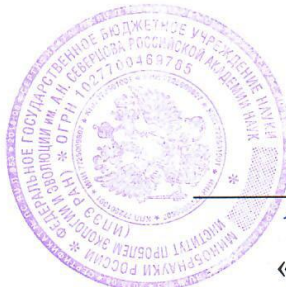


**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова
Российской академии наук**



Утверждаю.
Директор ИПЭЭ РАН


Найденко С.В.

« 30 » апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы молекулярной диагностики в биологии»

(наименование дисциплины)

**Группа специальностей:
1.5 Биологические науки**

Специальности:

«Зоология», «Энтомология», «Ихтиология», «Экология», «Гидробиология»,
«Паразитология»

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Москва, 2026 г.

Аннотация

реализуется в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН) по группе специальностей «Биологические науки».

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: учебники, монографические издания, публикации, материалы конференций, симпозиумов, семинаров, интернет-ресурсы. Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 72 академических часа (2 зачетных единицы). Дисциплина реализуется на 1 году обучения. Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой. Промежуточная оценка знания осуществляется в форме зачета.

Цель дисциплины: овладение методологическими основами и инструментарием молекулярной диагностики в зоологии.

В результате изучения дисциплины «Методы молекулярной диагностики в биологии» аспирант должен достичь следующих результатов:

Знать:

- основные принципы использования молекулярных методов в зоологии, базовые подходы к пониманию основ филогеографии, решению практических вопросов применения адекватных лабораторных и статистических методов молекулярной биологии в зоологических исследованиях;

Уметь:

- собирать, анализировать и интерпретировать современную научную отечественную и международную литературу по различным разделам зоологии, включающую результаты, полученные молекулярно-генетическими методами;

Владеть:

- современными методами молекулярно-генетического анализа, обработки результатов с помощью современных программ и информационных серверов, таких как NCBI, при решении зоологических и экологических проблем;
- навыками анализа и оценки собственных результатов и современных научных достижений при применении молекулярно-генетических методов при решении различных зоологических задач.

Структура дисциплины:

Вид занятий	Количество часов
Лекции	18
Лабораторно-практические занятия	18
Самостоятельная работа	34
Зачет	2
ИТОГО	72

Содержание дисциплины:

№	Наименование темы (раздела)	Краткое содержание темы (раздела)	Объем темы (раздела), ак.ч.
1	Общий обзор наиболее популярных методов современной молекулярной диагностики и их применения в зоологии, экологии и других направлениях классической биологии.	Дается общая характеристика наиболее часто применяемых молекулярных методов, используемых для описания биологического разнообразия на разных уровнях организации, в систематике, филогеографии, экологии, этологии, природоохранной биологии и др.	5
2	История внедрения молекулярных методов в зоологию и другие классические направления биологии	Аллозимный анализ (электрофорез белков). ДНК-анализ. Открытие и оптимизация полимеразной реакции (ПЦР). Различные молекулярные маркеры и методы изучения полиморфизма митохондриальной и ядерной ДНК (рестрикционный анализ, секвенирование, фрагментный анализ, полногеномный анализ и др.).	6
3	Механизмы эволюционных изменений, видообразование. Молекулярная диагностика таксонов разного уровня.	Мутационный процесс, селективно-нейтральные и функционально-значимые мутации. Панмиксия, закон Харди-Вайнберга, эффективная численность популяций, изолированные популяции, дрейф генов, эффект основателя, «бутылочное горлышко», естественный отбор, гибридизация.	5
4	Использование микросателлитного анализа в популяционных исследованиях.	Использование микросателлитного анализа в популяционных исследованиях. Примеры.	6

5	Генетическое разнообразие организмов, популяций, видов. Методы и подходы его изучения.	Необходимость изучения генетического разнообразия особей, популяций, видов. Методы и подходы его изучения: полиморфизм митохондриальной и ядерной ДНК.	6
6	Природоохранная генетика.	Инбридинг и инбредная депрессия – причины и способы оценки. Утрата популяциями адаптивного потенциала. Фрагментация ареала и метапопуляции – влияние на популяционно-генетическую структуру. Аутбредная депрессия, ее причины и последствия.	6
7	Инвазийные организмы: молекулярные методы выявления и характеристики.	Инвазийные организмы: молекулярные методы выявления и характеристики. Примеры из разных групп организмов.	6
8	Молекулярные методы в управлении популяциями редких и ресурсных видов.	Молекулярные методы в управлении популяциями редких и ресурсных видов. Реинтродукция, выбор донорских популяций при восстановлении малочисленных популяций. Поддержание генетического разнообразия в восстанавливаемых популяциях.	6
9	Молекулярные подходы для видовой, подвидовой, популяционной и индивидуальной идентификации. Теоретическое и практическое значение.	Молекулярные подходы для видовой, подвидовой, популяционной и индивидуальной идентификации. Теоретическое и практическое значение. Криптические виды, выявление морфологических конвергенций, мигрантных особей, природная и искусственная гибридизация. Примеры для позвоночных животных. Оценка численности редких видов молекулярными неинавазийными методами. Применение данных подходов в судебно-экспертной деятельности.	6
10	Филогеография. История формирования нового направления исторической биогеографии, задачи, основные молекулярные маркеры.	Филогеография. История формирования нового направления исторической биогеографии, задачи, основные молекулярные маркеры – мтДНК, фрагменты половых хромосом и др. Гаплотипы, дендрограммы и сети гаплотипов. Разные типы филогеографических паттернов, примеры.	6
11	Анализ древней ДНК – методы и подходы. Значение результатов для понимания	Анализ древней ДНК – методы и подходы. Значение результатов для понимания фундаментальных основ эволюции организмов и экосистем.	6

