



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования


«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП «Биология»


(подпись) Зюмченко Н.Е.
«13» 09 2021 г. (Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. заведующего кафедрой
клеточной биологии и генетики
(подпись) Н.Е. Зюмченко
«13» 09 2021 г. (Ф.И.О. зав. каф.)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА»**

Направление подготовки — 06.03.01 «Биология»

Форма подготовки очная

Курс 4, семестр 7
лекции – 18 час.
практические занятия – 16 час.
лабораторные работы - нет.
в том числе с использованием МАО - нет.
в том числе в электронной форме - нет.
всего часов аудиторной нагрузки - 34 час.
в том числе с использованием МАО - нет.
в том числе контролируемая самостоятельная работа - нет.
в том числе в электронной форме - нет.
самостоятельная работа - 74 час.
в том числе на подготовку к экзамену – 36 час.
курсовая работа / курсовой проект - нет.
экзамен - 7 семестр
зачет – нет

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 06.03.01 Биология утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 августа 2020 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании Кафедры клеточной биологии и генетики протокол № 01 от 13.09.2021 г.

и.о. заведующего кафедрой – доцент Н.Е. Зюмченко.
Составитель: ст. препод. Е.И. Бондарь.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол № от 20....г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол № от 20....г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цель спецкурса – дать студентам представление о целях и задачах экологической генетики, научить свободно оперировать основными терминами и понятиями, используемыми в молекулярной генетике, экологии и теории эволюции.

Задачи:

1. Рассмотреть основные методы, применяемые в экологической генетике.
2. Дать представление о современных исследованиях в области изучения структуры и функционирования популяций.
3. Научить ставить цели и задачи при исследовании и находить оптимальные пути для их решения с применением современных молекулярных методов.

В связи с тем, что экологическая генетика находится на стыке генетики и экологии и изучает влияние экологических факторов на генетический материал, особенно важно дать представление о современных молекулярно-генетических методах исследования и научить выявлять сильные и слабые стороны этих методов, для решения каких задач они могут быть использованы. Для изучения спецкурса необходимо предварительное усвоение таких базовых дисциплин, как генетика и селекция, биохимия и молекулярная биология, общая экология.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
проектный	ПК-7 Способность применять достижения	ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных

	и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	областей знания
		ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач
		ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	Знает: как правильно применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач
	Умеет: применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач
	Владеет: навыками применения достижений и методов различных областей знания для решения научных задач
ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач	Знает: основные достижения и методы различных областей знания, необходимые для решения конкретных научных и практических задач
	Умеет: применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения собственных научных и практических задач
	Владеет: навыками использования достижений и методов различных областей знания и междисциплинарного подхода для решения собственных научных и практических задач
ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач
	Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях
	Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Экологическая генетика» применяются следующие **методы активного/интерактивного обучения:**

Лекционные занятия:

1. Лекция-визуализация;
2. Лекция-беседа.

Практические занятия:

1. Семинар-коллоквиум-диспут.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (18 ч)

Введение (1 ч)

Основные понятия и методы экологической генетики. Задачи экологической генетики. История развития экологической генетики как науки. Понятие молекулярного маркера.

Тема 1. Основные понятия экологической генетики (1 ч)

Структура нуклеиновых кислот и белков. Генетический код и экспрессия генов. Центральная догма молекулярной биологии. Некодирующая ДНК. Функциональная (кодирующая) ДНК. Плазмиды и мобильные генетические элементы. Понятие мутации.

Тема 2. Основы популяционной генетики (1 ч)

Понятие вида и популяции. Закон Харди-Вайнберга. Понятия общего и эффективного размера популяции. Структура популяции (метапопуляции, популяционная подразделенность, модели популяционной структуры). Генетическая изменчивость. Поток генов и идентификация мигрантов.

Тема 3. Основы молекулярной эволюции (1 ч)

Естественный отбор. Дрейф генов. Эффект основателя и горлышко бутылки, принципы определения. Теория нейтральности. Дивергенция и полиморфизм. Теория молекулярных часов. Основные тесты молекулярной эволюции. Понятие гетерозиготности.

Тема 4. Основные методы экологической генетики (1 ч)

Нейтральные маркеры: мтДНК, микросателлиты, аллозимные локусы. ПЦР и секвенирование ДНК. RAPD, AFLP, SNP. Современные методы исследований. Генетическое картирование.

