

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.109.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ им. А.Н. СЕВЕРЦОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ ЛЯМИНА ОЛЕГА ИРИКОВИЧА НА ТЕМУ «СОН ВОДНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ: ЭКОЛОГО-ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ» НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 18 февраля 2025 г. № 3

О присуждении Лямину Олегу Ириковичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора биологических наук.

Диссертация «Сон водных млекопитающих: эколого-поведенческие и физиологические адаптации» по специальностям 1.5.12 – «зоология» и 1.5.5 – «физиология человека и животных», (биологические науки), принята к защите 05 ноября 2024 г., протокол № 17, диссертационным советом 24.1.109.01, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (ИПЭЭ РАН), 119071, Москва Ленинский проспект д. 33, приказ о создании диссертационного совета №105 н/к от 11.04.2012 г, переутвержденного приказом ВАК РФ от 3 июня 2021 г. за № 561н/к.

Соискатель Лямин Олег Ирикович 05 декабря 1959 года рождения.

В 1982 году соискатель окончил Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, по специальности «физиология», с присвоением квалификации «биолог».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.13 – «физиология человека и животных» (биологические науки) «Сравнительно-физиологическое исследование сна настоящих и ушастых тюленей» защитил в 1994 году в диссертационном совете Д 053.05.35, созданном на базе Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

В настоящее время работает в должности ведущего научного сотрудника лаборатории поведения и поведенческой экологии млекопитающих Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории поведения и поведенческой экологии млекопитающих Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Чернецов Никита Севирович, доктор биологических наук, член-корреспондент

Российской академии наук, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Зоологический институт Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, главный научный сотрудник лаборатории орнитологии ЗИН РАН; Латанов Александр Васильевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей нервной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» Правительства Российской Федерации; Бурдин Александр Михайлович доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии Камчатского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» Федерального агентства по рыболовству Российской Федерации дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (г. Москва) (ИО РАН) в своем положительном отзыве, подготовленном кандидатом биологических наук, руководителем лаборатории морских млекопитающих, старшим научным сотрудником ИО РАН, Романом Александровичем Беликовым, заслушанном и одобренном на заседании лаборатории морских млекопитающих ИО РАН и утвержденном временно исполняющий обязанности директора ИО РАН ведущим научным сотрудником, кандидатом геолого-минералогических наук Владимиром Петровичем Шевченко отмечает, что «диссертация Олега Ириковича Лямина является законченным трудом, в котором на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как важное и значительное ("крупное") научное достижение, что соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 "О порядке присуждения ученых степеней", а Лямин Олег Ирикович заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальностям 1.5.12. Зоология и 1.5.5 Физиология человека и животных».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной квалификацией, компетентностью в тематике рассматриваемой диссертации и наличием в течение последних пяти лет достаточного количества публикаций, рассматривающих вопросы, близкие по содержанию к проведенным соискателем исследованиям.

Соискатель имеет 66 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 39 работ, из них в рецензируемых изданиях опубликована 30 работ.

В своих работах соискатель впервые исследовал электрофизиологическим методом особенности сна белухи (*Delphinapterus leucas*; Lyamin et al., 2002), моржа (*Odobenus rosmarus*; Лямин и др., 2012), южноамериканского морского льва (*Otaria flavescens*; Lyamin et al., 2002) и амазонского ламантина (*Trichechus inunguis*; Mukhametov et al., 1992). Сон северных морских слонов (*Mirounga angustirostris*) был исследован на лежбище и во время миграций в океане (Kendall-Bar et al., 2023). Поведенческие признаки сна были впервые описаны у серого кита (*Eschrichtius robustus*; Lyamin et al., 2000), дельфина Коммерсона (*Sephalorhynchus commersonii*; Шпак и др., 2009), средиземноморского тюленя монаха (*Monachus monachus*; Karamanlidis et al., 2017), байкальского тюленя (*Pusa sibirica*; Lyamin and Siegel, 2019), калана (*Enhydra lutris*; Lyamin et al., 2000) и гиппопотама (*Hippopotamus*

