ZcPV1) from two California sea lions (*Zalophus californianus*) // Vet. Microbiol. V. 155 (2-4). P. 257–266. doi: 10.1016/j.vetmic.2011.09.027.

Rodrigues T.C.S., Nielsen O., Popov V.L., Burek-Huntington K.A., Rotstein D., Subramaniam K., Waltzek T.B., 2021. Characterization of an alphavirus isolated from a stranded harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) from Alaska // Virus Research. V. 291. P. 198187. https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198187.

Rosario K., Schenck R.O., Harbeitner R.C., Lawler S.N., Breitbart M., 2015. Novel circular single-stranded DNA viruses identified in marine invertebrates reveal high sequence diversity and consistent predicted intrinsic disorder patterns within putative structural proteins // Front. Microbiol. V. 6. P. 696. doi: 10.3389/fmicb.2015.00696.

Ross P.S., de Swart R.L., Timmerman H.H., Reijnders P.J.H., Vos J.G., van Loveren H., Osterhaus A.D.M.E., 1996. Suppression of natural killer cell activity in harbour seals (*Phoca vitulina*) fed Baltic Sea herring // Aquat. Toxicol. V. 34. P. 71–84. 10.1016/0166-445X(95)00031-X.

Runstadler J.A., Puryear W., 2020. A brief introduction to influenza A virus in marine mammals // Methods Mol. Biol. V. 2123. P. 429–450. doi: 10.1007/978-1-0716-0346-8_33.

Runstadler J., Hill N., Hussein I., Puryear W., Keogh M., 2013. Connecting influenza research across the ecological and medical sciences // Infect. Genet. Evol. V. 17. P. 162-187.

Sacristán C., Esperón F., Ewbank A.C., Costa-Silva S., Marigo J., Matushima E.R., Kolesnikovas C.K.M., Catão-Dias J.L., 2018. Identification of novel gammaherpesviruses in a South American fur seal (*Arctocephalus australis*) with ulcerative skin lesions // J. Wildl. Dis. V. 54 (3). P. 592–596. doi: 10.7589/2017-09-224.

Schaffer F.L., Soergel M.E., 1973. Biochemical and biophysical characterization of calicivirus isolates from pinnipeds // Intervirology. V. 1. P. 210–219.

Seal B.S., House J.A., Whetstone C.A., Neill J.D., 1995. Analysis of the serologic relationship among San Miguel sea lion virus and vesicular exanthema of swine virus isolates. Application of the western blot assay for detection of antibodies in swine sera to these virus types // J. Vet. Diagn. Invest. V. 7. P. 190–195.

Shin D.L., Siebert U., Lakemeyer J., Grilo M., Pawliczka I., Wu N.H., Valentin-Weigand P., Haas L., Herrler G., 2019. Highly pathogenic avian influenza A(H5N8) virus in gray seals, Baltic Sea // Emerg. Infect. Dis. V. 25. P. 2295-2298. doi: 10.3201/eid2512.181472.

Smeele Z.E., Ainley D.G., Varsani A., 2018. Viruses associated with Antarctic wildlife: From serology based detection to identification of genomes using high throughput sequencing // Virus Res. V. 243. P. 91-105. doi: 10.1016/j.virusres.2017.10.017.

Smith A.W., Akers T.G., Madin S.H., Vedros N.A., 1973. San Miguel sea lion virus isolation, preliminary characterization and relationship to vesicular exanthema of swine virus // Nature. V. 244. P. 108–110. doi: 10.1038/244108a0.

Smith A.W., Skilling D.E., Latham A.B., 1981. Isolation and identification of five new serotypes of calicivirus from marine mammals // Am. J. Vet. Res. V. 42. P. 693–694.

Sobolev I., Gadzhiev A., Sharshov K.A., Ohlopkova O., Stolbunova K., Fadeev A., Dubovitskiy N., Glushchenko A., Irza V., Perkovsky M., Litvinov K., Meshcheriakova N., Petherbridge G., Shestopalov A., 2023. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus–induced mass death of wild birds, Caspian Sea, Russia // Emerg. Infect. Dis. V. 29 (12). P. 2528–2532. doi: 10.3201/eid2912.230330.

Sobrino F., Sáiz M., Jiménez-Clavero M.A., Núñez J.I., Rosas M.F., Baranowski E., Ley V., 2001. Foot-and-mouth disease virus: a long-known virus, but a current threat // Vet Res. V. 32 (1). P. 1–30. doi: 10.1051/vetres:2001106.

Steuen S., Have P., Osterhaus A.D.M.E., Arnemo J.M., Moustgaard A., 1994. Serological investigation of virus infections in harp seals (*Phoca groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora cristata*) // The Veterinary Record. No. 134. P. 502–503.

Summers B.A., Greisen H.A., Appel M.J., 1984. Canine distemper encephalomyelitis: Variation with virus strain // J. Comp. Pathol. V. 94. P. 65–75.

Ulloa M., Fernández A., Ariyama N., Colom-Rivero A., Rivera C., Nuñez P., Sanhueza P., Johow M., Araya H., Torres J.C., Gomez P., Muñoz G., Agüero B., Alegría R., Medina R., Neira V., Sierra E., 2023. Mass mortality event in south American sea lions (*Otaria flavescens*) correlated to highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1 outbreak in Chile // Vet. Q. V. 43 (1). P. 1–10. doi: 10.1080/01652176.2023.2265173.

Van Bressem M.F., Van Waerebeek K., Raga J.A., 1999. A review of virus infections of cetaceans and the potential impact of morbilliviruses, poxviruses and papillomaviruses on host population dynamics // Dis. Aquat. Org. V. 38. P. 53–65.

Vesicular Exanthema of Swine (San Miguel Sea Lion Virus Disease). Veterinary Manual. MERCK MANUAL (2024). https://www.merckvetmanual.com/generalized-conditions/vesicular-exanthema-of-swine/vesicular-exanthema-of-swine.

Visser I.K., Kumarev V.P., Orvell C., de Vries P., Broeders H.W., van de Bildt M.W., Groen J., Teppema J.S., Burger M.C., UytdeHaag F.G., Osterhaus A.D.M.E., 1990. Comparison of two morbilliviruses isolated from seals during outbreaks of distemper in north west Europe and Siberia // Arch. Virol. V. 111 (3-4). P. 149–64. doi: 10.1007/BF01311050.

Wellehan J., Cortes-Hinojosa G., 2019. Marine mammal viruses // Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy. V. 9. P. 597–602. doi: 10.1016/B978-0-323-55228-8.00084-9.

Wright E.P., Waugh L.F., Goldstein T., Freeman K.S., Kelly T.R., Wheeler E.A., Smith B.R., Gulland F.M., 2015. Evaluation of viruses and their association with ocular lesions in pinnipeds in rehabilitation // Vet. Ophthalmol. V. 18. Suppl 1. P. 148–59. doi: 10.1111/vop.12235.

Zohari S., Neimanis A., Härkönen T., Moraeus C., Valarcher J.F., 2014. Avian influenza A(H10N7) virus involvement in mass mortality of harbor seals (*Phoca vitulina*) in Sweden // Euro Surveill. V. 19. P. 20967. doi: 10.2807/1560-7917.ES2014.19.46.20967.

Микробиом каспийской нерпы

Кузнецова Т.А., Хайруллин Д.Р., Вечерский М.В., Соловьёва М.А., Рожнов В.В.

Слизистые оболочки млекопитающих густо населены микроорганизмами. Предполагается, что эти микроорганизмы играют исключительную физиологическую роль в организме хозяина (Barko et al., 2018; Adak, Khan, 2019; Berg et al., 2020). Исследованиям микробиома различных животных уделяется большое внимание, поскольку изменения в его составе могут быть индикатором изменений окружающей среды, воздействия антропогенных факторов, могут отражать изменения в рационе, указывать на развитие различных заболеваний, включая хронические воспаления и инфекции. Данные о численности, распределении и составе комменсальной и патогенной микрофлоры необходимы для оценки её роли во вспышках заболеваний и в общем состоянии здоровья животных (Bogomolni et al., 2008).

Микробиомы морских млекопитающих формируются под воздействием уникального набора экологических и физиологических факторов, отличающихся от тех, которые влияют на наземных животных. Причем эти различия проявляются как в составе, так и в функциональном потенциале микробных сообществ (Nelson et al., 2015; Bik et al., 2016; Wang et al., 2022).

В настоящее время различные заболевания, в том числе инфекционные, считаются одной из причин сокращения популяций морских млекопитающих (Harwood, Hall, 1990; Dunn et al., 2001; Gulland, Hall, 2007; Nelson et al., 2015). Более того, восприимчивость морских млекопитающих к патогенам может быть особенно высокой из-за антропогенных стрессоров, таких как истощение пищевых ресурсов, деградация среды обитания, а также химическое и шумовое загрязнение, которые также могут быть связаны с изменениями в составе микробиома.

Бактериальные заболевания морских млекопитающих, особенно приводящие к летальному исходу, находятся в центре внимания научных исследователей с середины прошлого века (Harwood, Hall, 1990; Gulland, Hall, 2007). Однако такие работы связаны в основном с выделением и культивированием предполагаемых патогенов (или условно-патогенных микроорганизмов) и серологическими исследованиями или предположениями о возможной патогенности обнаруженных микроорганизмов на основе литературных данных (в большинстве случаев, о наземных млекопитающих) (Burek et al., 2005; Kuiken et al., 2006; Stoddard et al., 2008; Venn-Watson et al., 2008; Bossart, 2011; Nelson et al., 2013; Володина, Дьякова, 2016; Bik et al., 2016; Godoy-Vitorino et al., 2017; Ohishi et al., 2018; Tryland et al., 2018; Плиска, 2021; Кумар и др., 2024).

Наиболее значимым бактериальным заболеванием ластоногих в настоящее время считается бруцеллез. Выделение *Brucella* spp. и серологические исследования на антитела к представителям рода *Brucella* известны для различных видов морских млекопитающих, включая каспийского и байкальского тюленей (Foster et al., 1996; Dunn et al., 2001; Burek et al., 2005; Gulland, Hall, 2007; Bossart, 2011; Simeone et al., 2015; Ohishi et al., 2018; Tryland et al., 2018). К другим выявленным агентам заболеваний у ластоногих относятся представители родов *Aeromonas*, *Bordetella*, *Campylobacter*, *Corynebacterium*, *Coxiella*, *Edwardsiella*, *Erysipelothrix*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Listeria*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Vibrio* и семейства Pasteurellaceae (Vedros et al., 1982; Dunn et al., 2001; Kuiken et al., 2006; Aguirre et al., 2007; Gulland, Hall, 2007; Stoddard et al., 2008; Hansen et al., 2012) *Salmonella enterica* (*Salmonella* spp.). Однако

некоторые представители этих родов, очевидно, входят в состав нормальной микробиоты животных. Более того, их обнаружение у больного или уже умершего животного не обязательно доказывает их патогенность и прямое влияния на смерть животного (Dunn et al., 2001). Например, в ретроспективном исследовании бактериальных патогенов дельфинов-афалин только 0,7% изолятов были связаны с основной причиной заболеваемости и смертности афалин (Venn-Watson et al., 2008).

Понимание состава нормальной микробиоты имеет решающее значение, поскольку при определенных обстоятельствах комменсальные микроорганизмы могут стать оппортунистическими патогенами и способствовать развитию заболеваний. Такие факторы, как нарушение иммунной регуляции, изменения окружающей среды или нарушения в микробном сообществе, могут спровоцировать этот переход, подчеркивая важность изучения сложных взаимодействий внутри микробиоты для оценки её роли во вспышках заболеваний и в общем состоянии здоровья животных (Vedros et al., 1982; Bogomolni et al., 2008). Однако для того, чтобы знать, на что именно стоит обращать внимание и что можно посчитать за аномалию, мы должны иметь представление о том, что является нормой.

У морских млекопитающих наиболее изучены заднекишечные (и фекальные) микробиомы. Такие исследования проведены в том числе и на филогенетических родственниках каспийского тюленя – настоящих, или безухих, тюленях: южных морских слонах и тюленях Уэдделла (Kim et al., 2020), обыкновенных тюленях (Pacheco-Sandoval et al., 2019), серых и хохлатых тюленях (Glad et al., 2010) и северных морских слонах (Stoffel et al., 2020), а также на ушастых тюленях: фернандесских морских котиках (Toro-Valdivieso et al., 2021), капских морских котиках (Bai et al., 2021), субтропических морских котиках (Medeiros et al., 2016) и калифорнийских морских львах (Bik et al., 2016). Несмотря на то, что конкретный состав микробных сообществ может значительно различаться в зависимости от вида, диеты, географических и индивидуальных факторов (Nelson et al., 2013; Soverini et al., 2016; Franz et al., 2022; Wang et al., 2022; Vecherskii et al., 2023), основными типами бактерий (относящихся к наиболее стабильной части микробного сообщества, так называемому, core microbiome) у всех исследованных морских млекопитающих были Bacteroidetes, Bacillota, Pseudomonadota, Fusobacteriota и Actinomycetota (Glad et al., 2010; Nelson et al., 2015; Bik et al., 2016; Godoy-Vitorino et al., 2017; Pacheco-Sandoval et al., 2019; Wang et al., 2022). На более низком таксономическом уровне также были выявлены общие микроорганизмы (core members), специфичные для этой группы – представители родов *Bergeyella, Bisgaardia, Campylobacter, Guggenheimella, Porphyromonas, и Corynebacterium phocae*.

Исследования микробных сообществ урогенитального тракта морских млекопитающих до сих пор редки и в основном посвящены выделению и изучению потенциальных инфекционных агентов (Johnson et al., 2006; Godoy-Vitorino et al., 2017). Данные о микробиоме влагалища ластоногих отсутствуют в нуклеотидных базах данных. Опубликованные результаты геномных исследований бактериальных микробиомов различных анатомических областей каспийских тюленей, включая урогенитальный тракт, указывают на присутствие представителей очень немногих семейств (Сулейменова и др., 2021; Кумар и др., 2024), а сами последовательности не были внесены в доступные базы данных (PubMed, Silva и др.).

Для микробиологических исследований были отобраны образцы у 20 здоровых половозрелых самок. Образцы микробиоты ректальных и урогенитальных слизистых оболочек отбирали стерильными ватными зондами (свабами) малоинвазивным способом, путем интенсивного протирания. Каждая проба отбиралась в 3х-кратной повтор-

ности. Таким образом, для каждого животного было собрано девять образцов. После отбора пробы зонд закрывали, маркировали и хранили в пакете с хладагентами до возвращения в лагерь. Не позднее, чем через час образцы замораживали при -18 °C в морозильной камере. Пробы транспортировались в замороженном виде для их последующего хранения в криокамерах Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Перед выделением ДНК образцы размораживали. Для метагеномных работ использовался один из трех отобранных свабов. Для выделения ДНК был использован набор реактивов NucleoSpin Soil, MACHEREY-NAGEL (Германия) согласно инструкции производителя. Амплификация суммарной ДНК для получения библиотек V3–V4 региона эубактериальной 16S-рДНК проводилась со следующими праймерами: F (341) 5'-CCTACGGGNGGCWGCAG-3' / R (805) 5'-GACTACHVGGGTATCTAATCC-3'. Библиотеки ампликонов были секвенированы на платформе Illumina MiSeq 2×300 п.н. с использованием оборудования ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» ФГБНУ ВНИИСХМ (Санкт-Петербург). Сырые прочтения (риды) были обработаны в среде Qiime с алгоритмом cutadapt для удаления адаптеров, праймеров и беспраймерных ридов. Получившиеся последовательности были триммированы до достижения уровня качества Q25 ≥ 100% и спарены с помощью алгоритма DADA2. Химеры удалялись с помощью алгоритма Qiime-Vsearch. Оставшиеся сиквенсы были кластеризованы в операционные таксономические единицы (ОТЕ) по критерию сходства 97% (open reference алгоритм) и затем аннотированы по базе данных Silva132 по критерию сходства 97%. Адекватность аннотации ОТЕ вручную проверялась по базе данных Genbank PubMed (Blast алгоритм), устаревшая таксономия исправлялась. Неаннотированные «de novo» ОТЕ также вручную аннотировались по базе данных Genbank PubMed (Blast алгоритм). ОТЕ с идентичной аннотацией демультиплицировались. Функциональные возможности микробиомов оценивались с помощью пакета PICRUSt по базе данных KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) (Langille et al., 2013). Значения представлены в нормированном виде. Базовая статистика (среднее значение и стандартное отклонение), непараметрический дисперсионный анализ (ANOVA), PERMANOVA и расчет индексов альфа-разнообразия были выполнены в Qiime.

Микробиом ректальной слизистой каспийского тюленя. У исследованных нами 20 самок каспийского тюленя сообщество прямой кишки было представлено девятью бактериальными типами: Fusobacteriota, Bacillota, Campylobacterota, Bacteroidetes, Pseudomonadota, Actinomycetota, Patescibacteriota, Spirochaetota и Deferibacterota (рис. 1). Наиболее многочисленными (>1% ОТЕ) были представители семи типов (первые в списке). Они включили в себя 98,75% всех обнаруженных ОТЕ ректального сообщества. Однако следует отметить, что некоторые типы бактерий были обнаружены не у всех особей: например, Patescibacteriota были выявлены только у четырех особей, а Spirochaetota – у трех. Причем их относительное обилие у некоторых особей нерпы достигало существенных значений (до 10%).

В целом, присутствие Campylobacterota можно считать формально-техническим, так как ранее эти бактерии входили в тип Pseudomonadota. А вот доминирование Actinomycetota, обычно присутствующих у морских млекопитающих, у других видов ластоногих ранее отмечено не было (Nelson et al., 2015; Numberger et al., 2016; Pacheco-Sandoval et al., 2019). Более того, наши коллеги из Казахстана также показали присутствие представителей типа Actinomycetota у каспийских нерп (Кумар и др., 2024). Таким образом, доминирование Actinomycetota можно считать уникальной особенностью микробиома каспийского тюленя (среди настоящих тюленей).