Тема 5. Эволюция количественных признаков и адаптации (1 ч)

Нейтральные маркеры, которые не нейтральны. Частные случаи отсутствия нейтральности. Гетерозиготность и приспособленность. Сравнение адаптационной и нейтральной изменчивости. Изменчивость в локусе. Количественные признаки и адаптивная изменчивость.

Тема 6. Филогения и филогеография (1 ч)

Задачи и методы. Понятие популяционной дивергенции. Поток генов. Генетическая изменчивость в пространстве. Генетическая изменчивость во времени. Филогеография и коэволюция. Основные статистические методы. Прикладная филогеография.

Тема 7. Экология поведения (2 ч)

Половой диморфизм и проблема пола. От моногамии к промискуитету - структура половых взаимоотношений. Половой диморфизм. Сдвиги в соотношении полов в потомстве. Половое поведение самок. Кооперативное размножение и паразитизм. Пищевое поведение и распределение по территории. Видообразование, опосредованное поведением.

Тема 8. Сохранение биоразнообразия (2 ч)

Молекулярная генетика и сохранение разнообразия. Генетическое разнообразие как ключ к сохранению биоразнообразия. Инбридинг и генетический груз. Аутбредная депрессия. Генетические методы в природоохране (примеры).

Тема 9. Генетический менеджмент диких, природных и реинтродуцированных популяций (2 ч)

Индивидуальная идентификация и семейное родство. Использование генетического фингерпринтинга для определения родства. Родословные. Сукцессии. Гибриды и гибридные зоны.

Тема 10. Экология микроорганизмов и метагеномный анализ (4 ч)

Роль микробных сообществ в природе. Проблема идентификации видов. Популяционная динамика и структура микробных сообществ. Метагеномный анализ: принципы и подходы. Проблемы изучения микробных сообществ. Вирусы.

Тема 11. Человек и среда (2 ч)

Генетически модифицированные организмы. Проблемы и перспективы. Экологические риски использования ГМО. Социальные аспекты использования ГМО. Горизонтальный перенос генов. Инвазии. Искусственная фрагментация ареала.

Тема 12. Проблемы и перспективы экологической генетики (2 ч)

Проблемы и перспективы исследований. Постановка задачи исследования. Гипотеза. Выбор генетического маркера. Основные методы тестирования гипотезы (анализ результатов).

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (16 ч)

Занятие 1. Молекулярная биология (2 ч)

- Кодирующая ДНК (рибосомальная ДНК, ядерные структурные (белок-кодирующие) гены, митохондриальная ДНК, хлоропластная ДНК).
- Мутации (соматические мутации, мутации зародышевой линии, точечные мутации ДНК, другие виды мутаций).
- Эволюция и частота мутаций.
- Плазмиды и генетические манипуляции в молекулярной экологии.

Занятие 2. Практические аспекты экологической генетики (2 ч)

- Сбор проб и обработка образцов.
- Белковые методы.
- Иммунологические методы.
- ДНК методы.
- Использование маркеров исходя из проблемы исследования.

Занятие 3. Аналитические методы в экологической генетики (2 ч)

- Идентификация особей и семейных отношений.
- Соотнесение особи и популяции.
- Популяционное разнообразие и структура.
- Филогеография.

Занятие 4. Экология поведения; часть 1 Взаимоотношение полов (2 ч)

- Идентификация пола.
- Определение неизвестные системы спаривания.

- Репродуктивный успех самцов и самок.
- Хранение спермы.
- Выбор партнера и МНС.
- Конфликт полов.

Занятие 5. Экология поведения; часть 2 (2 ч)

- Пищевое поведение.
- Распределение по территории.
- Паразитизм (Внутри- и межвидовой).
- Кооперация.
- Тактики обмана.

Занятие 6. Популяционная генетика (1 ч)

- Вычисление основных показателей популяции (гетерозиготность, эффективный размер популяции, частота аллелей).
- Статистические тесты популяционной подразделенности.
- Тест максимального правдоподобия при оценке темпов миграции.
- Генетические тесты «горлышка бутылки».
- Анализ состояния популяции.

Занятие 7. Экология микроорганизмов (1 ч)

- Генетический профайлинг микробных сообществ.
- Альтернативы использования рибосомных генов при профайлинге.
- Новые разработки, проблемы и альтернативные подходы анализа проб.
- Микроаррей и экология микроорганизмов.
- Разделение полных геномов и вирусное разнообразие.