amphibius, Lyamin and Siegel 2005). У двух представителей китообразных – афалины (*Tursiops truncatus ponticus*) и косатки (*Orcinus orca*) были исследованы особенности постнатального онтогенеза поведенческого сна в первый год жизни детёнышей (Lyamin et al., 2005; 2007). У северных морских котиков (*Callorhinus ursinus*) проведены исследования изменений структуры сна при переходе с суши в воду и обратно (Lyamin et al., 2018), а также влияния дефицита сна на когнитивные функции (Lyamin et al., 2024). В серии нейрхимических исследований была установлена особая роль холинергической системы мозга в генерации однополушарного сна (Lyamin et al., 2016). Соискатель провел анализ возможных поведенческих признаков REM-сна у китообразных (Лямин и Мухаметов, 2013; Lyamin and Siegel, 2019). Соискатель получил экспериментальные данные, которые подтверждают гипотезы о функциях однополушарного сна, позволяют рассматривать сон как состояние адаптивной неподвижности, а также предполагают универсальный характер феномена адаптивного снижения сна у животных в связи с миграционным и репродуктивным поведением. Им было сформулировано представление о двух способах сна в воде у млекопитающих и роли экологических факторов в формировании фенотипа сна (Lyamin et al., 2004; 2008; 2012; 2024; Lyamin and Siegel, 2019). Достоверность опубликованных результатов подтверждается применением адекватных методов статистической обработки и критической оценкой полученных результатов. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые работы соискателя по теме диссертации следующие

1. Lyamin O.I., Manger P.R., Mukhametov L.M., Siegel J.M., Shpak O.V., 2000. Rest and activity states in a gray whale // *J. Sleep Research*. V. 9. N. 3. P. 261-267.
2. Lyamin O.I., Mukhametov L.M., Siegel L.M., 2004. Association between EEG asymmetry and eye state in Cetaceans and Pinnipeds // *Archive Ital. Biology*. V. 142. P. 557-568.
3. Lyamin O., Pryaslova J., Lance V., Siegel J., 2005. Continuous activity in cetaceans after birth // *Nature*. V. 435. P. 1177.
4. Lyamin O.I., Kosenko O.P., Lapierre J.L., Mukhametov L.M., Siegel J.M., 2008. Fur seals have a strong drive for bilateral slow wave sleep when sleeping on land // *J. Neuroscience*. V. 28. N. 48. P. 12614-12621.
5. Lyamin O.I., Manger P.R., Ridgway S.H., Mukhametov L.M., Siegel J.M., 2008. Cetacean sleep: An unusual form of mammalian sleep // *Neurosci. Biobehav. Rev.* V. 32. N. 8. P. 451-1484
6. Лямин О.И., Косенко П.О., Высоцкий А.Л., Лапьерр Д.Л., Сигал Д.М., Мухаметов Л.М., 2012. Особенности сна моржа // Доклады Академии наук. Т. 444. N. 4. С. 461-465.
7. Лямин О.И., Мухаметов Л.М., 2013. Особенности сна китообразных // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. Т. 63. N. 1. С. 61-74.
8. Lyamin O.I., Lapierre J.L., Kosenko P.O., Kodama T., Bhagwandin A., Korneva S.M., Peever J.H., Mukhametov L.M., Siegel J.M., 2016. Monoamine release during unihemispheric sleep and unihemispheric waking in the fur seal // *Sleep*. V. 39. N. 3. P. 625-636.
9. Lyamin O.I., Kosenko P.O., Korneva S.M., Vyssotski A.L., Mukhametov L.M., Siegel J.M., 2018. Fur seals suppress REM sleep for very long periods without subsequent rebound // *Current biology*. V. 28. N. 12. P. 2000-2005.e2.
10. Lyamin O.I., Siegel J.M., 2019. Sleep in Aquatic Mammals // *Handbook Behavioral Neuroscience*. V. 30. P. 375-393.
11. Kendall-Bar J.M., Williams T.M., Mukherji R., Lozano D.A., Pitman J.K., Holser R.R., Keates T., Beltran R.S., Robinson P.W., Crocker D.E., Adachi T., Lyamin O.I., Vyssotski A.L., Costa D.P., 2023. Brain activity of diving seals reveals short sleep cycles at depth // *Science*. V.

