

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
физико-математических
и естественных наук


Ю. П. Перельгин
« » 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
М1.2.8.2 ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИДОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки **06.04.01 Биология**

Магистерская программа **Молекулярная биология и генетика**

Квалификация (степень) выпускника **Магистр**

Форма обучения **очная**

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генетические аспекты видообразования» является содействие формированию и развитию у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих формировать четкое представление об основных методах и подходах, используемых в современных эволюционно-генетических исследованиях, а также об основных результатах таких исследований, касающихся общих и частных вопросов эволюции, изучения генетической структуры популяций, генетических аспектов процессов видообразования, а также межвидовой гибридизации и поддержания генетической целостности биологического вида..

Задачи изучаемой дисциплины:

- сформировать основные представления о принципах и понятиях генетических основах видообразования;
- изучить механизмы поддержания генетической целостности биологического вида и факторы эволюции, а также их действие на генетическом уровне: основные характеристики эволюционных изменений в макромолекулах – нуклеиновых кислотах и белках, а также механизмы и причины, определяющие эти изменения;
- выявить механизмы формирования и поддержания генетической структуры популяций и генетических аспектов процессов видообразования;
- сформировать понятия о гибридной популяции и гибридной зоне, как феномене "поставщика" новых генетических признаков и "арене" формирования эволюционных новообразований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Генетические аспекты видообразования» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана (М.1.2).

Изучение данной дисциплины базируется на знании программы по дисциплинам предыдущего уровня образования: "Цитология, гистология", «Зоология», «Ботаника», "Генетика и эволюция" бакалавриата.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения в магистратуре следующих дисциплин: "Цитогенетика", "Популяционная генетика", "Молекулярная экология", "Молекулярная генетика про- и эукариот", "Гены и геном живых организмов".

Освоение данной дисциплины является основой для изучения дисциплин «Генетика человека» и «Современные проблемы антропогенетики», а также для проведения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая практика), научно-исследовательской работы и подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Генетические аспекты видообразования»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
СК-3	Знает механизмы воспроизведения, хранения, передачи, декодирования и реализации наследственной информации в сравнительном ас-	<i>Знать:</i> механизмы воспроизведения, хранения, передачи, декодирования и реализации наследственной информации, механизмы, обеспечивающие стабильность и пластичность матричных молекул, молекулярные механизмы жизнедеятельно-