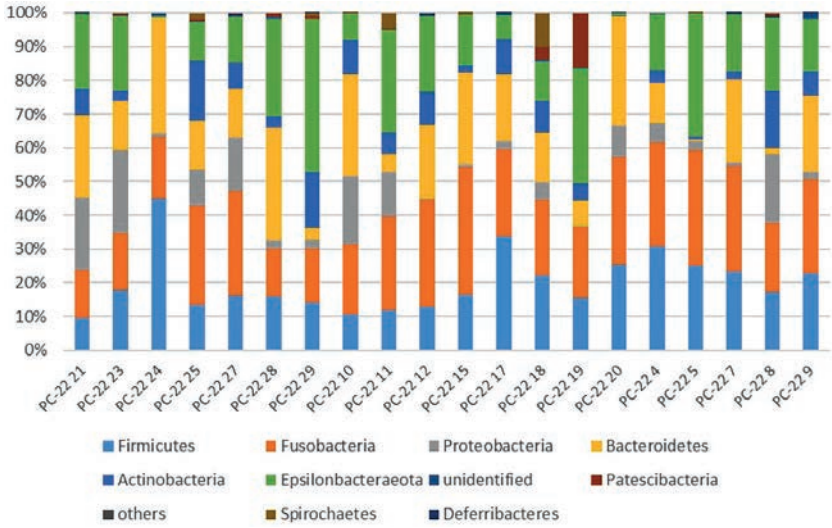


Рис. 1. Относительное обилие бактериальных типов (представленных более 0,1% последовательностей в образце) в ректальном сообществе каспийского тюленя.

Ректальное сообщество состояло из представителей 32 семейств (>1% сиквенсов более чем у одного животного), включая четыре уникальных (Spirochaetaceae, Marinifilaceae, Tannerellaceae и Peptococceae), обнаруженных только здесь. Представители только двух семейств (Fusobacteriotaceae и Camplylobacteriaceae) были обнаружены во всех образцах ректального сообщества. Они также доминируют здесь и составляют более 43% (рис. 2). Другими доминирующими представителями этого сообщества были Porphyromonodaceae, Actinomycetaceae и Bacteroidaceae. Представители этих семейств были обнаружены в количестве более 5% (в среднем для всех ректальных образцов).

Ранее культуральные исследования ректальных смывов байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) выявили преобладание представителей семейств Enterobacteriaceae,

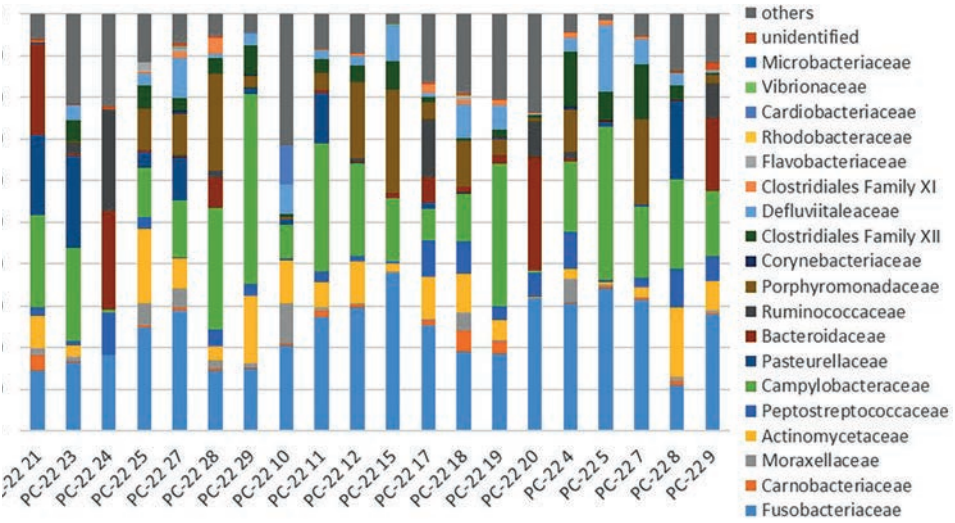


Рис. 2. Относительное обилие представителей различных семейств в ректальном сообществе каспийского тюленя (>1% сиквенсов более чем у одного животного).

Morganellaceae (ранее Enterobacteriaceae), Staphylococcaceae, Pseudomonadaceae и Clostridiaceae (Плиска, 2021). Посевы ректального сообщества каспийского тюленя (Володина, Дьякова, 2016) также показали доминирование семейств Enterobacteriaceae, Pseudococaceae, Neisseriaceae и Vibrioaceae. Представители Pasteurellaceae и Vibrionaceae также упоминались в результатах предварительного исследования ректального микробиома каспийских тюленей (Кумар и др., 2024). Наши исследования данного сообщества подтвердили наличие представителей этих семейств, однако за исключением Vibrionaceae, Clostridiaceae и Pasteurellaceae, лишь в незначительных количествах (менее 1%).

В состав основного (стабильного) компонента микробиома (в англоязычной литературе – core microbiome), т.е. тех микроорганизмов, которые были определены у более 80% особей, входили *Actinomyces marimammalium*, *Atopobacter phocae*, некультивируемые представители родов *Fusobacterium*, *Campylobacter*, *Guggenheimella*, *Fusibacter*, *Psychrobacter* и *Bergeyella*, а также OTE, отнесенные к бактериям семейства Lachnospiraceae (bacterium canine oral taxon 106), которые ранее были определены в сообществе ротовой полости собак (табл. 1). Следует отметить, что *Psychrobacter* sp., *Actinomyces marimammalium*, *Atopobacter phocae* и представители семейства Lachnospiraceae, которых мы отнесли к основной части ректального микробиома, были также обнаружены у каспийских тюленей казахстанскими исследователями (Сулейменова и др., 2021).

Таблица 1. Стабильный (основной) компонент ректального и урогенитального микробных сообществ каспийского тюленя

Ректальное сообщество	Урогенитальное сообщество	Другие морские млекопитающие, у которых обнаружены аналогичные последовательности, и номера этих последовательностей по GenBank PubMed
Actinomyces marimammalium	*Actinomyces marimammalium*	*Cystophara cristata* (AJ276405) *Halichoerus grypuc* (AJ276405) *Phocoena phocoena* (NR_025395)
Atopobacter phocae	*Atopobacter phocae*	*Phoca vitulina* (NR_119263.1) *Leptonychotes weddellii* (KM100404.1) *Arctocephalus gazella* (MH728078.1)
—	*Bisgaardia hudsonensis*	*Pusa hispida* (CP016605.1) *Phoca vitulina* (HM626620.1) *Mirounga angustirostris* (KF871287.1) *Arctocephalus gazella* (MH728268.1) *Zalophus californianus* (JQ204979.1)
Bergeyella	*Bergeyella*	*Neomonachus schauinslandi* (GU196264)
Campylobacter	*Campylobacter*	*Phoca vitulina* (CP053841.1) *Zalophus californianus* (JQ207528.1) *Leptonychotes weddellii* (KM100397.1)
Fusibacter	*Fusibacter*	*Zalophus californianus* (JQ205027)
Fusobacterium	*Fusobacterium*	*Zalophus californianus* (JQ204533.1) *Arctocephalus gazelle* (MH728206.1)
Guggenheimella	*Guggenheimella*	*Tursiops truncatus* (JQ208973; JQ208870)
Lachnospiraceae		*Arctocephalus gazella* (MH728193.1)
Psychrobacter	*Psychrobacter*	*Arctocephalus gazella* (MH728394.1)
—	*Corynebacterium caspium*	*Pusa caspica* (CP047118; AJ566641)

Более того, оказалось, что структура ректального микробиома каспийского тюленя схожа с кишечными сообществами других морских млекопитающих: по меньшей мере 88% сиквенсов, полученных для этого сообщества, ранее были связаны с другими ластоногими. Например, последовательность, аннотированная как *Fusobacterium* sp. согласно GenBank PubMed, ранее была обнаружена у *Zalophus californianus* (JQ204533) и *Arctocephalus gazelle* (MH728206.1); *Campylobacter* sp. – у *Phoca vitulina* (CP053841.1), *Zalophus californianus* (JQ207528.1) и *Leptonychotes weddellii* (KM100397.1); *Porphyromonas* sp. ранее был обнаружен у *Zalophus californianus* (JQ205526.1) и *Arctocephalus gazella* (MH728397.1); *Actinomyces marimammalium* – у различных тюленей и других плотоядных и травоядных млекопитающих; *Psychrobacter* sp. – у *Arctocephalus gazella* (MH728394.1); *Bergeyella* ранее была обнаружена только у морских млекопитающих, включая *Neomonachus schauinslandi* (GU196264); не включённый в состав доминантов *Porphyromonas* sp. – у *Zalophus californianus* и *Arctocephalus gazelle*.

Таким образом, микробиом ректальной слизистой каспийского тюленя в целом похож на микробиом заднего отдела кишечника других морских млекопитающих. Более того, по крайней мере 88% всех полученных ридов для этого сообщества были ранее ассоциированы с другими ластоногими.

Микробиом урогенитальной слизистой каспийского тюленя. В микробном сообществе урогенитального тракта преобладали представители Bacillota, Fusobacteriota, Pseudomonadota, Bacteroidetes, Actinomycetota и Campylobacterota, на долю которых приходилось 98,2% обнаруженных OTE (рис. 3). Однако у некоторых особей среди доминирующих типов не было Bacteroidetes и Pseudomonadota. Интересно, что отсутствие Pseudomonadota в урогенитальном сообществе каспийского тюленя также было сопряжено с отсутствием бактерий этого тина и в ректальном микробиоме. Численность OTE, отнесенных к Bacillota и Campylobacterota, в ректальных и вагинальных сообществах значительно различалась (критерий Манна-Уитни, $p<0,0003$).

Данные о сообществе урогенитального тракта других ластоногих отсутствуют. Так что мы можем только попытаться сравнить результаты с исследованиями других пред-

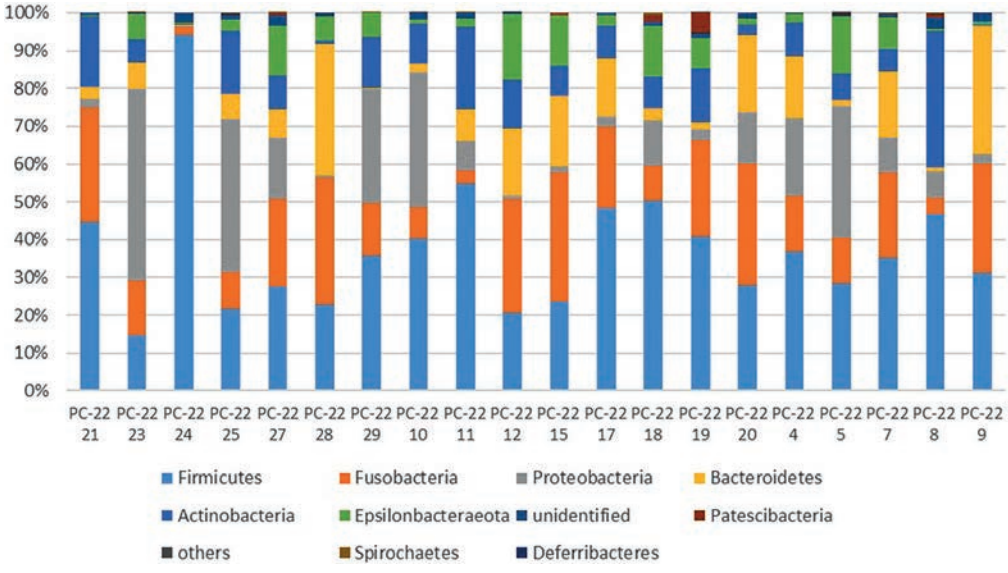


Рис. 3. Относительное обилие бактериальных типов (представленных более 0,1% последовательностей в образце) в урогенитальном сообществе каспийского тюленя.

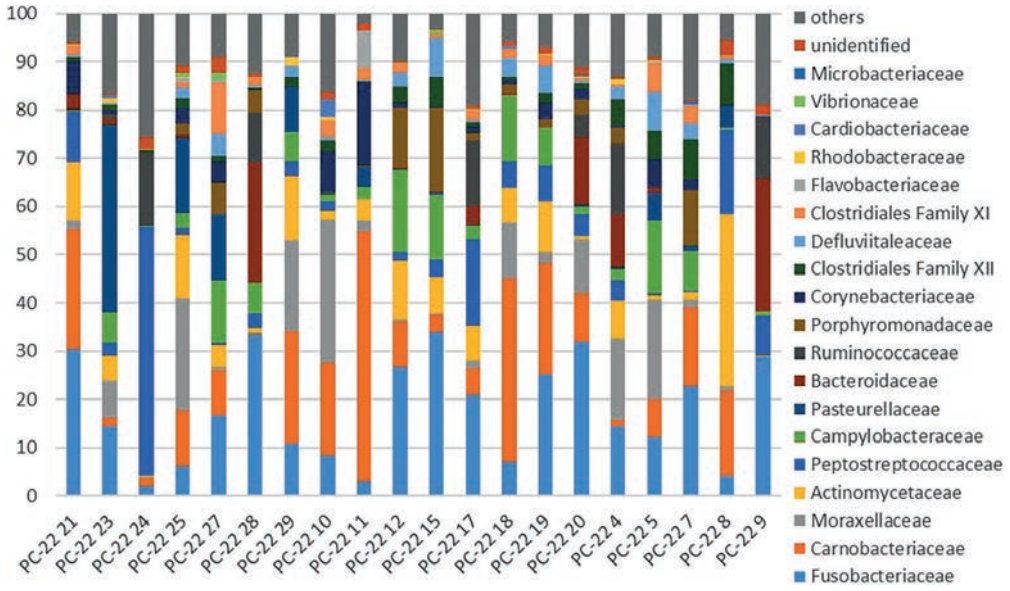


Рис. 4. Относительное обилие представителей различных семейств в урогенитальном сообществе каспийского тюленя (>1% сиквенсов более чем у одного животного).

ставителей хищных (Carnivora). Так, на уровне типа вагинальные сообщества каспийского тюленя и других плотоядных млекопитающих сходны (Hu et al., 2022; Banchi et al., 2024). Однако представители отряда Tenericutes, одного из доминирующих типов у собак и кошек, практически отсутствуют у каспийских тюленей.

На более низком таксономическом уровне, сообщество урогенитального тракта было представлено 33 семействами бактерий, среди которых преобладали представители Fusobacteriotaceae, Carnobacteriaceae, Moraxellaceae, Actinomycetaceae, Peptostreptococcaceae и Camplylobacteriaceae (в среднем >5%) (рис. 4). Они были обнаружены во всех образцах и включали в себя почти 60% от общего числа ОТЕ урогенитального тракта. Представители двух семейств (Succinivibrionaceae и Pseudomonodaceae) были уникальными. Представители Bacteroidaceae, Corynebacteriaceae, Porphyromonadaceae, Campylobacteraceae, Ruminococcaceae, Lachnospiraceae и Clostridiaceae были обнаружены как минимум в одном образце в количестве более 10%. У 100% исследуемых особей встречались Clostridiacaea, Fusobacteriotaceae, Carnobacteriaceae, Moraxellaceae, Actinomycetaceae и Peptostreptococcaceae. Наше исследование выявило очень высокое сходство этого сообщества с ректальным: 19 семейств были общими для этих двух сообществ.

Представители Pasteurellaceae и Campylobacteriaceae традиционно считаются факультативными патогенами плотоядных и возбудителями раневых инфекций у человека. У каспийской нерпы представители этих семейств являются облигатными симбионтами и не должны рассматриваться как патогенные. Однако они могут представлять опасность для человека при укусе.

Среди наиболее распространенных ОТЕ, обнаруженных только в урогенитальном микробиоме, были *Corynebacterium caspium* и ОТЕ, относящиеся к некультивируемым представителям семейств Erysipelotrichaceae и Lachnospiraceae. Наблюдается очень высокая преемственность с сообществом кишечника и на более низких таксономических уровнях. Фактически на урогенитальной слизистой находится большинство доминан-

тов кишечника, плюс некоторые другие микробы. Все представители стабильного компонента микробиома прямой кишки также присутствовали в основном микробиоме урогенитального тракта (см. табл. 1). Это указывает на то, что ректовагинальный шунт у морских млекопитающих функционирует так же хорошо, как и у наземных. Кроме того, в число стабильных компонентов сообщества входили *Corynebacterium caspium* и *Bisgaardia hudsonensis* (табл. 1). Уникальная нуклеотидная последовательность последней была ранее определена у различных тюленей: *Pusa hispida* (CP016605.1), *Phoca vitulina* (HM626620.1, NR_117488.1), *Mirounga angustirostris* (KF871287.1), *Arctocephalus gazella* (MH728268.1) и *Zalophus californianus* (JQ204979.1), в некоторых случаях она ассоциирована с болезнью чинга или специфическим полиартритом у людей (Kuiken et al., 2006). Интересно, что *Corynebacterium caspium*, ранее описанный именно для каспийской нерпы (CP047118; AJ566641), встречался только у 80% исследованных особей. Причем похожие последовательности не встречались у других тюленей, зато обнаруживалась у человека (например, MN663674 – 98,89% сходства, обнаружена во влагалище) и грызунов. Также *Corynebacterium caspium* был ассоциирован с баланитом (воспалением кожи головки полового члена), обнаруженным у выбросившегося на берег каспийского тюленя (Kuiken et al., 2006). Предварительные результаты исследования вагинального микробиома каспийского тюленя также выявили присутствие представителей рода *Bisgardia*, а также *Haemophilus* и *Vibrio* (Кумар и др., 2024). Однако представители последних двух родов в нашем исследовании были обнаружены в очень малых количествах. В базе данных GenBank PubMed отсутствуют данные о вагинальной слизистой оболочке других тюленей. Однако обнаруженное сообщество включает бактериальные роды, вполне типичные для слизистой оболочки прямой кишки других млекопитающих (*Fusobacterium*, *Campylobacter*, *Actinomyces marimammalium*, *Porphyromonas* и *Psychrobacter*), а также *Atopobacter phocae*, последовательности которого ранее были обнаружены у *Phoca vitulina* (NR_119263.1), *Leptonychotes weddellii* (KM100404.1) и *Arctocephalus gazella* (MH728078.1), и Lachnospiraceae sp., ранее обнаруженные у *Arctocephalus gazella* (MH728193.1).