380. N. 6642. P. 260-265.

12. Lyamin O.I., Siegel J.M., 2024. Sleep: Giving it up to get it on // Current Biology. V. 34. N. 5. P. R213-R216.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Из них 3 не содержат замечаний и 4 с вопросами и замечаниями.

Отзывы без замечаний прислали:

1. Вербицкий Евгений Васильевич доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук».

2. Екимова Ирина Васильевна кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией сравнительной термофизиологии, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук».

3. Кирой Валерий Николаевич доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского технологического центра нейротехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет».

Отзывы с замечаниями и вопросами прислали:

1. Большаков Владимир Николаевич, академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории эволюционной экологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук»: «Тем не менее, у меня возникли два замечания к автореферату. Во-первых, автор неоднократно упоминает, что его исследования основаны, в том числе, на изучении ластоногих. При этом методами молекулярной генетики доказано, что эта группа полуводных млекопитающих входит в состав отряда хищных млекопитающих (Carnivora) на уровне надсемейства, включающего три семейства, и не выделена даже на уровне подотряда. Автор приводит в автореферате данные об этом, но никак не комментирует и не обосновывает необходимость использования термина «ластоногие» по отношению к этим хищным полуводным млекопитающим. Во-вторых, на страницах автореферата многократно используется аббревиатура REM от английского словосочетания REM - rapid eye movement - быстрые глазные движения (фаза парадоксального сна, характеризующаяся повышенной активностью головного мозга), которая в русскоязычной научной литературе иногда сокращенно называется БДГ (быстрые движения глаз), являясь переводом REM. Мне неясно, почему автор не использует либо англоязычный REM, либо русскоязычный БДГ, но применяет исходно англоязычный термин, записанный на основе кириллицы как REM?»

2. Калинин Александр Леонидович, кандидат медицинских наук, руководитель Центра медицины сна Университетской клиники Медицинского научно-образовательного института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»: «Несмотря на объективные трудности в проведении таких видов исследований, достоверность представленных данных не вызывает сомнений. Тем не менее, они должны интерпретироваться с осторожностью, особенно, по результатам исследований единичных особей и малых выборок».

3. Мельников Владимир Васильевич доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследований загрязнения и экологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук»: «К автореферату есть замечание: Основные положения, выносимые на защиту, в целом, соответствуют выводам, но носят общий характер и слишком размыты».

4. Полевая Софья Александровна доцент, доктор биологических наук, заведующая кафедрой психофизиологии факультета социальных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского» и Парин Сергей Борисович доцент, доктор биологических наук профессор кафедры психофизиологии факультета социальных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского»: «Несмотря на общую, чрезвычайно высокую, оценку работы, в ходе знакомства с авторефератом и диссертацией возникло несущественное замечание: - соискатель вполне оправданно использует термин «парадоксальный сон», но когда подменяет его понятием «РЕМ-сон», возникает диссонанс: REM, как прекрасно знает соискатель, - rapid eye movement, но по-русски «РЕМ» - примерно то же самое, что и обозначение недостаточно дружественной нам страны аббревиатурой «УСА»; если это так уж необходимо, логичнее, использовать «БДГ- фаза». Естественно, это замечание ни в коей мере не снижает общей, очень высокой оценки диссертационной работы».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований с использованием широкого спектра электрофизиологических, поведенческих, нейрохимических и других методов проведено комплексное изучение сна у 15 видов водных и полуводных млекопитающих. Сформулированы оригинальные положения и гипотезы, имеющие важное значение для понимания природы, механизмов и эволюции сна, его стадий как одного из двух базовых состояний всех живых существ.