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
	пекте, механизмы, обеспечивающие стабильность и пластичность матричных молекул, молекулярные механизмы жизнедеятельности.	<p>сти</p> <p><i>Уметь:</i> применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами, позволяющие изучать механизмы воспроизведения, хранения, передачи, декодирования и реализации наследственной информации, механизмы, обеспечивающие стабильность и пластичность матричных молекул, молекулярные механизмы жизнедеятельности.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками применения знаний о механизмах жизнедеятельности при изучении природных объектов.</p>
СК-5	Знает причины изменчивости и ее роль в сохранении биоразнообразия	<p><i>Знать:</i> причины возникновения изменчивости биологических объектов, а также значение ее поддержания и повышения в сохранении биоразнообразия.</p> <p><i>Уметь:</i> использовать знания о уровне генетической изменчивости в оценке биологического разнообразия и при планировании мероприятий по его сохранению.</p> <p><i>Владеть:</i> приемами изучения генетической изменчивости в связи с оценкой биологического разнообразия.</p>
СК-6	Знать механизмы поддержания генетическую структуру популяций; генетические основы эволюционного процесса, закономерности в эволюции кариотипов.	<p><i>Знать:</i> молекулярные методы исследования экологических процессов, происходящих в популяциях и сообществах; механизмах переноса генетического материала в границах популяций, метапопуляций и многовидовых сообществ; теоретические представления о метапопуляционной структуре ареала обитания биологического вида, экологических факторах ее определяющих и генетических механизмах ее поддерживающих.</p> <p><i>Уметь:</i> применять на практике методы молекулярно-экологических исследований, основную терминологию по тематике дисциплины, основные подходы к изучению генетического разнообразия надорганизменных структур; использовать на практике подходы молекулярной экологии и метапопуляционной теории.</p> <p><i>Владеть:</i> приемами выбора молекулярно-генетические методы и маркеры в связи с задачами экологических исследований</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Генетические аспекты видообразования»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости		
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Доклад
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Подготовка к коллоквиуму	Подготовка доклада			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	
1.	Раздел 1. Введение. Генетические аспекты видообразования	3	1-2	6	2	4	14	14					
2	Тема 1. Генетические принципы и понятия видообразования.	3	1	2	2						+		
3	Тема 1.1. Генетические принципы и понятия видообразования.	3	1-2	4		4		14			+		
4	Раздел 2. Популяция в аспекте микроэволюции и видообразования. Методы описания и изучения видоспецифической генетической структуры популяции.	3	3-6	12	4	8	28	22		6			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
5	Тема 2.1. Популяция – элементарная единица микроэволюции. Методы определения видо-специфического генетического разнообразия в популяции.	3	3-4	6	2	4		8		6	+		+
6	Тема 2.2. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.	3	5-6	6	2	4		14			+		
7	Раздел 3. Влияние факторов микроэволюции на генетическую структуру.	3	7-10	12	4	8	28	22		6			
8	Тема 3.1. Случайные факторы микроэволюции: дрейф генов и миграции.	3	7-8	6	2	4		10			+		
9	Тема 3.2 Систематические факторы микроэволюции: мутагенез, естественный отбор	3	9-10	6	2	4		12		6	+		+
10	Раздел 4. Гибридная популяция и гибридная зона, как поставщики микроэволюционных изменений вида.	3	11-14	12	4	8	32	8	24				
11	Тема 4.1. Роль межвидовой гибридизации в формировании новообразований и в процессах видообразования	3	11	6	1	2		8			+		
12	Тема 4.2. Гибридная популяция, поставщик микроэволюционных изменений биологического вида.	3	12		1	2			8			+	
13	Тема 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.	3	13-14	6	2	4		8	8		+	+	
14	Общая трудоемкость, в часах		144	42	14	28	102	66	24	12	Промежуточная аттестация		
											Форма	Семестр	
											Зачет (с оценкой)	3	

4.2. Содержание дисциплины «Генетические аспекты видообразования»

Раздел 1. Введение. Генетические аспекты видообразования

Тема 1.1. Генетические принципы и понятия видообразования

Типы видообразования, генетические основы формирования новых видовых признаков. Задачи популяционно-генетических исследований при изучении фактов новообразований. Нуклеотидные последовательности. Аминокислотные последовательности. Генетический код. Мутации. Нуклеотидные замены. Транзиции и трансверсии. Синонимичные и не синонимичные замены. Нуклеотидный и аминокислотный состав, использование кодонов. Эволюция нуклеотидной последовательности. Консенсусные последовательности. Гомологичные и сходные признаки, конвергенция. Закрепление мутации в популяции. Концепция молекулярных часов. Нейтральная теория молекулярной эволюции. Эволюционная систематика. Процедура проведения эволюционного анализа.

Семинарское занятие 1. «Генетические принципы и понятия видообразования»

Семинарское занятие 2. «Генетические принципы и понятия видообразования»

Раздел 2. Популяция в аспекте микроэволюции. Методы описания и изучения видоспецифической генетической структуры популяции

Тема 2.1. Популяция – элементарная единица микроэволюции. Методы определения видоспецифического генетического разнообразия в популяции.

Структура вида. Ареал и его виды. Многомерность (политипичность) вида. Популяционная структура вида. Понятие популяции. Генофонд популяции. Менделевская популяция и ее параметры: генофонд, частота гена, частота фенотипа, эффективный репродуктивный размер. Частоты аллелей, генотипов и гаплотипов в популяции. Закон Харди-Вайнберга, возможности его применения, значение равновесия Харди-Вайнберга, особенности распределения генных частот в случае сцепления с полом. Генетическая структура популяции. Генетическая изменчивость и эволюция. Две модели популяционной структуры: балансовая и классическая. Методы определения генетического разнообразия в популяциях. Молекулярно-генетические маркеры, их природа и способы генотипирования.