Занятие 8. Генетически модифицированные организмы (2 ч)

- Роль молекулярной экологии в исследовании ГМО.

- Эффект ГМО на природные сообщества.
- Перенос генов из ГМО в другие организмы.
- Эффекты новых генов на другие виды.
- Будущее исследования ГМО и молекулярные маркеры.

Занятие 9. Сохранение биоразнообразия (2 ч)

- Восстановление генетического разнообразия.
- Сохранение растений.
- Сохранение животных.
- Генетическая экспертиза диких животных.
- Важнейшие области сохранения генетического разнообразия.
- Молекулярные маркеры в сохранении биоразнообразия.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экологическая генетика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля используются следующие оценочные средства:

УО-1 – индивидуальное собеседование, в основном на экзамене;

УО-2 – семинар-коллоквиум – учебное занятие в виде коллективного собеседования и дискуссии;

ПР-1 – тесты.

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Основные понятия молекулярной генетики	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
2	Тема 2. Основы популяционной генетики	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
3	Тема 3. Основы молекулярной эволюции	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
4	Тема 4. Основные методы молекулярной экологии	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
5	Тема 5. Эволюция количественных признаков и адаптации	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
6	Тема 6. Филогения и филогеография	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
7	Тема 7. Экология поведения	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
8	Тема 8. Сохранение биоразнообразия	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
9	Тема 9. Генетический менеджмент диких, природных и реинтродуцированных	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1

	популяций				
10	Тема 10. Экология микроорганизмов и метагеномный анализ	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
11	Тема 11. Человек и среда	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
12	Тема 12. Проблемы и перспективы молекулярной экологии	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Браун Т.А. Геномы. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. – 944 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:660961&theme=FEFU>
2. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Эко-Вектор, 2016. 328 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:840896&theme=FEFU>
3. Льюин Б. Гены. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 896 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668068&theme=FEFU>
4. Мутационный процесс и экологические аспекты генетики / Ю. Н. Иванов. - Новосибирск 2016. – 450 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:826098&theme=FEFU>

5. Основы экологической генетики : учебное пособие для вузов / Ю. С. Корзинников, Е. В. Алексеева ; Бурятский государственный университет, Иркутская государственная сельскохозяйственная академия. - Улан-Удэ : Изд-во Бурятского университета, 2017. – 226 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:848182&theme=FEFU>
6. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия [Электронный ресурс] : учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с. — 978-5-379-02024-8. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/65273.html>

Дополнительная литература

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях (3-е перераб. и дополн. изд.). М.: ИКЦ Академкнига, 2003, 431с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:3548&theme=FEFU>
2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск: Сиб. Универ. Изд-во, 2007. <http://review3d.ru/zhimulev-i-f-obshhaya-i-molekulyarnaya-genetika>
3. Клаг У., Каммингс М. Основы генетики. М.: Техносфера, 2007.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:250613&theme=FEFU>
4. Свердлов Е.Д. Взгляд на жизнь через окно генома. М.: Наука. 2007. 524 с.
5. Beebe T., Rowe G. An Introduction to Molecular Ecology. New York, NY: Oxford University Press, 2004. 346 p.
6. Avise J. Molecular Markers, Natural History, and Evolution: 2nd Edition. Sinauer, Sunderland, MA. 2004. 541 p.
7. Conner J.K., Hartl D.L. A Primer of Ecological Genetics. Sinauer Associates, Inc.; Sunderland, Mass. 2004. 304p.

8. Avise J. Phylogeography: The History and Formation of Species. Harvard University Press, 2000. 447p.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:11338&theme=FEFU>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. <http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.
2. <http://molbiol.ru/> - электронный ресурс по молекулярной биологии.
3. <http://elementy.ru/> - сайт с новостями науки.
4. <http://www.whfreeman.com/Catalog/product/moderngeneticanalysis-secondedition-griffiths> Modern Genetic Analysis, Second Edition Anthony J.F. Griffiths; William M. Gelbart; Richard C. Lewontin; Jeffrey H. Miller ©2002 | Second Edition ISBN-13: 9780716743828.