Как и в кишечнике, на урогенитальной слизистой практически полностью отсутствуют представители Enterobacteriaceae, обычно имеющие большое клиническое значение, что вызывает интерес, так как резко отличает каспийскую нерпу как от наземных плотоядных (Pilla, Suchodolski, 2019), так и от других морских млекопитающих (Ley et al., 2008; Bik et al., 2016; Wan et al., 2018; Sehnal et al., 2021). Кроме того, обращает на себя внимание низкая доля представителей Lactobacillales (как *Lactobacillus*, так и *Streptococcus*). Современные представления о физиологии рассматривают представителей семейств Lactobacillaceae и Bifidobacteriaceae как ключевых участников поддержания здоровья мочеполового тракта у человека (Miller et al., 2016; Munusamy Ponnan et al., 2021). Предполагается, что эти микроорганизмы ферментируют углеводы до молочной кислоты, которая подкисляет слизистую оболочку и делает её агрессивной по отношению к патогенным микробам, прежде всего дрожжам (Sewankambo et al., 1997; Munusamy Ponnan et al., 2021). Однако, согласно нашим данным, доля Lactobacillaceae и Bifidobacteriaceae на слизистой оболочке влагалища каспийского тюленя составляет менее 1%.

Изучение бактериальных инфекций у морских млекопитающих осложняется определением взаимосвязи между патогеном и заболеванием, т.е. оценкой того, является ли выделенный микроорганизм первичным патогеном, вторичным патогеном или случайной находкой. 30-летнее ретроспективное исследование относительного риска бактериальных изолятов у дельфинов-афалин показало, что только 1,3% изолятов были связаны с заболеваемостью и только 1,0% – со смертностью дельфинов. Причем только 0,7% изолятов были связаны со смертностью без признаков сопутствующих грибковых или

вирусных инфекций (Venn-Watson et al., 2008). Исследование распространения и наличия заболеваний морских млекопитающих в США в 1972–2012 гг. показало, что около 20% случаев заболеваний были связаны с бактериями и только 63% из них – с клиническими заболеваниями, в то время как остальные изоляты были получены от здоровых животных (Simeone et al., 2015). Однако существует обширный список бактерий, ассоциированных с различными заболеваниями морских млекопитающих и, в частности, ластоногих (Tryland et al., 2018).

Список бактерий, ассоциированных с заболеваниями именно нерп (*Phoca*), включает в себя: *Aeromonas* spp., *Bacteroides fragilis*, *Bordetella bronciseptica*, *Clostridium perfringens*, *Corynebacterium caspium*, *Escherichia coli* var. *haemolytica*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella* spp., *Serratia* spp., *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, *Streptococcus phocae*, *Vibrio anguillarum* (Siebert et al., 2001; Sonne et al., 2020). При этом указывалось, что стрептококки являются основными возбудителями заболеваний как минимум для кольчатой нерпы (Bergman, 2007).

Из этого списка среди доминантов в исследуемых микробных сообществах были обнаружены только *Corynebacterium caspium*, которые также входили в основной (стабильный) компонент микробиома урогенитального тракта. Также они встречались и в микробиоме заднего отдела кишечника. Ранее эту бактерию связывали с баланитом, так как обнаружили в значительном количестве на некротизированном половом члене каспийской нерпы, выбросившейся на берег летом 2000 г. (Kuiken et al., 2006). Впрочем, развилась ли она уже после болезни и гибели тюленя – не известно: вполне вероятно, что это компонент нормальной микрофлоры. Стрептококки не входят в число характерных родов для каспийского тюленя, что резко отличает его от большинства животных, в том числе ластоногих. Для обыкновенных тюленей даже был описан отдельный вид, *Streptococcus phocae*. В ректальном микробиоме каспийской нерпы стрептококки были выявлены только у одной особи (№18), в урогенитальном – у пяти (№18, 12, 20, 22, 26).

Некоторые бактериальные патогены, выделенные культуральными методами и связанные со смертностью морских млекопитающих (Venn-Watson et al., 2008; Tryland et al., 2018), были обнаружены в слизистых оболочках каспийского тюленя. Например, S*treptomonas maltophilia, Edwardsiella tarda, Bisgaardia hudsonensis* и представители родов *Staphylococcus, Enterococcus, Corinebacterium* и *Acinetobacter*, а также OTE, наиболее близкородственные семейству Erysipelotrichaceae, были обнаружены в вагинальных и ректальных сообществах каспийского тюленя в количестве >1%. Более того, Edwardsiella tarda была обнаружена у нескольких особей, а у особи № 20 она была одним из ключевых доминантов как в ректальном, так и в урогенитальном сообществах, хотя внешний осмотр этой особи не выявил никаких признаков заболевания. Судя по всему, в зависимости от различных условий некоторые микроорганизмы могут выступать в качестве патогенов, условно-патогенных микроорганизмов или комменсалов.

Ферментативные возможности микробных сообществ каспийского тюленя. Для оценки ферментативных возможностей микробных сообществ каспийского тюленя был использован биоинформатический анализ структуры 16S рРНК микробиома с помощью алгоритма PICRUST на основе базы данных KEGG. Несмотря на то, что это косвенные данные, точность используемой модели оценивается как высокая (Langille et al., 2013). Так, было показано, что по разнообразию ферментов и совокупности функциональных возможностей ректальный и вагинальный микробиомы сходны (PERMANOVA, $p>0,05$). Аналогичные закономерности наблюдались у наземных всеядных млекопитающих (Bugenyi et al., 2023).

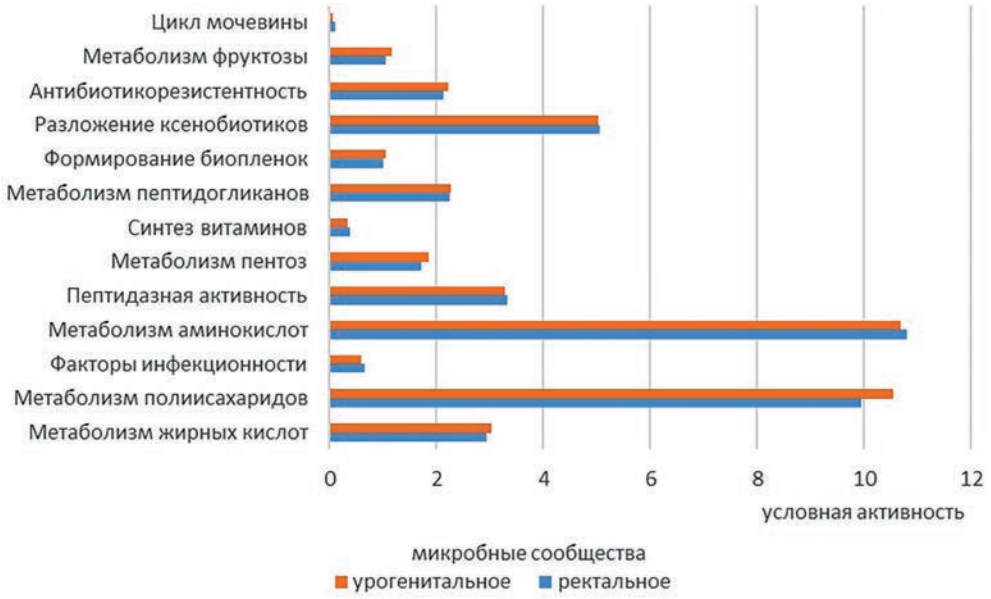


Рис. 5. Сравнение функциональных возможностей микробиомов урогенитальной и ректальной слизистых каспийского тюленя по данным KEGG-анализа.

Сравнение функциональных ферментативных профилей (рис. 5) выявило сопоставимую антибиотикорезистентность микробных сообществ для всех исследованных слизистых оболочек. Также все исследованные микробиомы слизистых оболочек характеризовались хорошо развитой системой защиты от ароматических ксенобиотиков. Важное различие между ректальным и вагинальным микробиомами заключается в значительно большем потенциале рециркуляции азота, связанном с активностью уреазы. Также в изученных микробиомах не было обнаружено значительного количества гидролаз, участвующих в расщеплении растительной и животной клетчатки (целлюлаз, целлобиозогидролаз, лакказ, пектиназ, хитиназ и др.), за исключением пептидаз, которые были наиболее многочисленны во влагалищном микробиоме.

* * *

Таким образом, микробиом каспийского тюленя содержит микроорганизмы, которые ранее были обнаружены у других ластоногих. Например, 88% всех ОТЕ ректального отдела кишечника ранее были найдены у других морских млекопитающих, а доля таких прочтений для урогенитального тракта составляет 90%. Это может указывать на специфичность этих микроорганизмов для морских млекопитающих. Впрочем, также можно предположить, что из-за ограниченного количества исследований специфических и труднодоступных местообитаний такие бактерии реже попадают в базы данных. Каспийский тюлень обитает в изолированном водоеме, но при этом обладает рядом уникальных микроорганизмов (*Corynebacterium phocae*, *Campylobacter* sp., *Porphyromonas* sp., *Guggenheimella* sp., *Bergeyella* sp. и *Bisgaardia hudsonensis*), типичных только для тюленей, в том числе и для обитателей другого полушария. Наше исследование включает только короткие нуклеотидные последовательности, поэтому мы не можем точно определить видовую принадлежность этих микроорганизмов. Таким образом, причины этой уникальной консервативности не ясны, но чрезвычайно интригует.

Непрерывный мониторинг микробных сообществ имеет решающее значение для понимания потенциальных рисков и оценки состояния здоровья каспийских тюленей в условиях изменения окружающей среды и других стрессовых факторов.

Литература

Володина В.В., Дьякова С.А., 2016. Условно-патогенная микрофлора каспийского тюленя (*Phoca caspica*) и среды его обитания в условиях антропогенного прессинга // Труды ВНИРО. Т. 162. С. 87–96.

Кумар М., Карамендин К.О., Сабыржан Т.Б., Нуралибеков С.Ш., Гудман С., Кыдырманов А.И., 2024. Анализ бактериального микробиома каспийских тюленей (*Pusa caspica*) с помощью метагеномного секвенирования shotgun // Микробиология және вирусология. Т. 3. Вып. 46. С. 139–145.

Плиска А.А., 2021. Таксономическая характеристика микроорганизмов, выделенных от байкальской нерпы // XXI век. Техносферная безопасность. Т. 6. Вып. 1. С. 42–49.

Сулейменова С.А., Касымбеков Е.Т., Карамендин К.О., Кыдырманов А.И., Гудман С., 2021. Характеристика микробиома основных биотопов каспийского тюленя // Микробиология және вирусология. Вып. 1/2 (32/33). С. 37–46.

Adak A., Khan M.R., 2019. An insight into gut microbiota and its functionalities // Cellular and Molecular Life Sciences. V. 76(3). P. 473–493.

Aguirre A.A., Keefe T.J., Reif J.S., Kashinsky L., Yochem P.K., Saliki J.T., Stott J.L., Goldstein T., Dubey J.P., Braun R., Antonelis, G., 2007. Infectious disease monitoring of the endangered Hawaiian monk seal // Journal of Wildlife Diseases. V. 43(2). P. 229–241.

Bai S., Zhang P., Zhang C., Du J., Du X., Zhu C., Liu J., Xie P., Li S., 2021. Comparative study of the gut microbiota among four different marine mammals in an aquarium // Frontiers in Microbiology. V. 12. Art. 769012.

Banchi P., Bertero A., Gionechetti F., Corrò M., Spagnolo E., Donato G.G., Pallavicini A., Rota A., 2024. The vaginal microbiota of healthy female cats // Theriogenology. V. 224. P. 134–142.

Barko P.C., McMichael M.A., Swanson K.S., Williams D.A., 2018. The gastrointestinal microbiome: A Review // Journal of Veterinary Internal Medicine. V. 32(1). P. 9–25.

Berg G., Rybakova D., Fischer D., Cernava T., Vergès M.-C.C., Charles T., Chen X., Cocolin L., Eversole K., Corral G. H., Kazou M., Kinkel L., Lange L., Lima N., Loy A., Macklin J.A., Maguin E., Mauchline T., McClure R., Mitter B., Ryan M., Sarand I., Smidt H., Schelkle B., Roume H., Kiran G.S., Selvin J., de Souza R.S.C., van Overbeek L., Singh B.K., Wagner M., Walsh A., Sessitsch A., Schloter M., 2020. Microbiome definition re-visited: Old concepts and new challenges // Microbiome. V. 8(1). Art. 103.

Bergman A., 2007. Pathological changes in seals in Swedish waters: The relation to environmental pollution: tendencies during a 25-year period. Dept. of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences. 102 p.

Bik E.M., Costello E.K., Switzer A.D., Callahan B.J., Holmes S.P., Wells R.S., Carlin K.P., Jensen E.D., Venn-Watson S., Relman D.A., 2016. Marine mammals harbor unique microbiotas shaped by and yet distinct from the sea // Nature Communications. V. 7(1). Art. 10516.

Bogomolni A.L., Gast R.J., Ellis J.C., Dennett M., Pugliares K.R., Lentell B.J., Moore M.J., 2008. Victims or vectors: A survey of marine vertebrate zoonoses from coastal waters of the Northwest Atlantic // Diseases of Aquatic Organisms. V. 81(1). P. 13–38.

Bossart G.D., 2011. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health // Veterinary Pathology. V. 48(3). P. 676–690.

Bugenyi A.W., Lee M.-R., Choi Y.-J., Song K.-D., Lee H.-K., Son Y.-O., Lee D.-S., Lee S.-C., Son Y.-J., Heo, J., 2023. Oropharyngeal, proximal colonic, and vaginal microbiomes of healthy Korean native black pig gilts // BMC Microbiology. V. 23(1). Art. 3.

Burek K.A., Gulland F.M.D., Sheffield G., Beckmen K.B., Keyes E., Spraker T.R., Smith A.W., Skilling D.E., Evermann J.F., Stott J.L., Saliki J.T., Trites A.W., 2005. Infectious disease and the decline of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Alaska, USA: Insights from serologic data // Journal of Wildlife Diseases. V. 41(3). P. 512–524.

Dunn J.L., Buck J.D., Robeck T.R., 2001. Bacterial diseases of Cetaceans and Pinnipeds // In: CRC Handbook of Marine Mammal Medicine (2nd ed.). CRC Press. P. 309–335.

Foster G., Jahans K.L., Reid R.J., Ross H.M., 1996. Isolation of *Brucella* species from cetaceans, seals and an otter // The Veterinary Record. V. 138(24). P. 583–586.

Franz M., Whyte L., Atwood T.C., Laidre K.L., Roy D., Watson S.E., Góngora E., McKinney M.A., 2022. Distinct gut microbiomes in two polar bear subpopulations inhabiting different sea ice ecoregions // Scientific Reports. V. 12(1). Art. 522.

Glad T., Kristiansen V.F., Nielsen K.M., Brusetti L., Wright A.-D. G., Sundset M.A., 2010. Ecological characterisation of the colonic microbiota in arctic and sub-arctic seals // Microbial Ecology. V. 60(2). P. 320–330.

Godoy-Vitorino F., Rodriguez-Hilario A., Alves A.L., Gonçalves F., Cabrera-Colon B., Mesquita C.S., Soares-Castro P., Ferreira M., Marçalo A., Vingada J., Eira C., Santos P.M., 2017. The microbiome of a striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) stranded in Portugal // Research in Microbiology. V. 168(1). P. 85–93.

Gulland F.M.D., Hall A.J., 2007. Is marine mammal health deteriorating? Trends in the global reporting of marine mammal disease // EcoHealth. V. 4(2). P. 135–150.

Hansen M.J., Bertelsen M.F., Christensen H., Bisgaard M., Bojesen A.M., 2012. Occurrence of Pasteurellaceae bacteria in the oral cavity of selected marine mammal species // Journal of Zoo and Wildlife Medicine: Official Publication of the American Association of Zoo Veterinarians. V. 43(4). P. 828–835.

Harwood J., Hall A., 1990. Mass mortality in marine mammals: Its implications for population dynamics and genetics // Trends in Ecology, Evolution. V. 5(8). P. 254–257.

Hu J., Cui L., Wang X., Gao X., Qiu S., Qi H., Jiang S., Li F., Yin Y., 2022. Dynamics of vaginal microbiome in female beagles at different ages // Research in Veterinary Science. V. 149. P. 128–135.

Johnson S., Lowenstine L., Gulland F., Jang S., Imai D., Almy F., Delong R., Gardner I., 2006. Aerobic bacterial flora of the vagina and prepuce of California sea lions (*Zalophus californianus*) and investigation of associations with urogenital carcinoma // Veterinary Microbiology. V. 114(1–2). P. 94–103.

Kim M., Cho H., Lee W.Y., 2020. Distinct gut microbiotas between southern elephant seals and Weddell seals of Antarctica // Journal of Microbiology (Seoul, Korea). V. 58(12). P. 1018–1026.

Kuiken T., Kennedy S., Barrett T., Van de Bildt M.W.G., Borgsteede F.H., Brew S.D., Codd G.A., Duck C., Deaville R., Eybatov T., Forsyth M.A., Foster G., Jepson P.D., Kydyrmanov A., Mitrofanov I., Ward C.J., Wilson S., Osterhaus A.D.M.E., 2006. The 2000 canine distemper epidemic in Caspian seals (*Phoca caspica*): Pathology and analysis of contributory factors // Veterinary Pathology. V. 43(3). P. 321–338.

Langille M.G.I., Zaneveld J., Caporaso J.G., McDonald D., Knights D., Reyes J.A., Clemente J.C., Burkepile D.E., Vega Thurber R.L., Knight R., Beiko R.G., Huttenhower C., 2013. Predictive functional profiling of microbial communities using 16S rRNA marker gene sequences // Nature Biotechnology. V. 31(9). P. 814–821.