Предложена и обоснована оригинальная научная концепция однополушарного сна как состояния, в котором "бодрствующее" полушарие выполняет функции бодрствования, включая мультисенсорный анализ информации, поддержание бдительности и двигательной активности.

Теоретическая значимость исследования заключается в получении новых данных о природе и нейрохимических механизмах однополушарного сна — одной из самых необычных известных форм сна, характерной для китообразных и ластоногих. Экспериментально подтверждены две гипотезы о его функциях. Проведен анализ возможных поведенческих признаков REM-сна у китообразных, результаты которого указывают на существование у них коротких эпизодов этого состояния в измененном виде, а также на изменения структуры сна у полуводных млекопитающих при переходе с суши в воду. Эти данные расширяют представления о пластичности сна, его зависимости от внешних факторов и о сне как состоянии адаптивной неподвижности. В работе сформулированы поведенческие признаки сна китообразных и ластоногих, предоставляющие новые возможности для классификации и интерпретации их поведения; сформулированы представления о двух способах сна в воде у млекопитающих и роли экологических факторов (температуры среды и хищников) в формировании ключевых параметров их сна. Показана важная роль

сокращения сна в периоды миграций и размножения, высокая устойчивость мигрирующих видов морских млекопитающих к дефициту сна.

Практическая значимость результатов заключается в том, что они подчеркивают необходимость изучения механизмов уникального сна морских млекопитающих для понимания измененных состояний, расстройств и патологий сна у человека, включая нарушение дыхания во сне, двигательные расстройства, инсомнию, дисфункции REM-сна, парасомнию и др. Исследование адаптационных механизмов сна у водных млекопитающих может способствовать разработке новых подходов к лечению нарушений сна. Кроме того, анализ особенностей их сна позволит понять механизмы регуляции сна и его пластичность в экстремальных условиях. Полученные данные также важны для создания оптимальных условий содержания животных вне их естественной среды обитания (в частности, в океанариумах).

Оценка достоверности результатов исследования подтвердила научную обоснованность и надежность положений и выводов работы, основанных на большом объеме экспериментальных данных, полученных как в лабораторных условиях, так и в природе. Достоверность подтверждается детальным анализом имеющихся литературных данных, применением адекватных методов статистической обработки и критической оценкой полученных результатов.

Положения и выводы диссертационной работы основаны на обобщении данных о сне у широкого спектра видов млекопитающих, включая все основные таксоны, в которых есть такие виды (китообразные, ушастые и настоящие тюлени, моржи, сиреновые, куны и гиппопотамовые). В исследовании использован большой набор современных методов сбора и анализа экспериментальных данных, включая портативные регистраторы электрофизиологических параметров, спектральный анализ ЭЭГ, жидкостную хроматографию, когнитивно-психофизиологические тесты, а также методы депривации сна.

Личный вклад соискателя заключается в его непосредственном участии на всех этапах подготовки диссертации, включая планирование исследований, сбор биологического материала, получение экспериментальных данных, анализ и интерпретацию результатов, а также написание публикаций по итогам выполненной работы.

Диссертация раскрывает ключевые аспекты поставленной цели и научных задач и демонстрирует широкий спектр физиологических и поведенческих адаптаций водных млекопитающих к полностью водному или полуводному образу жизни, подчеркивая определяющую роль среды в их формировании.

Работа соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается четко прослеживаемой идейной линией, концептуальной целостностью и взаимосвязанностью выводов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания и заданы вопросы:

Дмитрий Геннадьевич Замолодчиков, д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, член совета: 1. У настоящих тюленей нет однополушарного сна? 2. Почему? Однополушарный сон вроде бы очень адаптивное приспособление. 3. А вот морские черепахи? Я понимаю, что это не млекопитающие. У них, видимо, нет проблемы с терморегуляцией потому, что они живут в тёплых водах. Они

являются пойкилотермными животными. У них какие основные паттерны сна?