**Перечень информационных технологий и
программного обеспечения**

1. При осуществлении образовательного процесса студенты используют программное обеспечение: MicrosoftOffice (Access, Excel, PowerPoint, Word и др.), электронные ресурсы сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО" доступа к образовательным ресурсам доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Экологическая генетика» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного содержания: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов.

Лекции

Лекция – основная активная форма аудиторных занятий, разъяснения основополагающих теоретических разделов биологии, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Лекция носит познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать ее рубрикацию, терминологию, ключевые слова, определения, формулы, графические схемы. Конспект является полезным, когда он пишется самим студентом. Можно разработать собственную схему сокращения слов. Название тем, параграфов можно выделять цветными маркерами.

При домашней работе с конспектом лекций необходимо использовать основной учебник и дополнительную литературу, которые рекомендованы по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

При изложении лекционного курса в качестве форм интерактивного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, лекция пресс-конференция, которые строятся на базе предшествующих знаний и в смежных дисциплинах. Для иллюстрации словесной информации применяются презентации, интерактивная доска, таблицы, схемы. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные и провоцирующие вопросы, включаются элементы дискуссии.

Лекция-визуализация. Чтение лекции сопровождается компьютерной презентацией с базовыми текстами (заголовки, формулировки, ключевые слова и термины), иллюстрациями микроскопических и ультрамикроскопических изображений клеток и тканей, рисованием схем и написанием формул на интерактивной доске, производится демонстрация наглядных таблиц и слайдов, что способствует лучшему восприятию излагаемого материала. Лекция - визуализации требует определенных навыков – словесное изложение материала должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем, таблиц, слайдов, позволяет формировать проблемные вопросы и способствует развитию профессионального мышления будущих специалистов.

Лекция-беседа – «диалог с аудиторией» – является распространенной формой интерактивного обучения и позволяет непосредственно вовлекать студентов в учебный процесс, так как создает прямой контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда студентам задаются вопросы проблемного, провоцирующего или информационного характера или когда студентам самим предлагается задавать вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из студентов может предложить свой ответ, другой может его дополнить. При этом от лекции к лекции выявляются активные и пассивные студенты, преподаватель по возможности активизирует студентов, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь всех студентов в работу, активизировать их внимание, мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала.

Лекция пресс-конференция. Преподаватель делает краткое (тезисное) сообщение. Студенты задают вопросы, на которые отвечают преподаватель и

другие студенты. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия.

Лабораторные работы

Лабораторные работы повышают качество обучения, способствуют развитию познавательной активности у студентов, их логического мышления и творческой самостоятельности. В процессе выполнения лабораторных работ углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается умение применять их на практике. Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции. Для проведения лабораторного практикума используется фронтальная форма, т.е. все студенты в аудитории выполняют одно и то же задание. Как правило, каждое занятие начинается со вступительного слова преподавателя и контрольных вопросов, основанных на материале для самостоятельного изучения. Далее обязательно приводится краткий план проведения занятия, в котором объясняется значение каждого параграфа в рамках изучаемой темы, последовательность действий в рамках каждой работы, тонкости, на которые стоит обратить особое внимание, техника безопасности (если необходимо) при использовании определенных методик. Последовательность исполнения действий в рамках каждой определенной темы студенты определяют сами, однако в конце каждого занятия каждый студент обязан отчитаться полученными результатами. В рамках каждого этапа любой студент в аудитории должен быть готов ответить на вопросы о правильном проведении той или иной процедуры. Если процедура выполняется не корректно или совсем не правильно, студент должен быть готов объяснить, в чем была его ошибка и продумать способы разрешения сложившейся ситуации. Важно то, что это обсуждение проводится не наедине с преподавателем, а вместе со всей остальной аудиторией, в форме дискуссии, что способствует предотвращению однотипных ошибок в экспериментах студентами одной группы. В рамках некоторых параграфов

тем стимулируется коллективное обсуждение отдельных актуальных вопросов по изучаемой теме.

В качестве методов интерактивного обучения на лабораторных занятиях используется дискуссия.

Дискуссия проводится в группе. Она может быть вызвана преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции. Кроме того, в ходе таких дискуссий происходит более эффективное усвоение сложного теоретического материала.

Коллоквиумы

Коллоквиум – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются теоретические вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

Методические указания по работе с литературой

1. Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие,

Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ.

2. Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Аудитория с мультимедийным обеспечением и интерактивной доской.