Ley R.E., Hamady M., Lozupone C., Turnbaugh P., Ramey R.R., Bircher J.S., Schlegel M.L., Tucker T.A., Schrenzel M.D., Knight R., Gordon J.I., 2008. Evolution of mammals and their gut microbes // Science. V. 320(5883). P. 1647–1651.

Medeiros A.W., Giongo A., Valdez F.P., Blaese de Amorin D., Tavares M., d'Azevedo P.A., Franco A.C., Frazzon J., Frazzon A.P.G., 2016. Characterization of the faecal bacterial community of wild young South American (*Arctocephalus australis*) and Subantarctic fur seals (*Arctocephalus tropicalis*) // FEMS Microbiology Ecology. V. 92(3). Art. fiw029.

Miller E.A., Beasley D.E., Dunn R.R., Archie E.A., 2016. Lactobacilli dominance and vaginal pH: Why is the human vaginal microbiome unique? // Frontiers in Microbiology. V. 7. Art. 1936.

Munusamy Ponnan S., Thiruvengadam K., Tellapragada C., Ambikan A.T., Narayanan A., Kathirvel S., Mathayan M., Shankar J., Rajaraman A., Afshan Amanulla M., Dinesha T.R., Poongulali S., Saravanan S., Murugavel K.G., Swaminathan S., Velu V., Shacklett B., Neogi U., Hanna L.E., 2021. Deciphering the role of mucosal immune responses and the cervicovaginal microbiome in resistance to HIV infection in HIV-exposed seronegative (HESN) women // Microbiology Spectrum. V. 9(2). Art. e0047021.

Nelson T.M., Apprill A., Mann J., Rogers T.L., Brown M.V., 2015. The marine mammal microbiome: Current knowledge and future directions // Microbiology Australia. V. 1. P. 8–13.

Nelson T.M., Rogers T.L., Carlini A.R., Brown M.V., 2013. Diet and phylogeny shape the gut microbiota of Antarctic seals: A comparison of wild and captive animals // Environmental Microbiology. V. 15(4). P. 1132–1145.

Numberger D., Herlemann D.P.R., Jürgens K., Dehnhardt G., Schulz-Vogt H., 2016. Comparative analysis of the fecal bacterial community of five harbor seals (*Phoca vitulina*) // MicrobiologyOpen. V. 5(5). P. 782–792.

Ohishi K., Abe E., Amano M., Miyazaki N., Boltunov A., Katsumata M., Maruyama T., 2018. Detection of serum antibodies to *Brucella* in Russian aquatic mammals // The Journal of Veterinary Medical Science. V. 80(11). P. 1696–1701.

Pacheco-Sandoval A., Schramm Y., Heckel G., Brassea-Pérez E., Martínez-Porchas M., Lago-Lestón A., 2019. The Pacific harbor seal gut microbiota in Mexico: Its relationship with diet and functional inferences // PloS One. V. 14(8). Art. e0221770.

Pilla R., Suchodolski J.S., 2019. The Role of the canine gut microbiome and metabolome in health and gastrointestinal disease // Frontiers in Veterinary Science. V. 6. Art. 498.

Sehnal L., Brammer-Robbins E., Wormington A.M., Blaha L., Bisesi J., Larkin I., Martyniuk C.J., Simonin M., Adamovsky O., 2021. Microbiome composition and function in aquatic vertebrates: Small organisms making big impacts on aquatic animal health // Frontiers in Microbiology. V. 12. Art. 567408.

Sewankambo N., Gray R.H., Wawer M.J., Paxton L., McNaim D., Wabwire-Mangen F., Serwadda D., Li C., Kiwanuka N., Hillier S.L., Rabe L., Gaydos C.A., Quinn T.C., Konde-Lule J., 1997. HIV-1 infection associated with abnormal vaginal flora morphology and bacterial vaginosis // Lancet (London, England). V. 350(9077). P. 546–550.

Siebert U., Wünschmann A., Weiss R., Frank H., Benke H., Frese K., 2001. Post-mortem findings in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from the German North and Baltic Seas // Journal of Comparative Pathology. V. 124(2–3). P. 102–114.

Simeone C.A., Gulland F.M.D., Norris T., Rowles T.K., 2015. A systematic review of changes in marine mammal health in North America, 1972–2012: The need for a novel integrated approach // PLoS ONE. V. 10(11). Art. e0142105.

Sonne C., Lakemeyer J., Desforges J.-P., Eulaers I., Persson S., Stokholm I., Galatius A., Gross S., Gonnsen K., Lehnert K., Andersen-Ranberg E.U., Tange Olsen M., Dietz R., Siebert U., 2020. A review of pathogens in selected Baltic Sea indicator species // Environment International. V. 137. Art. 105565.

Soverini M., Quercia S., Biancani B., Furlati S., Turroni S., Biagi E., Consolandi C., Peano C., Severgnini M., Rampelli S., Brigidi P., Candela M., 2016. The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) faecal microbiota // FEMS Microbiology Ecology. V. 92(4). Art. fiw055.

Stoddard R.A., Atwill E.R., Gulland F.M.D., Miller M.A., Dabritz H.A., Paradies D.M., Worcester K.R., Jang S., Lawrence J., Byrne B.A., Conrad P.A., 2008. Risk factors for infection with pathogenic and antimicrobial-resistant fecal bacteria in Northern Elephant seals in California // Public Health Reports. V. 123(3). P. 360–370.

Stoffel M.A., Acevedo-Whitehouse K., Morales-Durán N., Grosser S., Chakarov N., Krüger O., Nichols H.J., Elorriaga-Verplancken F.R., Hoffman J.I., 2020. Early sexual dimorphism in the developing gut microbiome of northern elephant seals // Molecular Ecology. V. 29(11). P. 2109–2122.

Toro-Valdivieso C., Toro F., Stubbs S., Castro-Nallar E., Blacklaws B., 2021. Patterns of the fecal microbiota in the Juan Fernández fur seal (*Arctocephalus philippii*) // Microbiology Open. V. 10(4). Art. e1215.

Tryland M., Larsen A.K., Nymo I.H., 2018. Bacterial infections and diseases // In: CRC Handbook of marine mammal medicine (3rd ed.). CRC Press. P. 367–388.

Vecherskii M.V., Kuznetsova T.A., Khayrullin D.R., Stepankov A.A., Artemieva S.M., Chukmasov P.V., Ivanov E.A., Mizin I.A., Mordvintsev I.N., Platonov N.G., Pashali A.A., Isachenko A.I., Lazareva R.E., Shestakova K.M., Rozhnov V.V., 2023. Anthropogenic neighborhood impact on bacterial and fungal communities in polar bear feces // Animals: An Open Access Journal from MDPI. V. 13(13). Art. 2067.

Vedros N.A., Quinlivan J., Cranford R., 1982. Bacterial and fungal flora of wild northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) // Journal of Wildlife Diseases. V. 18(4). P. 447–456.

Venn-Watson S., Smith C., Jensen E., 2008. Primary bacterial pathogens in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: Needles in haystacks of commensal and environmental microbes // Diseases of Aquatic Organisms. V. 79. P. 87–93.

Wan X.-L., McLaughlin R.W., Zheng J.-S., Hao Y.-J., Fan F., Tian R.-M., Wang D., 2018. Microbial communities in different regions of the gastrointestinal tract in East Asian finless porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis sunameri*) // Scientific Reports. V. 8(1). Art. 14142.

Wang X., Wu X., Shang Y., Mei X., Zhou S., Wei Q., Sun G., Dong Y., Zhang H., 2022. Convergent evolution of the gut microbiome in marine carnivores // Ecology and Evolution. V. 12(10). Art. e9373.

ГЛАВА 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системный экологический мониторинг Каспийского моря: история формирования, современное состояние, основные задачи и перспективы развития

Магомедов М.-Р.Д., Бизиков В.А., Рожнов В.В.

Каспийское море – уникальный внутриконтинентальный водоём, не имеющий аналогов в мире по биологическому разнообразию и эндемизму флоры и фауны. В нём обитает около 400 эндемичных видов свободноживущих беспозвоночных (40% всей фауны беспозвоночных Каспия), доля эндемиков среди рыб составляет около 62% (100 видов из 162) (Атлас беспозвоночных Каспийского моря, 1968; Казанчеев, 1981; Определитель…, 2013; Васильева, Лёвин, 2025).

В Каспийском море сосредоточены крупнейшие в мире запасы осетровых рыб – русского и персидского осетров, белуги, севрюги, стерляди и шипа. Благодаря этим запасам до конца XX в. Каспийское море было главным регионом мирового осетрового промысла, однако в последние десятилетия запасы каспийских осетровых катастрофически сократились из-за браконьерства, разрушения естественных нерестилищ и растущего загрязнения окружающей среды. В настоящее время популяции всех видов каспийских осетровых поддерживаются благодаря искусственному воспроизводству; их промысел повсеместно запрещён (Ходоревская и др., 2012; Вилкова, Глубоковский, 2018).

В Каспийском регионе встречается 312 видов птиц, главным образом водно-болотных, тесно связанных с водоёмами. Западное и восточное побережье Каспийского моря является важнейшим перевалочным пунктом на пути миграции перелётных птиц. Через акваторию и побережье моря проходят крупные миграционные потоки, связывающие места гнездования в Западной Сибири, Казахстане и европейской части России с зимовками в Северной Африке и Южной Азии (Караваев и др., 1996; Гаврилов, 1999; Коблик и др., 2006; Мустафаев, 2005; Вилков, 2017).

Особую озабоченность вызывает состояние единственного морского зверя Каспия, его эндемика – каспийского тюленя, который занесен в национальные Красные книги всех прикаспийских стран и в список охраняемых объектов Международного союза охраны природы (МСОП, IUCN – International Union for Conservation of Nature).

Каспийское море – это не только природный объект, но основа, определяющая биологическую продуктивность водных экосистем и приморских сельскохозяйственных районов, экономику, торговлю, здоровье населения и, в конечном счете – социальную стабильность прикаспийских стран: России, Казахстана, Азербайджана, Туркменистана и Ирана. Связанная с морем хозяйственная деятельность – добыча нефти и газа, торговое судоходство, промышленное рыболовство и быстро развивающийся курортный бизнес – занимает ведущее место в динамично развивающихся национальных экономиках этих

государств. В этом смысле Каспийское море является областью пересечения экономических и этнополитических интересов не только регионального, но и мирового масштаба, связанных с расширением и интенсификацией хозяйственного использования природных ресурсов и логистического значения региона. Сохранение уникальной экосистемы и природной среды Каспийского моря является ключевым условием устойчивого социально-экономического развития всех прикаспийских стран.

Обширный водосборный бассейн Каспия (площадью более 3,5 млн. км^2) изначально определяет сложную и трудно предсказуемую пространственно-временную динамику гидрофизических и гидробиологических процессов моря, на которые всё активнее накладывается и хозяйственная деятельность государств, для которых Каспий являются общим экологическим объектом ответственности. Среди комплекса естественных факторов динамики особо выделяются закономерный характер изменений его уровневого режима, периодика в сгонно-нагонных ветровых явлениях, загрязнение моря под воздействием тектонических процессов и грязевых вулканов, особенный температурный режим и адвекция вод, сложная сезонная динамика морских течений.

Бессточный характер Каспийского моря определяет многие особенности его гидрологического режима, прежде всего периодические и значительные по амплитуде многолетние колебания уровня моря (Бублейников, Шербаков, 1941; Маев, 1993; Рычагов, 2011). Эти циклические процессы приобрели особую актуальность в последние годы в связи со значительным падением уровня моря до -29,5 м по БС (см. Болгов, 2026 в настоящей монографии, с. 50–64). Это является историческим абсолютным минимумом за время систематических инструментальных наблюдений с 1837 г. Снижение уровня Каспийского моря ведет к серьезным экологическим последствиям не только самого моря, но и его прибрежных территорий, вызывая их деградацию, деградацию мелководных экосистем, сокращение биоразнообразия, исчезновение нерестилищ и ключевых местообитаний каспийской фауны. Колебания уровня моря не только ведут к изменению геоморфологических процессов на берегах и экологического состояния прибрежных территорий, но и существенно влияют на его гидрофизические, гидробиологические и гидрохимические процессы, во многом определяющие социально-хозяйственную структуру побережья (Водный баланс …, 2016).

Являясь бессточным водоёмом, Каспийское море, вследствие своей замкнутости, выступает конечным накопителем различных загрязнителей, главным образом нефти и нефтепродуктов, промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых стоков, несущих трудно поддающееся учёту объёмы органики, азота, фосфора и тяжелых металлов. Значительное воздействие на каспийские экосистемы оказывают гидростроительство на реках и безвозвратное водопотребление, сейсмическая разведка, строительство и эксплуатация буровых платформ, незаконное изъятие водных биологических ресурсов (рис. 1).

Важнейшим фактором антропогенного воздействия на экосистему Каспия стало случайное или преднамеренное вселение в него новых видов (биологические инвазии), устойчивый рост числа которых происходит со второй половины XX в. Открытие в 1952 г. Волго-Донского канала, интенсификации торгового судоходства и появление на судах танков для балластных вод создали условия для проникновения в Каспийское море чужеродных видов не только из соседнего Азово-Черноморского бассейна, но и из удаленных районов Мирового океана. Вселение чужеродных видов нередко приводит к серьезным экологическим и экономическим последствиям. Чужеродные виды способны вытеснить местные виды, вызвать перестройку и деградацию морских экосистем, снизить их биологическую и рыбохозяйственную продуктивность, привести к повреждени-



Рис. 1. Основные факторы антропогенного воздействия на Каспийское море. А – загрязнение нефтью и нефтепродуктами; Б – промышленные, бытовые и сельскохозяйственные стоки; В – сброс твердых бытовых отходов (пластика); Г – браконьерство; Д – гидротехнические сооружения на реках; Е – безвозвратное водопотребление на сельскохозяйственные нужды.

ям и порче конструкций портов, электростанций и судов (Голубков, 2004; Шиганова и др., 2005; Карпинский, 2009; Шиганова, 2009).

Одним из наиболее ярких примеров биологических инвазий является появление в Каспийском море в 1999 г. гребневика-мнемиопсиса (*Mnemiopsis leidyi*), оказавшего огромное влияние на всю каспийскую биоту и существенно подорвавшего промысловый потенциал моря (Ivanov et al., 2000; Шиганова и др., 2001; Камакин, Ходоревская, 2018; Камакин и др., 2018). Массовое развитие этого коротко-цикличного вселенца создало угрозу существованию каспийским видам гидробионтов как за счет пищевой конкуренции, так и в результате прямого выедания гребневиком пелагической икры и личинок видов, имеющих планктонную стадию. Массовое отмирание гребневика в конце вегетационного сезона провоцировало заиление грунтов, что, в свою очередь, отразилось на количественном и качественном составе бентосной фауны (Зайцев и др., 2001, 2003). Результатом вселения гребневика стало уничтожение в последующие годы до 75% зоопланктона, что привело к обрушению рыбохозяйственной продуктивности Каспийского моря: численность каспийских килек сократилась более чем на 60%, что, в свою очередь, привело к сокращению численности их потребителей, прежде всего осетровых и каспийского тюленя (Полянинова и др., 2003; Камакин и др., 2010). По масштабам воздействия на экосистему Каспийского моря инвазия гребневика-мнемиопсиса значительно превзошла последствия инвазии в 1920-х гг. моллюска митилястера (*Mytilaster lineatus*), изменившей в своё время всю структуру каспийского бентоса (Броцкая, Неценгевич, 1941; Малиновская и др., 2012).

К настоящему времени в каспийской фауне насчитывается более 70 чужеродных видов беспозвоночных и 26 видов рыб, появившихся в этом море в последние десятилетия, причем число инвазивных видов с каждым годом возрастает (Самые опасные инвазионные виды…, 2018) (рис. 2).

Очевидно, что по мере интенсификации хозяйственной деятельности негативные последствия от различных форм воздействия на состояние экосистем Каспия и его региона



Рис. 2. Виды – вселенцы, оказавшие наибольшее воздействие на экосистему Каспийского моря: А – двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus*; Б – многощетинковый червь *Marenzelleria neglecta*; В – гребневик *Mnemiopsis leidyi*; Г – краб Харрисса *Rhithropanopeus harrisii*.

будут только нарастать. Отсутствие связи с Мировым океаном и связанный с этим пониженный потенциал самоочищения Каспийского моря существенно снижает допустимый порог, после которого накопление загрязняющих веществ приведет к необратимыми экологическим последствиями.

Таким образом, учитывая разноплановую природу внешних воздействий и нарастающий характер экологических рисков последних десятилетий (стремительное падение уровня, загрязнение, биологические инвазии, нерациональное использование биоресурсов, судоходство, зарегулирование стоков рек, нефтегазодобыча и транспортировка нефтепродуктов и др.), можно констатировать, что экосистема Каспия находится на пороге масштабной экологической катастрофы. Об этом говорят и практически все руководители государств прикаспийского региона.

Интегральным результатом всех этих воздействий являются структурные и функциональные изменения водных систем – изменения состава биоты, продуктивности кормовых видов, ресурсного потенциала промысловых видов, снижение общей ассимиляционной ёмкости бассейна и общей устойчивости экосистем Каспийского моря.

Чаще всего мы фиксируем уже состоявшиеся, видимые, часто внезапные, внешние проявления таких воздействий, когда негативные явления проявляются уже в явном виде и нередко принимают катастрофический характер. Из наиболее ярких событий такого рода за последние 40 лет можно отметить массовую миопатию («кумулятивный политоксикоз») каспийских осетровых в 1987–1989 гг., причиной которой предполагают в ртутном и нефтяном загрязнении (Евгеньева, 1990; Сухопарова, Дубинин, 1990), массовую гибель каспийских килек в Южном Каспии в начале 2000-х гг., подорвавшую их промысел на последующие 20 лет (Седов, Парицкий, 2001; Катунин и др., 2002; Асейнова и др., 2012), аномальное цветение водоросли *Nodularia*, периодически регистрирующееся в Южном Каспии начиная с 2005 г. (Nasrollahzadeh et al., 2011; Bagheri et al., 2022), появление эвтрофных бескислородных зон в отдельных участках моря (Салманов, 2010),



Рис. 3. Массовая гибель представителей Каспийской фауны в прибрежных районах Среднего Каспия. А, Б – каспийский тюлень (*Pusa caspica*); В – кудрявый пеликан (*Pelecanus crispus*); Г – большой баклан (*Phalacrocorax carbo*); Д – русский осётр (*Acipenser gueldenstaedtii*); Е – килька обыкновенная (*Clupeonella caspia*).