	фундаментальных основ эволюции организмов и экосистем.		
12	Компьютерные методы анализа молекулярно-генетических данных. Важнейшие программы.	Компьютерные методы анализа молекулярно-генетических данных. Важнейшие программы для популяционно-генетического и филогенетического анализа.	6
			70
	Зачет		2

Образовательные технологии

Лекции, семинары, практические занятия, написание рефератов, подготовка презентаций и выступлений.

Текущая и промежуточная аттестация.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме решения практических задач на приборах. Объектами оценивания выступают: активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий; степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими навыками по всем видам учебной работы, проводимым в рамках практических занятий и самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в форме зачета. Аспирант допускается к зачету в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется по система зачтено/не зачтено.

На зачете предлагается ответить на два вопроса из нижеприведенного списка.

Вопросы для зачета:

1. Наиболее популярных методов современной молекулярной диагностики и их применения в зоологии, экологии и других направлениях классической биологии.
2. История внедрения молекулярных методов в зоологию и другие классические направления биологии.
3. Мутационный процесс, селективно-нейтральные и функционально-значимые мутации.
4. Митохондриальная ДНК, методы анализа. Структура ДНК, устройство митохондриальной ДНК, контрольный регион и кодирующие участки мтДНК, генетические анализаторы, методы секвенирования.
5. Ядерная ДНК, методы анализа. Устройство ядерной ДНК, микросателлиты, фрагментный анализ.
6. Панмиксия, закон Харди-Вайнберга, эффективная численность популяций, изолированные популяции, дрейф генов, эффект основателя, «бутылочное горлышко».
7. Молекулярные маркеры для выявления естественный отбор, гибридизация.
8. Использование микросателлитного анализа в популяционных исследованиях. Примеры.
9. Генетическое разнообразие организмов, популяций, видов. Методы и подходы его изучения.

10. Инбридинг и инбредная депрессия – причины и способы оценки. Утрата популяциями адаптивного потенциала.
11. Фрагментация ареала и метапопуляции – влияние на популяционно-генетическую структуру.
12. Аутбредная депрессия, ее причины и последствия.
13. Инвазийные организмы: молекулярные методы выявления и характеристики. Примеры из разных групп организмов.
14. Молекулярные методы в управлении популяциями редких и ресурсных видов. Реинтродукция, выбор донорских популяций при восстановлении малочисленных популяций. Поддержание генетического разнообразия в восстанавливаемых популяциях.
15. Филогеография. История формирования нового направления исторической биогеографии, задачи, основные молекулярные маркеры – мтДНК, фрагменты половых хромосом и др.
16. Методы анализа ДНК в филогеографии. Филогеография, способы выравнивания последовательностей, графическое представление распределения генеалогических линий митохондриальной ДНК.
17. Гаплотипы, дендрограммы и сети гаплотипов. Разные типы филогеографических паттернов, примеры.
18. Филогеография оседлых и мигрирующих видов млекопитающих, связь с экологией и географической структурой исторических и современных ареалов.
19. Видовая идентификация животных. Фрагменты ДНК, пригодные для видовой идентификации, баркодинг.
20. Анализ древней ДНК – методы и подходы. Значение результатов для понимания фундаментальных основ эволюции организмов и экосистем, примеры.
21. Индивидуальная идентификация животных. Фрагменты ДНК, используемые для индивидуальной идентификации, Вероятность идентичности.
22. Выявление гибридных особей, интрогрессия митохондриальной ДНК. Молекулярные основы гибридизации, молекулярные маркеры, способные ее выявить, отдаленные последствия гибридизации, интрогрессия мтДНК.
23. Методы анализа генетического полиморфизма. Генетическая изменчивость, нуклеотидное разнообразие, гаплотипическое разнообразие, компьютерные программы анализа последовательностей ДНК.
24. . Компьютерные методы анализа молекулярно-генетических данных. Важнейшие программы для популяционно-генетического и филогенетического анализа.
25. Сравнительный анализ популяционно-генетической структуры популяций. Генетическая структура популяций, методы ее выявления и оценки, особенности величины F_{st} и способы ее подсчета.
26. Молекулярная филогения отдельных групп животных. Молекулярная филогения и систематика млекопитающих, особенности анализа, основанные на одном или нескольких молекулярных маркерах.