2. Для отдельных тем используются специализированное оборудование учебно-научной лаборатории молекулярно-генетического анализа Кафедры и лаборатории генетики ИБМ ДВО РАН.

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1.	Лаборатория секвенирования ДНК: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L710	Генетический анализатор (секвенатор) ДНК 3130 XL (Applied Biosystems) – 1 шт.; ПЦР-система, детектирующая продукты реакции в режиме реального времени Real-Time PCR; Центрифуга Allegra X-22R (ускорение 22 065) (Beckman Coulter, Австрия) – 1 шт.; Центрифуга 5417 R. (ускорение 20 800) (Eppendorf, Германия) – 1 шт.; Лабораторные столы и стулья.
2.	Лаборатория ПЦР-анализа: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L711	рН-метр стационарный Sartorius PP-15 – 1 шт.; Амплификатор PTC-100 – 1 шт.; Амплификатор Eppendorf Mastercycler gradient – 3 шт.; Баня водяная BioSan BWT-U – 1 шт.; Исследовательский микроскоп Axioskop 2 plus – 1 шт.; Многофункциональный робот-манипулятор для автоматизации процессов выделения – 1 шт.; Мульти-вортекс V-32 BioSan – 1 шт.;

		<p>Термоциклер с нагревающейся крышкой – 1 шт.; Шейкер-инкубатор Biosan ES-20 с платформой UP-12 – 1 шт.; Шкаф морозильный Global – 1 шт.; Баня-термостат водяная WB-4MS BS-010406-AAA – 1 шт.; Автоклав 19 л. настольный п/автомат Tuttnauer 2340 ЕМК – 1 шт.; Дистиллятор электрический Аква (PHS Aqua) 4 – 1 шт.; Лабораторные столы и стулья.</p>
3.	<p>Генетический банк: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L712</p>	<p>Автоматический дозатор Research Plus восьмиканальный 0,5-10 мкл – 3 шт.; автоматический дозатор Research Plus восьмиканальный 10-100 мкл, - 1 шт.; весы CAS MW - 300 11 – 1 шт.; горизонтальная камера для электрофореза SE-2 – 3 шт.; источники питания для электрофореза – 2 шт.; магнитная мешалка с подогревом – 1 шт.; Микротермостат для Эппиндорф. пробирок – 1 шт.; мульти-вортекс V-32 BioSan – 1 шт.; система гель-документирования Gel Doc 2000 (Bio-Rad, США) – 1 шт.; морозильник Стинол – 1 шт.; Холодильник ДНЕПР – 1 шт.; Лабораторные столы и стулья.</p>



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Экологическая генетика»

Направление подготовки –06.03.01 «Биология»
Форма подготовки очная

Владивосток
2020

Самостоятельная работа студента включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций;
- 2) подготовку к тестированиям и контрольному (итоговому) собеседованию;
- 3) изучение основных информационных сайтов в Интернете, связанных с вопросами биологии человека и его здоровья.

Порядок выполнения самостоятельной работы учащиеся определяют сами, руководствуясь календарно-тематическим планом дисциплины, в котором установлена последовательность проведения лекций, лабораторных занятий и тестирований по темам курса.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Экологическая генетика»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций.	2 часа	Работа на лабораторном занятии, устный ответ.
2	2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторному занятию.	2 часа	Работа на лабораторном занятии, устный ответ.
3	3 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторному занятию.	2 часа	Работа на лабораторном занятии, письменный отчет устный ответ.
4	4 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторному занятию.	2 часа	Работа на лабораторном занятии, письменный отчет устный ответ.
5	5 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторному занятию.	2 часа	Работа на лабораторном занятии, письменный отчет устный ответ.
6	6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций.	2 часа	Работа на лабораторном занятии,

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических занятий, возможно также тестирование. На основании этих результатов студент получает текущие оценки. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме экзамена.

Методические указания по подготовке к практическим занятиям (семинарам)

Поскольку семинар является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все студенты, хотя и не у всех будут доклады. На каждый семинар заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений (докладов) – на 5-7 минут на каждый вопрос. К докладу надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и интернет-источников. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

Семинарские занятия могут проводиться в форме развернутой беседы, дискуссии, пресс-конференции. Подготовка к ним проводится по тем же требованиям.

Методические указания по подготовке к коллоквиумам

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все студенты. Коллоквиум обычно проводится в форме дискуссии. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебников,

дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из студентов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и студенты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность студентов на занятии оцениваются текущей оценкой.