Владимир Олегович Клишин, ведущий инженер лаборатории сенсорных систем позвоночных ИПЭЭ РАН: насчет усатых китов. Достаточно мало было исследований. Можно сказать, что у них есть однополушарный сон?

Константин Александрович Роговин, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории популяционной экологии ИПЭЭ РАН, член совета: 1. какие-то птицы обладают способностью к однополушарному сну. Кто это? 2. может быть, асимметрия характерна для водоплавающих птиц?

Сергей Павлович Харитонов д.б.н., главный научный сотрудник Научно-информационного центра кольцевания птиц ИПЭЭ РАН, член совета: а у пингвинов проводили исследования?

Наталья Юрьевна Феоктистова, д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории сравнительной этологии и биокommunikации ИПЭЭ РАН, член совета: у вас есть позиция - эволюция однополушарного сна. Вот что-то на эту тему вы можете сказать?

Аркадий Борисович Савинецкий, д.б.н., заведующий лабораторией исторической экологии ИПЭЭ РАН член совета: вы наверняка читаете всю литературу, посвященную сну. Известно ли вам, выявлены ли гены, которые ответственны за сон морских млекопитающих?

Ильдар Динарович Шамсиев, лаборант лаборатории сенсорных систем ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН: есть какие-то данные о структуре сна при социальном содержании, когда животных несколько? Насколько я знаю, многие морские млекопитающие не одиночные, живут большими группами.

Николай Александрович Щипанов, д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории популяционной экологии ИПЭЭ РАН, член совета: 1. фенотипы сна, которые вы рассматривали, они какую-нибудь связь с таксонами крупными имеют или нет, например, ушастый тюлени, настоящие тюлени? У всех настоящих тюленей будет другой фенотип сна? 2. все же хотел уточнить фенотип сна определяется физиологией или генетикой, систематическим положением?

Владимир Борисович Дорохов, д.б.н., заведующий лабораторией нейробиологии сна и бодрствования ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, введенный член совета: 1. в начале вы упомянули, что есть 2 типа сна: активный и пассивный. Ваше мнение? Он активный или пассивный вот на примере этих животных? 2. вы начали доклад, что есть два типа сна. 3. две группы гипотез. Есть сон, когда когнитивные функции поддерживаются... 4. так сон – это активный или пассивный процесс?

Алексей Леонидович Калинин, к.м.н., руководитель центра медицины сна университетской клиники Медицинского научно-образовательного института МГУ им. М.В. Ломоносова: я не слышал среди факторов, который определяют параметры сна, гравитацию. Вы что-то слышали об этом?

Соискатель О.И. Лямин ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и замечания:

На вопросы Д.Г. Замолодчикова: 1. Ни у одного из исследованных представителей настоящих тюленей, а только мы исследовали 5 видов, еще и коллеги исследовали, не было признаков однополушарного сна. 2. Однополушарный сон связан как минимум с поддержанием двигательной активности, а настоящим тюленям не нужно поддерживать двигательную активность. Они заныривают неподвижно, опускаются, сколько могут и когда

настанет время просыпаются и всплывают к поверхности воды. Вторая функция однополушарного сна – поддержание бдительности. Настоящие тюлени заныривают глубоко, где нет хищников. Считается, что косатки активны в эшелоне 50-100 метров. Тюлени ныряют на 400 и на 500 м. Поэтому у них такой способ решить проблему безопасности: занырнуть глубоко. Их важнейшая адаптация - задерживать дыхание на длительное время. Это может быть и час, и больше. 3. Во-первых, у них сон совсем другой. Да, это сон. Его можно назвать сном или сноподобным состоянием. Это уже вопрос для дискуссии. Это совершенно другая тема. Если честно, то я вам ничего не могу сказать. Я не знаю, как они спят в океане. Они тоже мигрируют и очень далеко. Хотя я занимался черепахам. Но это были другие, сухопутные.