периодически происходящие случаи массовой гибели каспийских тюленей и рыбоядных птиц (Хураськин и др., 2002; Захарова, 2008; Русанов, Щеголев, 2020; Рожнов и др., 2022) и др. (рис. 3).

Все это свидетельствует о том, что до настоящего времени ни учёные, ни представители исполнительной власти прикаспийских стран не владеют необходимой оперативной информацией и достаточным уровнем экологических знаний о современных процессах, происходящих в морской среде Каспийского моря. Недостаток оперативной информации обуславливает невозможность принятия превентивных управленческих решений по снижению или устранению рисков экологических инцидентов в Каспийском регионе.

Нарастающая частота и очевидность рисков повторения негативных экологических происшествий на Каспии требует организации системы постоянного контроля состояния морской среды, возобновления комплексных исследований водных гидробионтов и среды их обитания в Каспийском море, формирования системы экологического мониторинга по всей акватории Каспийского бассейна.

* * *

Для России Каспийское море, как и Кавказ в целом, всегда имело важнейшее геополитическое, логистическое и ресурсное значение. С начала XVI в. Кавказ являлся ареной борьбы с Османской империей. Контроль над Каспийским морем и его освоение давал

России важные преимущества во влиянии на Хивинское и Бухарское ханства и в организации торговых и дипломатических отношений с территориями восточного Прикаспия и Средней Азией.

Масштабные работы по изучению земель Российской империи начались под руководством Петра I, который был известен своим вниманием к географическим исследованиям. По его указанию картографо-географические исследования были развернуты в европейской части страны, на Урале, на Азовском и Каспийском морях. По возвращении из дипломатической миссии в Европу (1697-1698 гг.) молодой царь принял решение о проведении экспедиций для обследования берегов Каспийского моря. В 1699 г. некий Шельтруп – датчанин, состоявший на русской службе, получил от Петра I приказ обойти на корабле все море, измерить глубины лотом и составить карту. Шельтруп отправился в плавание, однако, достигнув южного берега, попал в персидский плен и вскоре умер в тюрьме. Вслед за Шельтрупом на Каспийское море был послан капитан Еремей Мейер, которому удалось составить карту Каспия, о чем было сообщено в первой русской газете «Ведомости» в марте 1704 г. Однако Астраханское восстание стрельцов 1705 г. помешало распространению карты Мейера: её автор был убит, а сама карта затерялась. В 1709 г. капитану астраханского порта Жану-Кристофору Рентелю было поручено обследовать западное побережье Каспийского моря и найти там удобные гавани для русских торговых судов. Экспедиция Рентеля привела к появлению русских пристаней Низовой и Баку. В 1713 г. Рентель с отрядом из нескольких судов снова ходил в Персию, в 1719 г. участвовал в описании западного побережья, а в 1726 г. – в описании восточного побережья Каспия в составе экспедиции Ф.И. Соймонова (Зонн и др., 2015).

С подписанием первого мирного торгового договора между Персией и Россией (1715 г.) Россия начала планомерную инструментальную съёмку Каспийского моря.

29 мая 1714 г. Пётр издаёт два указа правительствующему Сенату о поездке князя Александра Бекович-Черкасского (1672–1717) в Хиву и Бухару с поручением наладить торговые связи и исследовать восточное побережье Каспийского моря вплоть до персидской границы. В конце октября, к началу похода, флотилия Бековича-Черкасского состояла из 30 судов с 33 пушками; в состав экспедиции входили 4000 человек регулярных войск, 2000 яицких и гребенских казаков и 100 драгун. Экспедицией были изучены северное и восточное побережья Каспия, составлена первая правильная карта Каспийского моря, исполненная по всем правилам картографии своего времени. Открытием Бековича-Черкасского является нанесение на карту «Моря Карабугазского», что в переводе с туркменского означает «Черная горловина». В феврале 1716 г. карта была лично передана Петру I, благодаря которой, но уже позже 22 декабря 1717 г., российский государь передал карту Парижской академии наук, а сам был избран её почётным членом (Штейнберг, 1949).

Новая экспедиция на Каспийское море была снаряжена Петром I в 1719 г., её возглавил голландец Карл Петрович Верден. Среди его четырех помощников были лейтенанты Федор Иванович Соймонов (1692–1780) и Василий Алексеевич Урусов (1690–1742). Царская инструкция приказывала экспедиции заняться описанием западного и южного берегов Каспия, а также установить надёжный торговый путь от Москвы до самого сердца Средней Азии и далее (Соймонов, 1763; Штейнберг, 1949). Именно Ф.И. Соймонов провел большинство рекогносцировок в ходе Каспийской экспедиции. Все они совпадали с маршрутом движения русского флота и были направлены на решение практических задач, возникавших по мере продвижения. Им были обследованы устья рек Терека, Сулака, Аграханский залив.

В 1730–1734 гг. Алексеем Ивановичем Нагаевым (1704–1781), основоположником российской морской картографии и первым русским морским картографом, были составлены



Рис. 4. Карта Каспийского моря (по: Атлас Каспийского моря сочиненный при Чертежной Государственного Адмиралтейского Департамента с описи и Адмиралтейских наблюдений, произведенных с 1809 по 1817 год Штурманом 8 класса и Кавалером Колодкиным. Санкт-Петербург. Морская типография, 1826 г.)

карты западного берега Каспия. В 1764 г. и в следующий 1765 г., уже по указу Екатерины II от 1763 г., были снаряжены экспедиции под началом капитана И.В. Токмачева и инженер-майора Л.Л. Ладыженского с двумя помощниками И. Паниным и Матвеевым. По результатам их исследований капитан-лейтенант И.И. Ногаткин (Нагаткин) составил новую карту Каспийского моря, которая была использована русским мореплавателем А.И. Нагаевым для его двух «Генеральных карт Каспия», изданных в 1796 г. уже после его смерти (Кулаков, Кулакова, 2017; Зонн и др., 2015).

С работами А.И. Нагаева исследование Каспийского моря вышло на новую ступень, характеризующуюся появлением уже не отдельных карт, но атласов Каспийского моря. Первым таким изданием стал «Атлас Каспийского моря в типографии Морского кадетского корпуса», выпущенный Л.И. Голенищевым-Кутузовым (1769–1846) в 1803 г. На его основе, с учётом сведений, полученных экспедицией Н.Н. Муравьева-Карского (1794–1866), А.Е. Колодкиным (1776–1851) в 1826 г. был издан новый Атлас Каспийского моря (рис. 4) (Голенищев-Кутузов, 1803; Насыров, 2022).

Во второй половине XVIII в., в период правления Екатерины II, Российской Академией наук по инициативе и плану М.В. Ломоносова (1711–1765) для всестороннего изучения природы и населения Российской империи были организованы Академические экспедиции (1768–1774 гг.). Общее руководство экспедициями, включавшими нескольких отрядов, осуществлял академик Петер Симон Паллас (1741–1811 гг.), а отрядом, исследовавшим Прикаспийский регион, руководил ординарный академик Санкт-Петербургской академии наук, профессор Самуил (Георг) Готлиб Гмелин (1744–1774).

За шесть лет П.С. Паллас преодолел путь от Поволжья и Прикаспийской низменности до Сибири и Забайкалья. Результатом экспедиции стал его главный труд «Путешествие по разным местам Российского государства» в пяти томах, в котором дано описание 425 видов птиц, 240 видов рыб, 151 вида млекопитающих, 21 вида гельминтов, а также многих видов земноводных, рептилий, насекомых и растений (Хазиев, Баиматов, 1996; Дементьев, 2012). Во время поездок по юго-восточным степям Паллас отметил следы прежнего высшего стояния уровня Каспийского моря и довольно точно определил часть его древних берегов. Также он установил родство рыб и моллюсков Каспия и Чёрного моря и выдвинул гипотезу о существовании в прошлом единого Понто-Арало-Каспийского бассейна. Им описаны 8 видов рыб, обитающих в Каспийском море, и доказано, что уровень Каспия лежит значительно ниже уровня Мирового океана (Смирнов, 2011).

С.Г. Гмелин и П.С. Паллас вместе выдвинули теорию, что многолетние колебания уровня моря зависят от климатических факторов. Фактически Паллас создал грандиозную панораму огромной, многоликой и мало изученной в то время страны, обрисовав её разнообразную природу и многочисленные народы от Балтики до Забайкалья, от полярной тундры до прикаспийских пустынь. «Путешествие» стало настоящей энциклопедией России второй половины XVIII столетия.

С.Г. Гмелин, возглавивший Астраханскую экспедицию Академии наук, в 1768–1774 гг. совершил путешествие в бассейн Дона, на Кавказ и на Каспийское море. Он исследовал равнинные степи юга Европейской части России, бассейн Дона и низовья Волги, Приазовье, Кавказ, побережье Каспийского моря. Учёному было поручено исследовать прибрежную часть Каспийского моря с целью описания географических условий местности, рыбных и звериных промыслов, нравов, обычаев, религии и ремёсел местных жителей. Исследованиями были охвачены как западный, так и восточный берега Каспия: Дербент, Баку, Шемаха, Сальяны, Энзели, Решт. В 1771 г. Гмелин продолжил изучение низовьев Волги, достиг рек Кумы и Терека, собрал большую ботаническую коллекцию.

В начале 1774 г. недалеко от города Дербента экспедиция С.Г. Гмелина была захвачена в плен отрядом местного хана (уцмия) Кайтагского Эмира-Гамзы (Усмей-хана), а сам Гмелин был заточен в зиндан. Возмущенная этим похищением Екатерина II планировала освободить Гмелина военной силой, но восстание Пугачева (1773–1775 гг.) и продолжавшаяся война с Турцией (1768–1774 гг.) помешало этим планам. Через полгода, 27 июля 1774 г., не вынеся тяжелых условий плена, С.Г. Гмелин в возрасте 30 лет скончался от лихорадки и истощения и был похоронен на окраине селения Каякент, у подножия небольшого холма (рис. 5).

Исследования С.Г. Гмелина способствовали уточнению топографического положения рек, протоков и рукавов в низовьях Волги, населённых пунктов и гаваней в Каспийском море. В своём основном труде «Путешествие по России для исследования всех трех царств природы (Гмелин, 1771–1785)» ученый много места уделил обитателям Каспийского моря и дал первый подробный перечень каспийских рыб, животных и растений. По материалам, собранным С.Г. Гмелиным, уже после его гибели был описан уникаль-



Рис. 5. Посещение могилы Самуила (Георга) Готлиба Гмелина-младшего в посёлке Каякент (Республика Дагестан) участниками Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы» (Махачкала, 12–14 ноября 2024 г.).

ный вид морских млекопитающих каспийского моря – каспийский тюлень *Phoca caspica* Gmelin, 1788.

Через 53 года после экспедиции С.Г. Гмелина, в 1825–1826 гг., путешествие к берегам Каспийского моря и на Кавказ совершил ординарный академик Санкт-Петербургской академии наук Эдуард Иванович Эйхвальд (1795–1876), изучавший фауну, флору и геологию этих мест. Плодом его двухлетнего путешествия стали обширные сочинения, опубликованные с 1827 по 1841 гг.: Reise auf dem Caspischen Meer und in den Kaukasus (Bd. I (L.), Abth. 1 и 2. Stuttgart, 1834; Bd. II, Abth. 1 и 2. Berlin, 1838) и Fauna Caspio–Caucasia. Penropoli, 1841 (Богданов, 1875).

Начиная с 1832 г., по личному повелению Николая I, Григорий Силыч Карелин (1801–1872) выполнил несколько экспедиций, в ходе которых проводились исследования северо-восточных берегов Каспия. В 1836 г. Г.С. Карелин, командуя научно-торговой экспедицией, обследовал южные берега Каспия, где им были составлены карты заливов восточного побережья, в том числе составлено первое описание берегов Кара-Богаз-Гола и устьевой части Узбоя – одного из древних русел Амударьи (Штейнберг, 1949; Зубов, 1954).

В 1854 г. Николай Алексеевич Ивашинцев (1819–1871 гг.) на борту почтовых пароходов «Ленкорань» и «Тарки» провёл экспедицию, по итогам которой в 1855 г. опубликовал «Очерк берегов Каспийского моря», получивший широкий резонанс в научных кругах России. В 1856 г. российское Адмиралтейство снарядило новую экспедицию под начальством Н.А. Ивашинцова для съёмки и промеров глубин Каспийского моря. Экспедиции Н.А. Ивашинцова продолжались до 1871 г. и по их результатам был издан наиболее полный атлас Каспийского моря (1877 г.), не потерявший своего значения вплоть до настоящего времени (Штейнберг, 1949; Насыров, 2022). В 1884 г. была напечатана лоция Каспийского моря, составленная Н.М. Филипповым, участником экспедиции Н.А. Ивашинцова (Филиппов, 1884). Таким образом, к концу XIX в. силами путешественников, морских офицеров, картографов и гидрографов полуторавековой труд по изучению географии и океанографии Каспийского моря был в основном завершён.

* * *

С началом научно-промысловых рыбохозяйственных исследований Каспийского моря кроме сведений по географии и океанографии начался сбор более широкой естественно-научной информации – по геологии, археологии, истории, животному и растительному миру и рыбным ресурсам. Начало им положила экспедиция академика Карла Эрнст фон Бэра (Карла Максимовича Бэра, 1792–1876), организованная Русским географическим обществом и Министерством государственных имуществ. В 1853–1857 гг. К.М. Бэр со своим помощником Николаем Яковлевичем Данилевским (1822–1885) совершил четыре путешествия по восточному и западному побережью Каспия, которые составили единую комплексную экспедицию. К началу 1855 г. были подготовлены два выпуска «Каспийских исследований»: отчёты, помимо рыбопромысловой статистики, содержали сведения по геологии, рельефу, растительному и животному миру, истории, археологии, палеонтологии, антропологии и этнографии региона. Отметив варварские и неразумные способы ловли рыбы до нереста и во время него, К.М. Бэр выступил с требованием введения государственного контроля над охраной рыбной ловли и звериных промыслов. Результатом экспедиции стал «Устав каспийских рыбных и тюленьих промыслов» (1866), а также ряд публикаций о рыболовстве в Каспийском море (Бэр, 1854, 1856, 1860).

В 1874–1876 гг. Петербургским обществом естествоиспытателей была организована Арало-Каспийская экспедиция под руководством академика Оскара Андреевича Гримма (1845–1921). Обработка и описание собранного в экспедиции ихтиологического материала были поручены профессору Санкт-Петербургского университета Карлу Федоровичу Кесслеру (1915–1881).

Богатые коллекции рыб, доставленные К.Ф. Кесслеру из Арало-Каспийской экспедиции, позволили выполнить детальное описание ихтиофауны Аральского, Каспийского, Азовского и Чёрного морей. Глубокий сравнительный анализ ихтиофауны этих трёх бассейнов привел К.Ф. Кесслера к интересным выводам о геологическом прошлом южнорусских морей, которые он изложил в своем труде «Рыбы, водящиеся и встречающиеся в Арало-Каспийско-Понтийской ихтиологической области» (Кесслер, 1877). Он предположил, что разделение Чёрного и Каспийского морей произошло раньше, чем установилась связь Чёрного моря со Средиземным морем через проливы и предложил объединить все три южных морских бассейна с впадающими в них речными системами в одну общую Арало-Каспийско-Понтийскую фаунистическую область ввиду родственного сходства и общего происхождения населяющих её животных форм (Банина, 2010). Сам же академик О.А. Гримм, изучая фауну Каспийского моря, установил, что оно богато многочисленными и разнообразными животными и растительными организмами, локализованными на разных глубинах. Это нашло отражение в его книгах «Каспийское море и его фауна» (Гримм, 1876). В дальнейшей своей работе он активно участвовал в создании Российского общества рыболовства и рыбоводства (1881), став сначала его секретарём, а затем и председателем.

С именем Николая Михайловича Книповича (1862–1939), члена-корреспондента, почётного академика АН СССР, основателя отечественной рыбохозяйственной науки, зоолога, ихтиолога и океанографа, связаны научно-промысловые экспедиционные исследования по гидрологии и гидробиологии Каспийского моря, продолжавшиеся с 1904 по 1932 гг. Н.М. Книпович стал основателем нового научного направления – промысловой океанографии, он составил первую карту течений Каспийского моря и описал пространственное распределение его температуры, солёности, прозрачности и вертикальной циркуляции вод.

В период своих экспедиций Н.М. Книпович собрал значительные коллекции разных групп животных, описал шесть новых видов рыб. Одним из основных итогов его работ стала монография «Гидрологические исследования в Каспийском море в 1914–1915 гг.» (вышла уже в 1921 г. в Петрограде). Оценивая её, Л.С. Берг (1876–1950) писал: «Если бы Книпович не опубликовал ничего другого, кроме этой классической книги, то и в таком случае он был бы причислен к разряду крупнейших учёных». Работы Н.М. Книповича положили начало комплексным научно-промысловым океанографическим исследованиям. Также им было убедительно показано, к чему для рыбного хозяйства приведёт намеченное строительство гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций на реках, впадающих в Каспий (Николай Михайлович Книпович…, 1974; Котенев, 2013).

* * *

В Советский период спектр изучаемых проблем Каспийского моря ещё более расширился, а сами исследования, в которых участвовали ВНИРО, учреждения АН СССР и МГУ и многие другие организации, приняли планомерный и систематический характер. В 1930-е гг., когда ВНИРО совместно с бассейновыми научными рыбохозяйственными станциями и в контакте с учреждениями АН СССР и МГУ провёл обширные исследо-

вания по всем разделам океанологии (гидрология, гидрохимия, планктон, бентос, микрофлора, донные растения, рыбы и млекопитающие) начался качественно новый этап в исследовании моря (Яблонская, 1985; Каспийское море…, 1985).