Методические указания по подготовке к тестированиям по темам

К тестированию студент должен подготовиться особенно тщательно, так как полученные оценки являются одним из ведущих источников итоговой оценки студента. Необходимо еще раз повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел в учебнике, вспомнить дискуссии на лекциях и практических занятиях. Старайтесь больше использовать дополнительного материала, в том числе из Интернет-источников, для лучшего усвоения материала. Во многих темах необходимо будет обращаться к источникам (учебникам) по другим дисциплинам. Не пренебрегайте такими источниками, обязательно используйте их при подготовке. В таком случае, материал будет усваиваться легче.

Методические указания по работе с литературой

Надо составить первоначальный список источников. Основой могут стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие,

убирать те, которые оказались не соответствующие тематике. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Экологическая генетика»

Направление подготовки –06.03.01 «Биология»

Форма подготовки очная

г. Владивосток
2021

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Основные понятия молекулярной генетики	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
2	Тема 2. Основы популяционной генетики	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
3	Тема 3. Основы молекулярной эволюции	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
4	Тема 4. Основные методы молекулярной экологии	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
5	Тема 5. Эволюция количественных признаков и адаптации	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
6	Тема 6. Филогения и филогеография	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
7	Тема 7. Экология поведения	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
8	Тема 8. Сохранение биоразнообразия	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
9	Тема 9. Генетический менеджмент диких, природных и реинтродуцированных популяций	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
10	Тема 10. Экология микроорганизмов и метагеномный анализ	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
11	Тема 11. Человек и среда	ПК-7	Знание Умение Владение	УО-2 ПР-1	УО-1
12	Тема 12. Проблемы и перспективы	ПК-7	Знание Умение	УО-2 ПР-1	УО-1

	молекулярной экологии		Владение		
--	-----------------------	--	----------	--	--

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая и промежуточная аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По изучаемой дисциплине для текущего контроля и промежуточной (семестровой) аттестации используются следующие

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА:

УО-1 – устное собеседование, в основном на экзамене.

УО-2 – семинар-коллоквиум – учебное занятие в виде коллективного собеседования и дискуссии;

ПР-1 – письменный (или компьютерный) тест.

Устный опрос - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения студентами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене и зачете), коллоквиум, доклад.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка «зачтено» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом, кроме того, легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы, и если допускает ошибки при ответе на вопросы преподавателя, то при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «незачетно» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы преподавателя, не владеет материалом изучаемой дисциплины, плохо отвечает или не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Семинар-коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения знаний студентов. На коллоквиумах могут обсуждаться все или отдельные темы, вопросы изучаемого курса.

Критерии оценки за выступления (доклады) на коллоквиумах те же, что и при устном ответе.

Тест является письменной или компьютерной формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными (точными) знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

Критерии оценки теста:

5 баллов выставляется студенту, если он ответил на 100-90 % от всех вопросов.

4 балла выставляется за правильный ответ на 89-80 % от всех вопросов.

3 балла выставляется за правильный ответ на 79-65 % от всех вопросов.

2 балла выставляется за правильный ответ на 64-50 % от всех вопросов.

1 балла выставляется за правильный ответ менее чем на 50 % от всех вопросов.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по дисциплине «Экологическая генетика» предусмотрен **экзамен**.

Методические указания по сдаче экзамена

На экзамене в качестве оценочного средства применяется собеседование по вопросам билетов, составленных ведущим преподавателем и подписанных заведующим кафедрой.

Экзамены принимаются ведущим преподавателем. Экзаменационные ведомости преподаватель берет заранее у администратора образовательной программы.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины. В случае использования студентом средств для списывания, экзаменатор имеет право удалить студента с экзамена, а в экзаменационную ведомость поставить неудовлетворительную оценку.

При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору. Преподаватель заполняет соответствующие графы зачетной книжки студента: название дисциплины в соответствии с учебным планом, ее трудоемкость, фамилия преподавателя, оценка, дата, подпись.

Для сдачи устного экзамена в аудиторию одновременно приглашается 5-6 студентов. Выходить из аудитории во время подготовки к ответам без разрешения экзаменатора студентам запрещается. Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на устном экзамене – 30 минут.