На вопрос В.О. Клишина: что касается фенотипов сна, то они у усатых китов такие же, как у косаток. Как у крупных зубатых китов, как у белухи... Киты могут отдыхать на дне. У нас действительно была уникальная возможность. Это был второй случай, когда серый кит содержался какое-то время (около года) в океанариуме, потом его выпустили. Была возможность провести наблюдения. Этот кит спал, как спят косатки: либо зависая у поверхности воды, либо опускаясь на дно бассейна. У этого кита (детёныша, которому был год) действительно были эпизоды, я говорил об этом и была картинка, асимметричного состояния глаза во время покоя. Мы считаем, что это один из признаков однополярного сна. Можно предположить, что у них есть однополушарный сон. Но это было единственное животное.

На вопросы К.А. Роговина: 1. это очень интересная история. Считается, часто пишут именно так, что однополушарный сон у китообразных такой же, как у птиц. Действительно, эпизоды, которые мы называем межполушарной асимметрией ЭЭГ в медленноволновом сне регистрируются у некоторых видов птиц. Это короткие эпизоды. Самая известная работа была сделана на селезнях. У них эпизоды асимметрии ЭЭГ длятся от нескольких до десятков секунд. У селезней, как у дельфинов, как у морских котиков и у моржей. Кстати, у моржа тоже есть эпизоды однополушарного сна и асимметричного сна, хотя мы проводили исследования на одном животном. У моржа есть эпизоды асимметричного состояния и при этом такая же корреляция с бодрствующим / спящим полушарием. При этом у них скорее всего совсем другая нейроанатомическая основа. Я имею в виду, ситуацию с мозолистым телом и перекрестом зрительного нерва на уровне хиазмы. Морской котик – представитель хищных. Еще есть несколько видов птиц, например, чайки. Также у больших фрегатов, когда они парят, регистрируются эпизоды однополушарного сна. При этом бодрствующее полушарие противоположно стороне вращения. Гипотеза состоит в том, что, на основании установленных нами корреляций у китообразных и морских котиков, исходя из асимметрии в ЭЭГ, фрегаты направляют открытый глаз в сторону вращения. Этот глаз никто не видел, но есть полное право на такую гипотезу. При этом у многих птиц асимметрий нет вообще никакой. У ушастых тюленей, как мы считаем, она есть у всех видов. У всех исследованных она есть. У птиц – ситуация совсем не понятная. 2. нет, не только для водоплавающих птиц.

На вопрос. С.П. Харитонов: да, в прошлом году вышла статья. У пингвинов тоже регистрируются эпизоды асимметрии ЭЭГ, но ещё раз скажу мое мнение – это не однополушарный сон. Это эпизоды межполушарной асимметрии ЭЭГ, которые нужно рассматривать. Они длятся секунды. Тем не менее ситуация сложилась так, что это уж неважно. Есть асимметрия в ЭЭГ – значит однополушарный сон.

На вопрос Н.Ю. Феоктистовой: важно, что однополушарный сон есть у представителей разных таксономических групп: у хищных, у китообразных и у птиц. То есть

эта форма сна появлялась в эволюции в разное время. Также признаки однополушарного сна есть у ламантина. У моржа такого сна очень мало. Возможно, они этим уже и не пользуются. Во всех случаях однополушарный сон выполняет одну универсальную функцию - поддержание бдительности в первую очередь зрительной. Мы также допускаем мультисенсорный анализ информации и другие функции.

На вопрос А.Б. Савинецкого: да, было несколько статей, но я не смогу сказать конкретно. В одной публикации использовался модельный подход, но не было контроля. Мне не очень понятен подход, который использовался.

На вопрос И.Д. Шамсиева: что касается социальных аспектов сна. Я говорил об этом. Это когда матери афалины и косатки спят вместе с детёнышами во время непрерывного плавания, а белобокие дельфины – медленного плавания в эшелоне. Дельфины меняют положение в группе и у них меняется состояние глаз. Другая группа данных – предпочтение у афалин с кем вместе рядом спать, а с кем быть в период активности. Они образуют временные пары для сна и активности. У нас есть публикация, хотя сегодня я об этом не рассказывал. Морские котики в море держатся обособленно. Детеныш калана какое-то время спит на груди у матери или позже рядом с ней. Если есть более конкретный вопрос есть, то я готов ответить.