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
Не зачтено	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области молекулярной диагностики в биологии. Не информирован или слабо разбирается в проблемах и/или не в состоянии наметить пути их решения.
	Аспирант при ответе демонстрирует знания только основного материала в области молекулярной диагностики в биологии, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает логическую последовательность в изложении. Фрагментарно разбирается в проблемах, и не

	всегда в состоянии наметить пути их решения. Владеет отдельными методами молекулярной диагностики в биологии.
зачтено	Поступающий при ответе демонстрирует хорошее владение и использование знаний в области молекулярной диагностики в биологии, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно трактует теоретические положения. Достаточно уверенно разбирается в проблемах, но не всегда в состоянии наметить пути их решения. Владеет основными методами молекулярной диагностики в биологии.
	Поступающий при ответе демонстрирует глубокое и прочное владение и использование знаний в области молекулярной диагностики в биологии, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение. Владеет большинством современных методов молекулярной диагностики в биологии.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. М. ИКЦ Академкнига. 2003. 431с.
2. Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А., Омельченко В. Т. Популяционная генетика лососевых рыб. М. Наука. 1997. 288с.
3. Кайданов Л.З., Генетика популяций. М. «Высшая школа».1996. 350 с.
4. Лукашов В.В., 2009. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. М. «Бином», 256с.
5. Allendorf F. W., Luikart G. Conservation and Genetics of populations. Blackwell Publishing. Oxford. UK. 2006. 642 p. (можно приобрести через amazon)
6. Avise J. C. Phylogeography. The history and formation of species. Harvard Univ. Press. Cambridge. London. 2000. 447 p. (можно найти эл. Версию и отправить в библиотеку).
7. Леск А. Введение в биоинформатику. М.: Бином. 2013. 318 с. (можно купить на биофаке МГУ)
8. NGS высокопроизводительное секвенирование. М.: Бином, Лаборатория знаний. 2014. 232 с. (можно купить на биофаке МГУ)

Базовые журналы:

1. Генетика
2. Общая биология
3. Известия РАН
4. Успехи современной биологии
5. Журнал общей биологии
6. Molecular Ecology
7. Conservation genetics
8. Heredity
9. Зоологический журнал

Библиотечные и Интернет-ресурсы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность (количество точек доступа)
1	http://www.nature.com/nature	Nature	64

2	http://www.nature.com/methods	Nature Methods	64
3	http://www.webofknowledge.com	Web of Science. Библиографическая база данных	64
4	http://www.sciencedirect.com/science	ScienceDirect. База журналов издательства Elsevier	64
5	http://www.elsevier.com	Elsevier Поисковая система публикаций	64
6	http://www.springerlink.com	SpringerLink. База журналов издательства Springer	64
7	http://www.springer.com	Springer Поисковая система публикаций	64
8	http://www.annualreviews.org	Annual Reviews. База	64
9	http://onlinelibrary.wiley.com/	Wiley Электронная библиотека	64
10	http://online.sagepub.com/	Sage Journals	64
11	http://www.annualreviews.org/	Annual Reviews Sciences Collection	64
12	http://www.sciencemag.org/journals	Science/AAAS	64
13	http://www.ncbi	Pubmed	64

Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В профильных лабораториях ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН имеется следующее оборудование: автоматический генетический анализатор (система капиллярного электрофореза) AB 3130, ABI PRISM 310, AB 3500. Термоциклер Bio-Rad PTC-240 DNA Tetrad-2, термоциклер Applied Biosystems 2720, термоциклеры Biometra T-personal, термоциклеры «Терцик» (ДНК-технология), спектрофотометр Nano Drop 8000, центрифуги Eppendorf: 5424, 5434, mini-spin, система автоматического выделения нуклеиновых кислот King Fisher Flex, ПЦР-боксы (ДНК-технология), автоматические электронные пипетки Biohit eline.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Библиотечные и Интернет-ресурсы, консультации с ведущими специалистами Института, работа в общеинститутских блоках.

Язык преподавания: русский.

Автор программы: д.б.н. Холодова М.В.

Преподаватель: П.А. Сорокин

Согласовано:

Зам. директора ИПЭЭ РАН по научной работе

А.В. Суров

Зав. аспирантурой

Е.С. Шварц