С пониманием значения Каспия как важного транспортного, минерально-ресурсного и биоресурсного объекта страны при Академии наук СССР были созданы различные комиссии, в частности особая «Каспийская комиссия», возглавляемая Н.М. Книповичем, которая занималась всесторонним изучением особенностей Каспия, а также научные советы, действовавшие в различном формате вплоть до 1992 г. Все они были нацелены на комплексный подход к решению проблем Каспийского моря. Большое значение имело проведение первой Всекаспийской научной рыбохозяйственной экспедиции 1931–1932 гг., в результате которой впервые были оценены общие сырьевые ресурсы Каспия (Мажник и др., 2007).

В 1934 г. в АН СССР была создана Комиссия по комплексному изучению Каспийского моря (КАСП), которая должна была объединить все работы, ведущиеся академическими учреждениями по изучению Каспия, и консультировать по этим вопросам все другие организации. Совместно с ВНИРО и Тихоокеанским научно-исследовательским институтом (ТОНН) эта Комиссия внесла значительный вклад в изучение Каспийского моря. Одним из первых крупных мероприятий, проведенным КАСП, ВНИРО и ТОНН, была комплексная Каспийская экспедиция АН СССР под руководством С.В. Бруевича (1894–1971). Результатом её стало издание в 1937 г. монографии «Гидрохимия Среднего и Южного Каспия» по работам в 1934 г., в которой был описан процесс образования сероводорода в придонных слоях глубоководных частей Каспия и которая стала базой для разработки основ химической структуры вод моря. В 1941 г. в рамках работ КАСП была издана монография «Водный баланс Каспийского моря» с подробным его анализом.

Начиная с 1950-х гг. в Каспийском море постоянно проводились комплексные экспедиции, в которых участвовали специалисты различных направлений из широкого круга научных организаций страны: Главного управления гидрометеослужбы и его институтов, Государственного гидрологического института (ГГИ), Государственного океанографического института (ГОИН), Центрального института прогноза (ЦИП, впоследствии Гидрометцентр), Научно-исследовательского института аэрологии и климатологии (НИИАК), Института океанологии АН СССР, Института географии АН СССР, Всесоюзного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и его отделений в городах Баку, Астрахани, Махачкале и Красноводске, Управления гидрометслужбы Азербайджанской ССР, Института географии АН Азербайджанской ССР (Гюль, 1969; Зонн, 2001; Керимова, 2019).

Таким образом, фундаментальные исследования систематики, фаунистики, зоогеографии, экологии рыб Каспийского моря, выполненные на рубеже XIX и XX вв. блестящей плеядой таких исследователей, как Н.М. Книпович, Н.А. Бородин, И.Н. Арнольд, Е.К. Суворов, Л.С. Берг, А.Н. Державин, В.И. Мейснер, К.А. Киселевич и многие другие, в советский период были продолжены исследованиями формирования и функционирования Каспийского бассейна и его фауны (Берг, 1948; Расс, 1951; Бирштейн, 1953; Аполлов, 1956; Бруевич, 1957; Косарев, 1963; Зенкевич, 1973; Касымов, 1994; Свиточ, Янина, 1996). Проведены обширные гидробиологические исследования, посвященные флоре и фауне этого водоёма, его биологической продуктивности, значению планктона и бентоса в питании рыб (Крисс, 1956; Алигаджиев, 1963, 1975; Винецкая, 1966; Алиев, Пятакова, 1968; Левшакова, 1971; Салманов, 1972, 1987; Яблонская, 1974; Яблонская и др., 1975; Касымов, Багиров, 1983; Касымов, 1994 и др.). Приоритетным направлением исследований всегда оставалось изучение состояния рыбных ресурсов Каспийского моря, разра-

ботка научных рекомендаций по их сохранению и рациональному использованию (Державин, 1932; Мейснер, 1933; Дмитриев, 1936; Суворов, 1948; Никольский, 1954, 1974; Бердичевский, 1958; Казанчеев, 1965, 1981; Марти, 1972, 1974; Садлаев, 1974; Баранникова, 1975; Приходько, 1975 и др.).

В 1972 г., с созданием Общегосударственной службы наблюдения и контроля за загрязненностью объектов природной среды (ОГСНК), построенной по иерархическому принципу, экологический мониторинг Каспийского моря в нашей стране вышел на новый уровень. Работы ОГСНК выполнялись на 36 прибрежных, островных и устьевых станциях и постах, а также на 10 морских «вековых» станциях и 8 «вековых» стандартных разрезах и рейдовых пунктах, перечень которых был утвержден «Положением о «вековых» наблюдениях на морях» (Приказ Главного управления Гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР от 29 июня 1976 года № 134).

В целом, благодаря целенаправленной государственной политике, в СССР во второй половине XX в. была создана обширная научная база для комплексного изучения Каспийского моря. Исследования не только расширили теоретические знания о природе водоёма, но и напрямую способствовали развитию ключевых отраслей экономики – от геологоразведки до рыбного хозяйства. Были разработаны фундаментальные научные основы устойчивого рыболовства в условиях комплексного использования водных ресурсов Каспия, исследованы механизмы функционирования его экосистемы в условиях меняющейся среды и растущего пресса биологических инвазий, разработаны рекомендации повышения биологической продуктивности Каспийского моря (Яблонская, 1964; Виноградов, Яблонская, 1965; Барсукова, 1971; Марти, 1972; Винецкая, 1966; Яблонская, Зайцев, 1979; Каспийское море..., 1989).

* * *

В результате распада СССР единая всесоюзная система комплексного изучения Каспийского моря оказалась разрушенной. Прекратились наблюдения в открытой части моря, в том числе на вековых разрезах, что нарушило преемственность экологического мониторинга. Наблюдения в прибрежных районах сократились до локальных полигонов и утратили регулярность, системность и комплексность. «Грантовая» система финансирования академической науки, позаимствованная из западной модели управления взамен многолетних комплексных целевых федеральных программ, полностью разрушила последние остатки системного междисциплинарного подхода в изучении Каспийского моря.

Дефицит комплексности исследований частично компенсировался деятельностью созданного в 1994 г. Координационного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ), а также экологическими работами на строящихся морских объектах при выполнении различных ОВОС.

В то же время, в новых политических реалиях пришло понимание, что вопросы экологической безопасности такого динамичного и замкнутого водоёма, богатого углеводородными ресурсами, невозможно эффективно решать на национальном уровне, необходима межгосударственная интеграция стран Прикаспийского бассейна. Первой попыткой международной экологической кооперации стала Каспийская экологическая программа (КЭП, 1995 г.), в рамках которой прикаспийскими государствами в разные годы были разработаны свои Национальные Каспийские планы действий (НКПД). В НКПД были отражены основные стратегические направления природоохранных мероприятий, нацеленные на решение национальных и трансграничных экологических проблем Каспийского моря и его прибрежной части.

В августе 2006 г., после целого ряда официальных предварительных мероприятий, протокольных решений и сложных обсуждений, вступила в силу рамочная конвенция по защите морской среды – Тегеранская конвенция (подписана в 2003 г. всеми пятью прикаспийскими странами), ставшая первым юридически обязывающим, реальным межгосударственным соглашением регионального уровня (https://textarchive.ru/c-2745631.html). В Конвенции содержится положение об устойчивом и рациональном использовании биологических ресурсов Каспийского моря, изложены критерии оценки воздействия на окружающую среду, основные организационные принципы мониторинга окружающей среды, проведения новых научных исследований и разработок.

В период с 2002-2010 гг., впервые после распада СССР, в рамках Стратегического плана действий (СПД) КЭП был проведен Трансграничный диагностический анализ Каспийского моря (ТДА), выполнены научно-исследовательские рейсы (SSC-2005) по отбору проб по всей прибрежной зоне Каспия, разработаны рекомендации по созданию региональной программы мониторинга качества воды (RWQMP), ряд национальных лабораторий получили современное аналитическое оборудование и средства пробоотбора.

Однако на фоне многочисленных декларированных практических мероприятий и намерений ни КЭП, ни НКПД, ни сама Тегеранская конвенция не предусматривали проведение системных научных скооперированных исследований по широкому спектру проблем и, возможно, поэтому не получили своего практического воплощения.

Проект на базе Каспийской экологической программы фактически, за редким исключением, был реализован без участия сотрудников ведущих российских НИИ и университетов. Наиболее негативным для России результатом реализации проекта КЭП стало появление в Каспийском регионе научно-технической инфраструктуры, в целом подконтрольной Западу, которая продолжала исследования фактически без участия российских учёных (Максимов, 2005). Однако без широкого участия Российской Федерации в работе КЭП решение поставленных этим проектом задач оказалось невозможно (Бутаев, 2004) и создание механизма координации регионального сотрудничества для достижения устойчивого развития и управления окружающей средой Каспийского моря осталось не достигнутым.

Вместе с тем, завершение в 2012 г. третьей фазы Каспийской экологической программы показало, что, несмотря на наличие целого ряда нерешённых проблем, на период действия КЭП всё же была создана, пусть и временная, но реально действующая во всех прикаспийских странах система информационного обмена, налажено взаимодействие их экспертов. Тегеранская конвенция, являясь первым юридически обязывающим документом, который был подписан всеми прикаспийскими странами, свидетельствовал о признании общности экологических проблем Каспия и необходимости межгосударственного сотрудничества для их разрешения. Она являлась общей базой, определяющей основные требования и институциональные механизмы для защиты морской среды Каспийского моря.

В настоящее время необходима серьёзная коррекция национальных планов действий на Каспии и новая основа для координированных взаимоотношений в области восстановления системных и комплексных научных исследований, направленных на обеспечение устойчивого функционирования его экосистем, сохранения разнообразия автохтонных видов и восстановление исторического ресурсного потенциала Каспийского моря. Отсутствие координации между реализуемыми в Прикаспийском регионе экологическими компонентами региональных, федеральных и международных программ не обеспечивает достижения основных целей системного экологического мониторинга Каспия: своевременного обнаружения экологических угроз, прогнозирования и минимизации

экологических рисков, разработки научных рекомендаций для взвешенных управленческих решений, позволяющих сохранять баланс между устойчивым развитием экономики и сохранением уникальной экосистемы Каспийского моря. Эти цели предусматривают решение первоочередных задач, среди которых: реализация мер, направленных на восстановление устьевых, береговых и морских «вековых» станций и разрезов как основы системного экологического мониторинга ключевых элементов экосистемы Каспийского моря; анализ структуры и закономерностей функционирования экосистемы моря на различных уровнях его биологической организации в условиях современного характера естественной и антропогенной динамики среды; разработка прогностических моделей динамики состояния бассейна Каспийского моря и на их основе – научных рекомендаций по управлению его ресурсным потенциалом.

Правильная организация мониторинга за динамикой основных средовых показателей компонентов экосистемы является ключом к эффективной организации управления и долгосрочного использования ресурсного потенциала Каспийского моря. Она прямо согласуется с целями «Рамочной Конвенции по защите морской среды Каспийского моря» (от 4 ноябрь 2003 г.) в части IV, статьи 14 «Защита, сохранение, восстановление и рациональное использование биологических ресурсов», предусматривающей: развитие и повышение потенциала биологических ресурсов с целью сохранения и восстановления экологического равновесия при удовлетворении потребности людей в питании и достижении социальных и экономических целей; поддержание или восстановление популяций морских видов на уровнях, позволяющих обеспечить максимально устойчивый объем их добычи, определяемый соответствующими экологическими и экономическими факторами; обеспечение таких условий, при которых биологические виды не будут подвергаться опасности исчезновения из-за чрезмерной эксплуатации; содействие развитию и применению выборочных способов и методов рыболовства, сводящих к минимуму потери при вылове промысловых видов и прилове непромысловых видов; защиту, сохранение и восстановление эндемичных, редких и находящихся под угрозой исчезновения биологических видов; сохранение биоразнообразия и среды обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, а также уязвимых экосистем.

Очевидно, что закономерности процессов, происходящих в системе «атмосфера – море – суша», можно правильно понять лишь в том случае, если их изучать комплексно и целенаправленно как единую систему взаимосвязанных компонентов. Однако проводимые сегодня исследования носят разрозненный, нескоординированный характер, что не позволяет представить целостную картину происходящих процессов в Каспийском море и его бассейне. Исследования проводятся по различным проектам и программам, часто не согласованным между собой. Эти проекты ограничиваются решением задач по отдельным акваториям моря, что затрудняет сбор информации о Каспийском море как единой системе, причем доступ к полученным результатам часто весьма ограничен (Водный баланс …, 2016).

При этом никакая координация научно-исследовательских работ и никакой системный мониторинг невозможно представить без соответствующего информационного сопровождения. Огромные массивы информации, накопленные за более чем 200-летний период наблюдений, до настоящего времени не переведены в электронный формат, слабо систематизированы, не всегда соотносятся с географическими данными и рассредоточены по различным ведомствам, что затрудняет их доступность для современного научного анализа и повышает риск утраты этих данных. С развитием современных информационных технологий и возможностей формирования фактографических баз данных, созданием мощных научно-аналитических инструментов на базе геоинформационных

систем и искусственного интеллекта (ГИС и ИИ) появляются принципиально новые возможности решения самых сложных вопросов моделирования, прогнозирования и управления природными процессами на Каспийском море. Примерами таких решений могут служить действующая ГИС «Черное море», созданная на основе международного сотрудничества стран Черноморского бассейна, и цифровая модель рельефа дна Каспийского моря (Институт аридных зон ЮНЦ РАН). В рамках ЕСИМО пущены в эксплуатацию: электронное справочное пособие по Каспийскому морю (ГОИН) и электронный атлас «Климат морей России и Мирового океана», включая раздел по Каспийскому морю (ВНИИГМИ) и др. (Электронный атлас Каспийского моря, 2015; Жук и др., 2016; Яицкая, 2016; Маркелов и др., 2018)

Первоочередные разработки подобных проблемно-ориентированных информационных ресурсов крайне необходимы для выполнения целей интеграции и полноценной реализации координационных работ в области системного экологического мониторинга Каспийского моря. Такой подход должен обеспечить интегрирующую основу проведения комплексных научных исследований, носить многоцелевой характер, служить инструментом для формирования баз данных, системного анализа и обобщения пространственной информации, обеспечивать информационную поддержку принятия управленческих решений, оценки рисков, прогноза эффективности природоохранных мероприятий. Принимая во внимание масштабы и сложность задач по обеспечению экологической безопасности Каспийского региона, система экологического мониторинга должна основываться на междисциплинарном подходе, заложенном исследованиями XX в., и иметь комплексный характер.

В отношении каспийского тюленя эти вопросы обсуждались на Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы» (Махачкала, 12-14 ноября 2024 г.). Её участниками была отмечена недостаточность современных научных данных о состоянии каспийского тюленя и каспийской экосистемы, о динамике её дигрессионных изменений, а также разобщенность научных исследований прикаспийских государств по вопросам биологии каспийского тюленя и факторов, определяющих его состояние и состояние экосистемы Каспийского моря. Участники конференции обсуждали необходимость создания общей интерактивной платформы для обмена информацией о каспийском тюлене и состоянии каспийской экосистемы, в том числе с возможностями формирования современных фактографических баз данных на основе создания мощных научно-аналитических инструментов на единых геоинформационных системах и технологиях (ГИС и ГИТ), обеспечения доступа к публикациям по этим вопросам, а также издание единой методики сбора материала по каспийскому тюленю и соответствующих протоколов для получения сопоставимых данных о состоянии его популяции в акваториях разной юрисдикции.

Такая «Программа экологического мониторинга каспийского тюленя», в основе которой лежит уже опробованная программа совместного российско-казахстанского мониторинга популяции каспийского тюленя и которая должна выполняться государственными организациями, в настоящее время разрабатывается Рабочей группой по каспийскому тюленю Териологического общества им. академика В.Е. Соколова при Российской академии наук, в которую входят специалисты академических институтов, Государственного научного центра Российской Федерации «ВНИРО», заповедников Прикаспийского региона. Предполагается её обсуждение и согласование с представителями всех прикаспийских стран. В программу включены, в частности, регулярные исследования причин гибели каспийских тюленей, береговой мониторинг выбросов тюленей, птиц и рыб на побережье Каспия, и в настоящее время регулярно осуществляемый в весенний и осен-

ний сезоны силами ПИБР ДФИЦ РАН и ИПЭЭ РАН, морской мониторинг распространения и сезонных миграций каспийского тюленя с использованием научно-исследовательских судов ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», авиаучётная съемка с использованием БПЛА по оценке распределения и численности каспийского тюленя на ледовых лежбищах на российской акватории Северного Каспия, которая также продолжает выполняться ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО».

Для улучшения координации действий прикаспийских стран, повышения оперативности реагирования на экологические катастрофы и укрепления международного сотрудничества в рамках устойчивого развития региона участники конференции считают необходимым создание межгосударственного научного центра приёма и обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, который будет служить платформой для объединения усилий прикаспийских стран в области экологического мониторинга, анализа изменений климата и управления природными ресурсами; синхронизации и стандартизации данных, поступающих со спутников национальных и международных программ, включая открытые данные Copernicus, Sentinel и другие; научного и практического сотрудничества, направленного на разработку инновационных технологий мониторинга и реагирования на экологические вызовы; повышения прозрачности и доступности данных для всех заинтересованных сторон, включая научное сообщество, органы власти и общественные организации.

Программа экологического мониторинга каспийского тюленя должна стать элементом более общей программы системного экологического мониторинга Каспийского моря, принципиальная архитектура проекта которой, по нашему мнению, должна включать следующие направления: современное состояние и динамика гидрохимических параметров морской среды под влиянием естественных и антропогенных воздействий; биоиндикация и экотоксикология состояния среды; структура и функциональная организация биосистем различного иерархического уровня и их биологическое разнообразие (в том числе биологическое разнообразие и жизненные формы населения биогидроценозов; экологические последствия, связанные с вселением чужеродных видов; функциональная организация и экологические особенности жизнедеятельности популяций гидробионтов Каспия; основные биотопы Каспийского моря, их классификация и пространственное распределение); экологический мониторинг Каспийского бассейна (включая мониторинг состояния морской среды, обоснование системы прогноза и принципов экологической экспертизы, а также систему экологической информации); разработка экологических нормативов воздействия на биологические системы, как основы планирования форм и интенсивности хозяйственной деятельности и охраны водной среды Каспия; замкнутая система Каспийского моря как объект экспериментального моделирования глобальных биосферных процессов на морях и океанах.