При проведении экзамена экзаменационный билет выбирает сам студент. При сдаче устного экзамена экзаменатор может задавать дополнительные вопросы. Если студент затрудняется ответить на один вопрос выбранного билета, то ему можно предложить взять другой билет, при этом оценка снижается на балл.

При промежуточной аттестации установлены оценки на экзамене «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

При неявке студента на экзамен без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам экзаменов, не подлежат пересмотру. Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи экзамена комиссии, является окончательной.

Критерии выставления оценки на экзамене

Оценка «5» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом и не допускает ошибок при ответе на вопросы экзаменационного билета, кроме того легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «4» ставится тогда, когда студент знает весь изученный материал; но допускает некоторые неточности в ответах на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, которые задает преподаватель, но при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «3» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменационного билета, плохо отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «2» ставится тогда, когда студент не владеет материалам изучаемой дисциплины и не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

При использовании рейтинговой системы аттестации окончательная оценка складывается из результатов текущего контроля успеваемости (посещаемость занятий, семинары, контрольные работы, задачи) и сдачи экзамена, которые имеют равный вес – по 50 % значимости.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Экологическая генетика»

1. Понятие экологической генетики (молекулярной экологии), связь с другими дисциплинами, основные используемые методы, история развития и становления.
2. Молекулярные маркеры: мтДНК, белковые последовательности, хлоропластная ДНК, ядерная ДНК (особенности использования с точки зрения экологической генетики).
3. Молекулярная идентификация (вид, пол, особь).
4. Проблема вида (морфология vs генетика, гибриды и гибридные зоны).
5. Проблема пола, сдвиг соотношения полов.
6. Экология поведения (от моногамии к промискуетету).
7. Половое поведение самцов и самок, конфликт полов, сдвиг пола у потомков.
8. Поведение – кооперация, паразитизм, питание, распространение, видообразование обусловленное поведением.
9. Популяционная генетика (генетическое разнообразие, структура популяций).
10. Понятие метопопуляций, модели популяционной структуры.
11. Поток генов и миграция, идентификация мигрантов, изоляция расстоянием.
12. Эффективный размер популяции, дрейф генов (горлышко бутылки, эффект основателя).
13. Молекулярная и адаптивная изменчивость (проблема не нейтральности молекулярных маркеров)
14. Основные подходы к выявлению адаптивной изменчивости.
15. Филогеография (основные понятия и применяемые методы).

16. Теория коалесценции, генеалогии, методы выявления филогенетических паттернов.
17. Генетическая изменчивость в пространстве (распределение популяций по ареалу, дивергенция между популяциями, поток генов между популяциями, интрогрессия).
18. Генетическая изменчивость во времени (использование геологических событий для калибровки молекулярных часов, дивергенция линий, древняя ДНК).
19. Применение филогеографии (таксономия, определение естественного ареала и источника при интродукции).
20. Сохранение биоразнообразия (причины вымираний, группы риска, методы и их применение).
21. Проблема инвазий.
22. Инбридинг и генетический груз, аутбредная депрессия.
23. Восстановление естественных популяций на примере растений и животных.
24. Экология микроорганизмов (роль микроорганизмов в природе, проблемы, методы).
25. Основные методы, применяемые в микробиологии.
26. Идентификация вирусов.
27. Генетически модифицированные организмы (доводы за и против, применение).
28. Перенос генов (горизонтальный, вертикальный, механизмы, последствия).

Оценочные средства для текущей аттестации

Вопросы для подготовки к практическим занятиям

Занятие 1. Молекулярная биология.

- Кодирующая ДНК (рибосомальная ДНК, ядерные структурные (белок-кодирующие) гены, митохондриальная ДНК, хлоропластная ДНК).
- Мутации (соматические мутации, мутации зародышевой линии, точечные мутации ДНК, другие виды мутаций).
- Эволюция и частота мутаций.
- Плазмиды и генетические манипуляции в молекулярной экологии.

Занятие 2. Практические аспекты экологической генетики

- Сбор проб и обработка образцов.
- Белковые методы.
- Иммунологические методы.
- ДНК методы.
- Использование маркеров исходя из проблемы исследования.

Занятие 3. Аналитические методы в экологической генетике

- Идентификация особей и семейных отношений.
- Соотнесение особи и популяции.
- Популяционное разнообразие и структура.
- Филогеография.