На вопросы Н.А. Щипанова: у ушастых и настоящих тюленей принципиально разные фенотипы. Ушастые тюлени спят на поверхности воды, если заныряют – не глубоко и ненадолго. Этому препятствует способ терморегуляции, и они не могут надолго задерживать дыхание. Настоящие могут заныривать надолго и спать на глубине. Это два разных фенотипа. У китообразных немножко по-другому. Они все могут спать во время движения, когда это нужно. Они это не всегда делают. Что касается мелких китообразных, они не могут остановиться. У них удельная плотность высокая, масса маленькая. Им сложно поддерживать своё положение на поверхности воды, в отличие от усатых китов, которым волны не очень и страшны. Детеныши китообразных мерзнут, они практически голыми рождаются. 2. очень хороший пример - калан и морской котик. В этом случае поведение определяется особенностями физиологии. У них одинаковые способ терморегуляции, регулярное дыхание. Как ныряльщиков их не сравнить с настоящими тюленями. Еще раз: способ терморегуляции и задержки дыхания, а также способность контролировать во время сна пространство определяют тип сна. В других случаях имеет значение таксономическое положение.

На вопросы В.Б. Дорохова: 1. а что значит активный и пассивный? 2. медленный сон и быстрый сон. Две дифференцированные стадии сна. 3. да, две основные группы гипотез о функции сна. Сон как восстановительный процесс. В общем случае восстанавливаются функции, которые истощились во время бодрствования. Вторая теория, становится все более популярной, объясняет многие аспекты сна. 4. Сон как способ регуляции поведения – это активный процесс. Регулятор поведения. Если считать, что сон помогает экономить энергию, то тогда, наверное, сон — это скорее пассивное состояние. Если же сокращение сна освобождает время для бодрствования, как у слонов, когда они ходят в поисках корма и 2 дня не спят, или у морских слонов в период миграций – то тогда это скорее активный процесс. Сокращение сна освобождает время для кормления. Это тоже активная роль сна, который приоритизирует поведение актуальное и важное на данный момент времени. Да, я понял. Мозг контролирует открытый глаз. В одном эксперименте закрывали дельфинам глаз. Это не приводило к развитию однополушарного сна в полушарии, противоположно закрытому глазу. То есть, да, действительно мозг в данном случае был активным началом.

На вопрос А.Л. Калинкина: если говорить в контексте гипотез о функции сна, то я бы

отнес эту гипотезу к разряду экзотических. Я честно скажу, я не интересовался этой гипотезой. Я знаю, что она существует, но, по существу, я не смогу ничего сказать, извините.

На заседании 18 февраля 2025 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям для диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 и принял решение за постановку и выполнение научной задачи, имеющей значение для развития научных представлений о нейрохимических механизмах однополушарного сна — одной из самых необычных известных форм сна, характерной для китообразных и ластоногих, о его функциях и адаптивных особенностях присудить Лямину Олегу Ириковичу ученую степень доктора биологических наук по специальностям 1.5.12 – «зоология» и 1.5.5 – «физиология человека и животных» (биологические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек (22 человека, входящих в состав совет 24.1.109.01, при утвержденной численности совета 30 человек, и 4 человека, введенных для проведения разовой защиты, итого полный состав совета для разовой защиты – 34 человека), присутствовавших на заседании, из них 8 докторов наук по специальности защищаемой диссертации «зоология» – 1.5.12 и 4 доктора наук по специальности защищаемой диссертации «физиология человека и животных» - 1.5.5, проголосовали: «за» присуждение учёной степени – 26 человек, «против» присуждения учёной степени – 0, недействительных бюллетеней нет.

И.о. председателя совета
д.б.н., профессор РАН

К.Б. Гонгальский

Ученый секретарь совета
к.б.н.

Е.А. Кацман

18 февраля 2025 г.

М П