Мы надеемся, что тесное научное сотрудничество между ведущими научно-исследовательскими учреждениями прикаспийских стран, их кооперация и координация исследовательских программ, политическая воля правительств прикаспийских стран станут решающим фактором в сохранении экологического баланса Каспийского моря и его биологического разнообразия.

Литература

Алигаджиев Г.А., 1963. Распределение *Syndesmya ovata* в дагестанских водах Каспийского моря // Доклады АН СССР. Т. 149. Вып. 3. С. 707–710.

Алигаджиев Г.А., 1975. Годовые и сезонные изменения биомассы бентоса западной части Среднего Каспия // Труды ВНИРО. Т. 108. С. 65–74.

Алиев А.Д., Пятакова Г.М., 1968. Видовой состав и распределение зообентоса в Среднем и Южном Каспии // Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 80–105.

Аполлов Б.А., 1956. Каспийское море и его бассейн. М.: Изд-во АН СССР. 120 с.

Асейнова А.А., Ходоревская Р.П., Абдусамадов А.С., 2012. Современное состояние запасов обыкновенной кильки *Clupeonella cultriventris caspia* в Каспийском море // Юг России: экология, развитие. № 4. С. 32–39.

Атлас беспозвоночных Каспийского моря. Ред. Я.А. Бирштейн, Л.Г. Виноградов, Н.Н. Кондаков, М.С. Кун, Т.В. Астахова, Н.Н. Романова. М.: Пищевая промышленность. 1968. 415 с.

Банина Н.Н., 2010. Карл Федорович Кесслер (1815-1881) как ученый и общественный деятель // Русский орнитологический журн. Т. 19. Экспресс-выпуск 616. С. 2155–2173.

Баранникова И.А., 1975. Функциональные основы миграции рыб. Л.: Наука. 210 с.

Барсукова Д.А., 1971. Многолетний биогенный сток р. Волги у г. Астрахани // Труды КаспНИРХ. Т. 26. С. 42-53.

Берг Л.С., 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 467 с.

Бердичевский Л.С., 1958. Биологическое обоснование регулирования северо-каспийского рыболовства. М.: Пищепромиздат. 67 с.

Бирштейн Я.А., 1953. Вероятные изменения гидробиологического режима Каспийского моря // Труды ВГБО. Т. 5. С. 3–12.

Богданов М.Н., 1875. Труды Арало-Каспийской экспедиции. Издаваемые подъ ред. О.А. Гримма. Обзоръ экспедицій естественноисторическихъ исследований в Арало-Каспійской области съ 1720 по 1874 г. Вып. 1. Типогр. Общественная польза. С.-Петербургъ. 56 с.

Болгов М.В., 2026. Физико-географическая характеристика Каспийского моря, его гидрологический режим и изменения уровня: обзор основных характеристик и возможности прогнозирования // Настоящая монография, с. 50–64.

Броцкая В.А., Нецентевич М.Р., 1941. Распространение *Mytilaster lineatus* в Каспийском море // Зоологический журнал. Т. 20. № 1. С. 79–99.

Бруевич С.В., 1957. О колебаниях климата в бассейне Каспийского моря по данным химического исследования грунтов // Сверхдолгосрочные прогнозы уровня Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР. С. 48.

Бублейников Ф.Д., Шербаков Д.И., 1941. Замечательные геологические явления нашей страны. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 191 с.

Бутаев А.М., 2004. Каспий: зачем он Западу? Caspian Sea: wherefore the West needs it. М.: Изд-во МГУЛ. 595 с.

Бэр К.М., 1854. Материалы для истории рыболовства в России и в принадлежащих ей морях // Ученые записки Императорской Академии наук по первому и третьему отделениям. Т. 2. № 4. С. 465–544.

Бэр К.М., 1856. Ученые заметки о Каспийском море // Записки Русского географического общества. Книга 11. Санкт-Петербург. С. 181–224.

Бэр К.М., 1860. Исследования о состоянии рыболовства в России. Т. 2. Рыболовство в Каспийском море и в его притоках. Санкт-Петербург. 216 с.

Васильева Е.Д., Лёвин Б.А., 2025. К проблеме сохранения ихтиофауны Каспийского моря – самого крупного бессточного озера Земли // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Материалы III Международной конференции (Казань, 2023 мая 2025 г.). Казань: Изд-во Академии наук РТ. С. 620–624.

Вилков Е.В., 2017. Лагуны Дагестана как модель трансформации морских побережий в условиях трансгрессии Каспия и их роль в сохранении птиц Палеарктики // Вестник Дагестанского научного центра. № 65. С. 43–53.

Вилкова О.Ю., Глубоковский М.К., 2018. Сохранение осетровых рыб Каспия: международное сотрудничество // Труды ВНИРО. Т. 174. С. 112–128.

Винецкая Н.П., 1966. Фосфатный фосфор и первичная продукция северной части Каспийского моря // Химические процессы в морях и океанах. М. С. 145–151.

Виноградов Л.Г., Яблонская Е.А., 1965. Проблемы рыбохозяйственной мелиорации Каспийского моря // В кн.: Изменения биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. М.: Наука. С. 3–53.

Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз. М.: Триада лтд. 2016. 378 с.

Гаврилов Э.И., 1999. Фауна и распространение птиц Казахстана. Алматы. 198 с.

Голенищев-Кутузов П.В., 1803. Атлас Каспийского моря с последних описей и карт, составлен Генерал-лейтенантом Голенищевым-Кутузовым [Атлас]. 38 с.

Голубков С.М., 2004. Влияние чужеродных видов на функционирование водных экосистем // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Тов-во научных изданий КМК. С. 243–253.

Гримм О.А., 1876. Каспийское море и его фауна. Труды Арало-Каспийской экспедиции. Вып. II. Тетрадь 1. Типогр. Общественная польза. С.-Петербургъ. 318 с.

Гюль К.К., 1969. История исследования Каспийского моря // Летопись науки в Азербайджане. Т. 1. Естествознание. Баку: Изд-во Элм. С. 166–172.

Дементьев Г.П., 2012. Пётр Симон Паллас (1741–1811) // Русский орнитологический журнал. Т. 21. Экспресс-выпуск 751. С. 931–943.

Державин А.Н., 1932. Рыбные запасы и рыбохозяйственная мелиорация Каспия // Бюллетень Всекаспийской экспедиции. № 5-6. С. 174–191.

Дмитриев Н.А., 1936. К вопросу о миграциях сельди в районе западного побережья Каспия // Рыбное хозяйство СССР. № 2. С. 39–46.

Евгеньева Т.П., 1990. Дегенеративные изменения в мышцах русского осетра // В кн.: Физиолого-биохимический статус Волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). Рыбинск: ИБВВ. С. 82–87.

Жук Е.В., Халиулин А.Х., Ингеров А.В., 2016. Геоинформационная система «Чёрное море» // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. № 4. Севастополь. С. 83–87.

Зайцев В.Ф., Курапов А.А., Мелякина Э.И., Сокольский А.Ф., 2001. Экологические последствия вселения гребневика мнемиопсиса в моря Понто-Каспийского комплекса. Астрахань. 86 с.

Зайцев В.Ф., Мелякина Э.И., Сокольский А.Ф., 2003. Экологические последствия вселения гребневика мнемиопсиса в моря Понто-Каспийского комплекса // Успехи современного естествознания. № 10. С. 36–38.

Захарова Н.А., 2008. Выброс каспийского тюленя (*Phoca caspica*) в районе дагестанского побережья осенью 2007 г. // Морские млекопитающие Голарктики. Тез. докладов V Международной конференции (14–18 октября 2008 г., г. Одесса). М.: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 613–614.

Зенкевич Л.А., 1973. Биология морей СССР. М.: Наука. 739 с.

Зонн И.С., 2001. Триста лет на Каспии. М.: Эдель-М. 96 с.

Зонн И.С., Костяной А.Г., Косарев А.Н., Жильцов С.С., 2015. Каспийское море. Энциклопедия. М.: Международные отношения. 544 с.

Зубов Н.Н., 1954. Отечественные мореплаватели – исследователи морей и океанов. М.: Государственное изд-во географической литературы. 473 с.

Казанчеев Е.Н., 1965. О проходных сельдях Каспийского моря // Рыбное хозяйство. № 2. С. 18–19.

Казанчеев Е.Н., 1981. Рыбы Каспийского моря (определитель). М. 168 с.

Камакин А.М., Парицкий Ю.А., Ходоревская Р.П., 2018. Влияние нового вселенца гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A. Acassis, 1865) на основные звенья экосистемы Каспийского моря // Вестник Астраханского государственного технического ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. № 1. С. 35–48.

Камакин А.М., Чиженкова О.А., Зайцев В.Ф., 2010. Влияние *Mnemiopsis leidyi* на некоторые трофические звенья Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. № 2. С. 67–74.

Камакин А.М., Ходоревская Р.П., 2018. Влияние популяции вселенца *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 на рыбное население Каспийского моря // Биология внутренних вод. № 2. С. 51–56.

Караваев А.А., Белоусов Е.М., Хохлов А.Н., 1996. Список птиц побережья Каспийского моря и прикаспийских районов Туркменистана // Кавказский орнитологический вестник. Вып. 8 Ставрополь: СГУ. С. 52–80.

Карпинский М.Г., 2009. Об особенностях вселения морских видов в Каспий // Российский журнал биологических инвазий. № 2. С. 2–9.

Каспийское море: Фауна и биологическая продуктивность. Отв. ред. Е.А. Яблонская. М.: Наука. 1985. 277 с.

Каспийское море: Ихтиофауна и промысловые ресурсы. Отв. ред. В.Н. Беляева. М.: Наука. 1989. 236 с.

Касымов А.Г., 1994. Экология Каспийского озера. Баку. 194 с.

Касымов А.Г., Багиров Р.М., 1983. Биология современного Каспия. Баку: Азернешр.154 с.

Катунин Д.Н., Хрипунов И.А., Беспорточный Н.П., Галушкина Н.В., Никотина Л.Н., Кравченко Е.А., Родованов Г.В., Дулимов А.Б., 2002. Гидрологогидрохимический режим дельты Волги и

Каспийского моря в 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2001 г. Астрахань: КаспНИРХ. С. 14–32.

Керимова Т.С., 2019. Из истории научного изучения Каспийского моря // Научные известия. Вып. 15. С. 20–29.

Кесслер К.Ф., 1877. Рыбы, водіящеся и встрѣчающіеся в Арало-каспійско-понтійской ихтіологической области. Труды Арало-Каспійской Экспедиціи. Под ред. О.А. Гримма. С.-Петербург, Типогр. М. Стасюлевича. 1877. Вып. IV. 412 с.

Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю., 2006. Список птиц Российской Федерации. М.: Тов-во научных изданий КМК. 287 с.

Косарев А.Н., 1963. Многолетняя изменчивость гидрологических характеристик в глубинных слоях Каспийского моря // Океанология. Т. 3. Вып. 1. С. 49–59.

Котенев Б.Н., 2013. К 150-летию со дня рождения Николая Михайловича Книповича // Труды ВНИРО. 2013. Т. 150. С. 134–151.

Крисс Д.Е., 1956. Микробиология Каспийского моря // Успехи современной биологии. Т. 42. № 2. С. 175-201.

Кулаков В.О., Кулакова Н.И., 2017. Астрахань в научных и военных исследованиях Каспийского побережья в XVIII веке // Каспийский регион: политика, экономика, культура. № 3 (52). С. 222–227.

Левшакова В.Д., 1971. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия // Труды КаспНИРХ. Т. 26. С. 67–82.

Маев Е.Г., 1993. Колебания уровня Каспийского моря: роль геологических факторов // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. № 4. С. 49–56.

Мажник А.Ю., Власенко А.Д., Дегтярева Н.Г., 2007. История экспедиционных исследований на Каспии // Вопросы рыболовства. Т. 8. № 4-32. С. 586–598.

Максимов А., 2005. Геополитическая экспансия Запада в Волго-Каспийском регионе. Анализ Каспийской экологической программы // Обозреватель – Observer. №10 (189). (https://militaryarticle.vibrokatok.by/obozrevatel/2005-obozrevatel/13516-geopoliticheskaja-jekspansija-zapada-v-volgo?ysclid=mtom5q9r4923079832)

Малиновская Л.В., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С., 2012. Моллюск-вселенец *Mytilaster lineatus* (Gmelin) в Северном Каспии: многолетняя динамика развития // Вестник Волжского ун-та им. В.Н. Татищева. № 1 (9). С. 224–231.

Маркелов К.А., Брумштейн Ю.М, Головин В.Г., 2018. Процессы интеграции прикаспийских государств и их приморских территорий: системный анализ источников и структуры информации // Вестник Евразийской науки. № 5. Т. 10. С. 1–32.

Марти Ю.Ю., 1972. Как повысить биологическую продуктивность Каспийского моря // Природа. № 1. С. 46–50.

Марти Ю.Ю., 1974. Биологическая продуктивность Каспийского моря. М. 245 с.

Мейснер В.И., 1933. Промысловая ихтиология. М.-Л.: Снабтехиздат. 192 с.

Мустафаев Г.Т., 2005. Птицы Азербайджана (таксономия, распространение). Баку. 40 с.

Насыров К.З., 2022. Магелланы Каспийского моря (картографическое описание Каспийского моря офицерами Российского Императорского флота с 1714 по 1877 гг.): Монография. Казань: Грумант. 186 с.

Николай Михайлович Книпович, 1862–1939. Биобиблиографический указатель (биографический очерк написан А.Н. Световидовым). 1974. Л.: Изд-во отд. библ. АН СССР. 170 С.

Никольский Г.В., 1954. Частная ихтиология. М.: Советская наука. 458 с.

Никольский Г.В., 1974. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищевая промышленность. 448 с.

Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1. Рыбы и моллюски. Богуцкая Н.Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. М.: Тов-во научных изданий КМК. 2013. 543 с.

Полянинова А.А., Татаринцева Т.А., Терлецкая О.В., Тиненкова Д.Х., Петренко Е.Л., Кочнева Л.А., 2003. Гидробиологическая обстановка в Среднем и Южном Каспии при биологической инвазии водоема гребневиком *Mnemiopsis leidyi* // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: рез-ты НИР за 2002 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 121–134.

Приходько Б.И., 1975. Кильки Каспийского моря и их численность // Труды ВНИРО. Т. 108. С. 144–153.

Расс Т.С., 1951. Ихтиофауна Каспийского моря и некоторые вопросы ее истории // Труды ИО АН СССР. Т. 6. С. 105–116.

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В., 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и её возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109.

Русанов Г.М., Щеголев И.В., 2020. Эпидемия птичьего гриппа у кудрявого пеликана *Pelecanus crispus* в дельтах Дуная, Волги и Кизлярском заливе Северного Каспия весной 2015 года // Русский орнитологический журнал. Т. 29. Экспресс-выпуск 1929: С. 2429–2436.

Рычагов Г.И., 2011. Колебания уровня Каспийского моря: причины, последствия, прогноз // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. № 2. С. 4–12.

Садлаев К.А., 1974. Рыбоводство и мелиорация // Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука. С. 126–154.

Салманов М.А., 1972. Первичная продукция Каспийского моря // Тезисы Всесоюзного совещания по биологической продуктивности Каспийского моря. Астрахань. С. 68.

Салманов М.А., 1987. Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах Каспийского моря. М.: Наука. 216 с.

Салманов М.А., 2010. Антропогенное эвтрофирование и кислородный режим Каспийского моря // Azərbaycan Míllí Elmlər Akademíyasinin Xəbərlərí, Yer Elmlərí. № 4. С. 126–131.

Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). Под. ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросяна, Л.А. Хляп. М.: Тов-во научных изданий КМК. 2018. 688 с.

Свиточ А.А., Янина Т.Д., 1996. Будущее Каспия в его прошлом // Природа. Т. 2. С. 45–57.

Седов С.И., Парицкий Ю.А., 2001.Биология и промысел морских рыб // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 186–205.

Смирнов А.В., 2011. Пётр Симон Паллас и Зоологический институт Академии наук // Историко-биологические исследования. Т. 3. № 2. С. 107–129.

Соймонов Ф.И., 1763. Описание Каспийскаго моря и чиненных на оные российские завоевания, яко часть истории государя императора Петра Великаго. СПб. При Имп. Акад. Наук. 380 с.

Суворов Е.К., 1948. Основы ихтиологии. М.: Наука. 579 с.

Сухопарова А.Д., Дубинин В.И., 1990. Гематологические показатели осетровых рыб с признаками расслоения мышечной ткани // В кн.: Физиолого-биохимический статус Волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). Рыбинск: ИБВВ. С. 109–117.

Филиппов Н.М., 1884 (обл. 1885). Морская география Каспийского водоема или лоция. Сост. преп. Бакин. мореход. кл. кап. 1 ранга Н.М. Филиппов. М.: Изд. на средства О-ва для содействия русскому торговому мореходству. XI. 527 с.

Хазиев Г.З., Баиматов В.Л., 1996. Петр Паллас – «русский немец» // Вестник Российской академии наук. Т. 66. № 1. С. 73–77.

Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Жилкин А.А., 2012. Современное состояние запасов осетровых Каспийского бассейна и меры и по их сохранению // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. № 1. С. 99–106.

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Шестопалов А.Б., Хорошко В.И., 2002. О причинах массовой гибели каспийского тюленя в 2000 г. // Тезисы докладов второй международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики», Байкал. С. 276.

Шиганова Т.А., 2009. Чужеродные виды в экосистемах южных внутренних морей Евразии. Дисс. доктора биологических наук. 03.0018 – гидробиология. М. 797 с.