Занятие 4. Экология поведения; часть 1 Взаимоотношение полов

- Идентификация пола.
- Определение неизвестные системы спаривания.
- Репродуктивный успех самцов и самок.
- Хранение спермы.

-Выбор партнера и МНС.

-Конфликт полов.

Занятие 5. Экология поведения; часть 2

- Пищевое поведение.

- Распределение по территории.

-Паразитизм (Внутри- и межвидовой).

-Кооперация.

-Тактики обмана.

Занятие 6. Популяционная генетика

-Вычисление основных показателей популяции (гетерозиготность, эффективный размер популяции, частота аллелей).

-Статистические тесты популяционной подразделенности.

-Тест максимального правдоподобия при оценке темпов миграции.

-Генетические тесты «горлышка бутылки».

- Анализ состояния популяции.

Занятие 7. Экология микроорганизмов

-Генетический профайлинг микробных сообществ.

-Альтернативы использования рибосомных генов при профайлинге.

-Новые разработки, проблемы и альтернативные подходы анализа проб.

-Микроаррей и экология микроорганизмов.

-Разделение полных геномов и вирусное разнообразие.

Занятие 8. Генетически модифицированные организмы

-Роль молекулярной экологии в исследовании ГМО.

-Эффект ГМО на природные сообщества.

-Перенос генов из ГМО в другие организмы.

- Эффекты новых генов на другие виды.
- Будущее исследования ГМО и молекулярные маркеры.

Занятие 9. Сохранение биоразнообразия

- Восстановление генетического разнообразия.
- Сохранение растений.
- Сохранение животных.
- Генетическая экспертиза диких животных.
- Важнейшие области сохранения генетического разнообразия.
- Молекулярные маркеры в сохранении биоразнообразия.

Тестирование по пройденным темам проводится на бумажных бланках или в компьютерном классе. Пример теста приведен ниже.

Тема тестирования: «Структурно-химическая организация генетического материала»

1-й вариант

1. Участником какого процесса является ДНК:
 - а) только репликации;
 - б) репликации и трансляции;
 - в) трансляции и транскрипции;
 - г) только транскрипции;
 - д) транскрипции и репликации;
 - е) только трансляции.
2. Установите соответствие между уровнем компактизации ДНК и соответствующими белками:

Уровень компактизации ДНК	Белок, участвующий в организации данного уровня компактизации
1. хромонемный	а) гистон Н1
2. нуклеомерный	б) гистон Н2
3. нуклеосомный	в) гистон Н3
	г) гистон Н4
	д) матриксины

3. На каком уровне компактизации ДНК возможна транскрипция:
 - а) хромосомном;
 - б) нуклеосомном;
 - в) на некомпактизованной ДНК;
 - г) хромомерном;
 - д) нуклеомерном.

4. Какие компоненты обязательно необходимы для транскрипции:
 - а) рибосома;
 - б) ДНК;
 - в) ДНК-полимераза;
 - г) глюкоза;
 - д) РНК-полимераза;
 - е) хлорофилл.

5. Выделите компоненты нуклеотида ДНК:
 - а) дезоксирибоза;
 - б) глюкоза;
 - в) гуанин;
 - г) фосфорная кислота;
 - д) рибоза;
 - е) глутамат.

6. Установите соответствие между типом нуклеиновой кислоты и ее характеристикой:

Тип нуклеиновой кислоты:	Характеристика нуклеиновой кислоты:
1. ДНК	а) как правило, одноцепочечная
2. РНК	б) в составе нуклеотидов встречаются следующие азотистые основания: А, Т, Г, Ц
	в) в состав нуклеотида входит рибоза
	г) как правило, двуцепочечная
	д) встречается только у бактерий

7. Отметьте правильно сформированные комплементарные пары нуклеотидов:
- а) Ц-Г;
 - б) У-А;
 - в) А-Г;
 - г) А-Т;
 - д) У-Ц
8. Процесс трансляции происходит:
- а) в ядре;
 - б) в цитоплазме;
 - в) в митохондриях
9. Какая молекула занимается непосредственным переводом языка нуклеотидов на язык аминокислот:
- а) ДНК;
 - б) т-РНК;
 - в) белок;
 - г) р-РНК;
 - д) и-РНК.
10. Молекулярной основой генотипа является:
- а) ДНК;
 - б) белок;

в) РНК;

г) глюкозаминогликаны.