Шиганова Т.А., Камакин А.М., Жукова О.П., 2001. Вселенец в Каспийское море – гребневик *Mnemiopsis* и первые результаты его воздействия на пелагическую экосистему // Океанология. Т. 41. № 4. С. 542–549.

Шиганова Т.А., Мусаева Э.И., Паутова Л.А., Булгакова Ю.В., 2005. Проблема вселенцев в Каспийское море в связи с новыми находками в нем черноморских видов зоо- и фитопланктона // Известия РАН. Серия биологическая. № 1. С. 78–87.

Штейнберг Е.Л., 1949. Первые исследования Каспия (XVIII-XIX вв.). Русские путешественники. М.: Государственное изд-во географической литературы. 75 с.

Электронный атлас Каспийского моря. Русское Географическое Общество, Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. 2015. (http://de.geogr.msu.ru/casp/).

Яблонская Е.А., 1964. Кормовая база осетровых южных морей // Труды ВНИРО. Т. 54. С. 81–112.

Яблонская Е.А., 1974. Влияние изменения биогенного стока на планктон и бентос Каспийского моря. М.: Наука. С. 71–93.

Яблонская Е.А., 1985. История и основные направления гидробиологических исследований Каспийского моря // В кн.: Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М: Наука. С. 5–22.

Яблонская Е.А., Зайцев А.И., 1979. Современное состояние в проблемы повышения биологической продуктивности Каспийского моря // Водные ресурсы. Вып. 1. С. 41–50.

Яблонская Е.А., Винецкая Ж.И., Осадчих В.Ф., Левшақова В. Д., Курашова Е.К., 1975. Кормовая база и питание рыб Каспийского моря // Труды ВНИРО. Т. 58. С. 81–97.

Яицкая Н.А., 2016. Цифровая модель дна Каспийского моря // Экология. Экономика. Информатика. Сборник статей в 2-х томах. Т. 2: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. Ростов-на-Дону: Ин-т аридных зон ЮНЦ РАН. С. 187–196.

Bagheri S., Khatib S., Sabkara J., Zahmatkesh Y., 2022. Phytoplankton bloom (Cyanobacteria: *Nodularia spumigena*) in the southwestern Caspian Sea off Anzali, July 2021 // Iranian Journal of Fisheries Sciences. V. 21(3). No. 8. P. 49–85.

Ivanov V.I., Kamakim A.M., Ushivtzev V.B., Shiganova T., Zhukova O., Aladin N., Wilson S.I., Harbison G.R., Dumont H.J., 2000. Invasion of Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora) // Biological Invasions. V. 2. P. 255–258.

Nasrollahzadeh H.S., Makhlough A.I., Pourgholam R.I., Vahedi F., Qanqermeh A., Foong S.Y., 2011. The study of *Nodularia spumigena* bloom event in the southern Caspian Sea // Applied ecology and environmental research. V. 9. No. 3. P. 141–155.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Резолюция Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы» Махачкала, 12–14 ноября 2024 г.

Международная научная конференция «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы», состоявшаяся 12–14 ноября 2024 г. в Махачкале, в Прикаспийском институте биологических ресурсов Дагестанского ФИЦ РАН, организована Териологическим обществом им. академика В.Е. Соколова при РАН, Научным советом РАН по проблемам экологии биологических систем, Институтом проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Прикаспийским институтом биологических ресурсов ДФИЦ РАН, ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» и посвящена 300-летию Российской академии наук.

Участники Международной научной конференции, представители более 20 научных организаций прикаспийских государств – России, Казахстана, Туркменистана, Азербайджана и Ирана, а также Великобритании, отмечают высокую актуальность проведения конференции, в ходе которой заслушаны 49 докладов, обсуждены актуальные научные данные о состоянии каспийского тюленя и каспийской экосистемы и намечены перспективные направления исследований.

Участники Международной научной конференции констатируют, что общая максимальная численность каспийского тюленя, полученная инструментальными методами, в последние годы колеблется от 274 тыс. особей (2012 г.) до 305 тыс. особей (2024 г.). Ключевая роль в ухудшении условий обитания каспийского тюленя, в том числе эффективности его воспроизводства, выживаемости потомства и обеспеченности кормовой базой, принадлежит снижению уровня Каспийского моря и изменению ледовой обстановки в Северном Каспии.

Участники Международной научной конференции отмечают недостаточность современных научных данных о состоянии каспийского тюленя и каспийской экосистемы, о динамике её дигрессионных изменений, а также разобщенность научных исследований прикаспийских государств по вопросам биологии каспийского тюленя и факторов, определяющих его состояние и состояние экосистемы Каспийского моря, и считают необходимым организацию систематических научных исследований на основе межгосударственной и межотраслевой интеграции и кооперации прикаспийских стран.

Участники Международной конференции отмечают необходимость регулярных исследований причин гибели каспийских тюленей, а также, учитывая возможное влияние флюидодинамической активности Каспия на здоровье и состояние популяции каспийского тюленя, проведение серии комплексных экспедиций с участием геологов и зоологов для подробного изучения этого явления.

Участники Международной конференции считают необходимым обратить внимание на проблему инвазивных видов и возможном их влиянии на состояние водных биологических ресурсов Каспия и кормовую базу каспийского тюленя.

Участники Международной конференции считают необходимым создание общей интерактивной платформы для обмена информацией о каспийском тюлене и состоянии каспийской экосистемы, в том числе с возможностями формирования современных фактографических баз данных на основе создания мощных научно-аналитических инструментов на единых геоинформационных системах и технологиях (ГИС и ГИТ), обеспечения доступа к публикациям по этим вопросам, а также издание единой методики сбора материала по каспийскому тюленю и соответствующих протоколов для получения сопоставимых данных о состоянии его популяции в акваториях разной юрисдикции.

Участники Международной научной конференции считают необходимым создание Научного комитета при Комиссии по сохранению, рациональному использованию водных биологических ресурсов Каспийского моря и управлению их совместными запасами для обеспечения деятельности Рабочих групп по науке и аквакультуре, регулирования хозяйственной деятельности на Каспии.

Участники конференции считают необходимым развитие международного сотрудничества прикаспийских стран в проведении научных исследований и сохранении биологического разнообразия Каспия, совместного мониторинга популяции каспийского тюленя по примеру российско-казахстанского сотрудничества, а также внесение данного вопроса на рассмотрение межправительственной Комиссии по сохранению, рациональному использованию водных биологических ресурсов Каспийского моря и управлению их совместными запасами.

Участники конференции приветствуют проведение совместных авиаучетных работ по оценке численности и распределения каспийского тюленя, проводимых Россией и Казахстаном, рекомендуют продолжать эти работы и предлагают другим прикаспийским странам присоединиться к подобным работам на взаимовыгодной основе.

Учитывая большую значимость каспийского тюленя для экосистемы Каспийского моря, участники конференции отмечают целесообразность внесения поправок в формат суточного судового донесения (ССД) судов всех прикаспийских стран в части сообщения фактов встречи живых и мертвых тюленей на маршруте следования, с привязкой географических координат, даты и времени обнаружения тюленей.

Учитывая наличие институтов Каспийского моря в Туркменистане, Иране и Казахстане, участники конференции поддерживают предложение о создании российского Центра Каспийского моря в Махачкале и ассоциации таких институтов прикаспийских государств.

Для улучшения координации действий прикаспийских стран, повышения оперативности реагирования на экологические катастрофы и укрепления международного сотрудничества в рамках устойчивого развития региона участники конференции считают необходимым создание межгосударственного научного центра приема и обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, который будет служить платформой для объединения усилий прикаспийских стран в области экологического мониторинга, анализа изменений климата и управления природными ресурсами; синхронизации и стандартизации данных, поступающих со спутников национальных и международных программ, включая открытые данные Copernicus, Sentinel и другие; научного и практического сотрудничества, направленного на разработку инновационных технологий мониторинга и реагирования на экологические вызовы; повышения прозрачности и доступности данных для всех заинтересованных сторон, включая научное сообщество, органы власти и общественные организации.

Участники конференции поддерживают организацию морского карбонового полигона для оценки состояния и функционирования каспийской экосистемы.

Участники конференции выражают удовлетворение постановлением правительства Республики Казахстан от 24 октября 2024 года о создании республиканского государственного учреждения «Государственный природный резерват «Каспий итбалығы» Комитета рыбного хозяйства Министерства сельского хозяйства РК», в пределах территориальных вод РК на Каспийском море и поддерживают предложение представителей Казахстана расширить ГПР в казахстанской части моря с созданием заповедных участков в Среднем Каспии (Казахский залив, коса Кендирли), а также рассмотреть возможность создания трансграничного резервата.

Участники конференции поддерживают предложение представителей Азербайджана о восстановлении охраны лежбищ на островах Апшеронского архипелага и создании в этой зоне заповедной территории.

Участники конференции поддерживают предложение представителей Туркменистана о необходимости придания статуса заповедника острову Огурджалы (Огурчинский) как места отдыха и потенциального размножения каспийского тюленя.

Участники конференции благодарят Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского ФИЦ РАН за организацию и успешное проведение Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы», а также Центр океанографии и морской биологии «Москвариум», Фонд Гаджи Махачева и ООО «Дербентские золотые пески» за финансовую поддержку ее проведения.

Информация об авторах

Абдулмаджидов Сайпула Мурадбекович – Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета (ИЭУР ДГУ), Махачкала, Россия

Алексеев Александр Юрьевич – Научно-исследовательский институт вирусологии ФИЦ фундаментальной и трансляционной медицины (НИИВ ФИЦ ФТМ), Новосибирск, Россия

Балагуров Андрей Александрович – ООО НПФ Раймет, Москва, Россия

Белокобыльский Иван Фёдорович – ГНЦ РФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия

Бизиков Вячеслав Александрович – ГНЦ РФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия

Болгов Михаил Васильевич – Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), Москва, Россия

Бродский Ефим Соломонович – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Вечерский Максим Валерьевич – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Гаджиев Алимурад Ахмедович – Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета (ИЭУР ДГУ), Махачкала, Россия

Галактионова Майя Львовна – Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН), Ростов-на-Дону, Россия

Глазов Дмитрий Михайлович – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Иванов Андрей Юрьевич – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), Москва, Россия

Камшилова Татьяна Борисовна – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ РАН), Борок, Россия

Климов Федор Владимирович – ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии» (ТОО «КАПЭ»), Алма-Ата, Казахстан

Ковачёв Сергей Анатольевич – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), Москва, Россия

Комов Виктор Трофимович – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ ЗАН), Борок, Россия

Книжников Алексей Юрьевич – Фонд «Природы и люди», Москва, Россия

Кудрявцева Анастасия Дмитриевна – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Кузнецов Василий Владимирович – Волжско-Каспийский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

Кузнецова Татьяна Александровна – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Либина Наталия Викторовна – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), Москва, Россия

Литвинов Кирилл Васильевич – ФГБУ «Астраханский государственный заповедник», Астрахань, Россия

Литвинова Наталья Викторовна – ФГБУ «Астраханский государственный заповедник», Астрахань, Россия

Магомедов Магомед-Расул Дибирович – Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского Федерального исследовательского центра РАН (ПИБР ДФИЦ РАН), Махачкала, Россия

Маммедов Сахемырат Бекмырадович – Хазарский государственный природный заповедник, Балканский велаят, Туркменистан

Мещерский Илья Григорьевич – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Мещерский Сергей Ильич – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Мир-Кадырова Елена Якубовна – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Московец Александр Юрьевич – Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН), Ростов-на-Дону, Россия
Наурозбаева Жанар Куанышевна – АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан
Никитский Артем Николаевич – ООО «Лоретт», Москва, Россия
Петербридж Гай – Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия
Пилипенко Глеб Юрьевич – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Платонов Никита Геннадьевич – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Проскурина Виктория Владимировна – ГНЦ РФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия
Путанс Виктория Альбертсовна – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), Москва, Россия
Рабазанов Нухкади Ибрагимович – Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского Федерального исследовательского центра РАН (ПИБР ДФИЦ РАН), Махачкала, Россия
Рожнов Вячеслав Владимирович – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Саяпин Владимир Викторович – Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН), Ростов-на-Дону, Россия
Сидоров Лев Константинович – ГНЦ РФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия
Скольский Василий Алексеевич – ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии» (ТОО «КАПЭ»), Алма-Ата, Казахстан
Соколова Илга Валерьевна – ФГБУ «Астраханский государственный заповедник», Астрахань, Россия
Соловьёва Мария Андреевна – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Степаньян Олег Владимирович – Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН), Ростов-на-Дону, Россия
Суворова Ирина Вячеславовна – Центр океанографии и морской биологии «Москвариум», Москва, Россия
Удоденко Юрий Геннадьевич – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ РАН), Борок, Россия
Ушивцев Владимир Борисович – Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН), Ростов-на-Дону, Россия
Хайруллин Давид Римович – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Чунков Магомед Магомедрасулович – Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского ФИЦ РАН (ПИБР ДФИЦ РАН), Махачкала Россия
Шелепчиков Андрей Александрович – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
Шестопалов Александр Михайлович – Научно-исследовательский институт вирусологии ФИЦ фундаментальной и трансляционной медицины (НИИВ ФИЦ ФТМ), Новосибирск, Россия
Шипулин Сергей Викторович – Волжско-Каспийский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия
Щербина Александр Алексеевич – Хазарский государственный природный заповедник, Балканский велаят, Туркменистан
Юнина Анна Владимировна – ООО «Лоретт», Москва, Россия

Содержание

Предисловие....5

Глава 1. Общая характеристика каспийского тюленя 8

Шипулин С.В., Кузнецов В.В. Каспийский тюлень: общая характеристика вида и его место в экосистеме моря 8

Мещерский И.Г., Мещерский С.И. История каспийской нерпы – обзор результатов генетических исследований....22

Бизиков В.А., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Кузнецов В.В. История промысла каспийского тюленя....34

Глава 2. Среда обитания каспийского тюленя 50

Болгов М.В. Физико-географическая характеристика Каспийского моря, его гидрологический режим и изменения уровня: обзор основных характеристик и возможности прогнозирования..50

Платонов Н.Г., Соловьёва М.А., Рожнов В.В. Ледовая фенология Каспийского моря 65

Наурозбаева Ж.К. Изменения толщины ледового покрова Каспийского моря: ретроспектива и прогноз в связи с изменениями климата 79

Путанс В.А., Либина Н.В., Иванов А.Ю., Ковачёв С.А. О флюидодинамике Каспийского моря 89

Иванов А.Ю., Никитский А.Н., Юнина А., Балагуров А.А., Книжников А.Ю. Пленочные нефтезагрязнения Северного и Среднего Каспия по данным радиолокационного мониторинга в 2023–2024 гг. 102

Литвинов К.В., Литвинова Н.В. Трансформация экосистем низовьев дельты Волги в условиях падения уровня Каспийского моря. Значимость территории для обитания каспийской нерпы.....116

Соколова И.В. Встречи каспийского тюленя на территории Астраханского заповедника 128

Магомедов М.-Р.Д., Рабазанов Н.И. Экологическая оценка состояния природной среды западного побережья Каспия....137

Магомедов М.-Р.Д. Состояние природной среды и экология каспийского тюленя в пределах азербайджанского сектора Каспия....163

Маммедов С.Б., Щербина А.А. Современное состояние каспийского тюленя в Восточном Прикаспии 189

Ушивцев В.Б., Степаньян О.В., Саяпин В.В., Московец А.Ю., Галактионова М.Л. Условия обитания каспийского тюленя на фоне инвазий, изменений климата и падения уровня моря ..212

Глава 3. Ключевые местообитания и численность каспийского тюленя 222

Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Климов Ф.В., Скольский В.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В. Распределение и численность каспийского тюленя по данным авиаучетов в зимне-весенний период 2012–2024 гг. 222

Пилипенко Г.Ю., Соловьёва М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В. Осенние миграции, ключевые местообитания и охрана каспийского тюленя 243

Глава 4. Благополучие популяции каспийского тюленя 260

Магомедов М.-Р.Д., Рожнов В.В., Бизиков В.А., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Чунков М.М., Сидоров Л.К., Абдулмаджидов С.М. «Плывуны»: количественная оценка, половой состав и размерный ряд погибших тюленей вдоль береговой зоны Среднего Каспия за 2022–2024 годы....260

Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Суворова И.В., Шипулин С.В., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В. Обзор причин гибели каспийских тюленей («плывунов») на дагестанском побережье Каспийского моря 269

Удоденко Ю.Г., Соловьева М.А., Глазов Д.М., Климов Ф.В., Камшилова Т.Б., Комов В.Т., Рожнов В.В. Ртуть в шерсти, вибриссах и цельной крови каспийской нерпы....281

Кудрявцева А.Д., Шелепчиков А.А., Бродский Е.С., Мир-Кадырова Е.Я., Соловьёва М.А., Климов Ф.В., Рожнов В.В. Органические загрязнители каспийского тюленя и подходы к их определению 292

Суворова И.В., Белокобыльский И.Ф. Гельминтофауна каспийского тюленя: историческая динамика, видовое разнообразие и экологическое значение 304

Алексеев А.Ю., Петербридж Г., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М. Вирусные угрозы каспийскому тюленю....308
Кузнецова Т.А., Хайруллин Д.Р., Вечерский М.В., Соловьёва М.А., Рожнов В.В. Микробиом каспийской нерпы....329
Глава 5. Заключение 342
Магомедов М.-Р.Д., Бизиков В.А., Рожнов В.В. Системный экологический мониторинг Каспийского моря: История комплексных научных исследований и перспективы интеграции и координации....342
Приложение 363
Резолюция Международной научной конференции «Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы» Махачкала, 12–14 ноября 2024 г. 363
Информация об авторах....366

Научное издание

Каспийский тюлень: индикатор состояния каспийской экосистемы

М.: Товарищество научных изданий КМК. 2026, 369 с.

Отпечатано в ООО «Галлея-Принт»
Москва, 5-я Кабельная ул., дом 2Б

Подписано в печать 25.08.2026. Формат 70×100/16
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 300 экз.