Семинарское занятие 3. «Структура вида. Популяция как элементарная единица микроэволюции».

Семинарское занятие 4. «Методы определения видоспецифического генетического разнообразия в популяциях».

Тема 2.2. Методы количественной оценки видоспецифического генетического разнообразия в популяции.

Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции. Ожидаемая гетерозиготность (генное разнообразие Неи), нуклеотидное разнообразие. Равновесие Харди-Вайнберга. Причины отклонения частот генотипов от ожидаемых на основании равновесия Харди-Вайнберга и методы его определения. Ассортативные скрещивания. Инбридинг, коэффициент инбридинга. Естественный отбор. Внутренняя структура популяции. Эффект Валунда. F-статистика Райта (Fst). Генетическое расстояние между популяциями: Fst, Rst и D статистика Неи. Визуализация генетических расстояний между популяциями с помощью анализа главных компонент и многомерного шкалирования. Использование данных широкогеномного генотипирования для определения внутренней структуры популяции и различий между популяциями. Анализ главных компонент и кластерный анализ данных о мультилокусных генотипах индивидуумов. Значение информации о генетической структуре популяции для практической деятельности в сфере медицины, криминалистики и сохранения биологического разнообразия.

Семинарское занятие 5. «Методы количественной оценки видоспецифического генетического разнообразия в популяции».

Семинарское занятие 6. «Использование методов многомерной статистики для оценки

видоспецифического генетического разнообразия в популяции».

Раздел 3. Влияние факторов микроэволюции на генетическую структуру популяции

Тема 3.1. Случайные факторы эволюции: дрейф генов и миграции.

Генетическая гетерогенность популяций, формы и механизмы поддержания. Случайные и систематические факторы, вызывающие изменение генофонда популяции. Влияние случайных факторов на генофонд популяции. Дрейф генов, флуктуации численности и их влияние на частоту генов. Межпопуляционные миграции. Интенсивность потока генов. Эффективная численность популяции.

Семинарское занятие 7. «Генетико-автоматические процессы в популяции (дрейф генов)»

Семинарское занятие 8. «Миграция и изоляция»

Тема 3.2. Систематические факторы микроэволюции: мутагенез, естественный отбор

Мутации, частота возникновения мутаций, генотипический контроль мутабельности. Мутации как фактор эволюции, роль мутаций в поддержании генетической изменчивости. Понятие частоты мутаций.

Естественный отбор как направляющий фактор эволюции популяций. Понятие о дарвиновской приспособленности и коэффициенте отбора. Отбор, приводящий к изменению генных частот в одном направлении: отбор против рецессивных гомозигот, отбор против доминантных аллелей, отбор против аллеля при отсутствии доминантности. Действие мутаций. Отбор, приводящий к генетическому равновесию: отбор в пользу гетерозигот. Отбор, приводящий к нестабильному равновесию: отбор против гетерозигот (периферические инверсии, отбор по Rh-фактору, отбор по ABO).

Семинарское занятие 9. «Мутационный процесс как фактор микроэволюции»

Семинарское занятие 10. «Естественный отбор как направляющий фактор микроэволюции»

Раздел 4. Гибридная популяция и гибридная зона, как поставщики микроэволюционных изменений вида

Тема 4.1. Роль межвидовой гибридизации в формировании новообразований и в процессах видообразования

Феномен межвидовой гибридизации, примеры и частота обнаружения. Видообразование путем гибридизации. Гибридогенное происхождение видов. Контактные зоны – парапатрия и симпатрия. Основные формы перекрывания ареалов. Формы межвидовой гибридизации по Шорту (1969): случайная симпатрическая гибридизация, зона перекрывания ареалов (симпатрии) с гибридизацией, гибридная зона, скопление гибридов или гибридная популяция.

Изолирующих механизмы и репродуктивные преграды. Факторы репродуктивной изоляции (Серебровский, 1935): факторы, препятствующие встрече двух видов (географические и биотопические), факторы, препятствующие спариванию и осеменению (сезонные, поведенческие и морфологические), препятствия к оплодотворению, препятствия, связанные с трудностью появления на свет и пониженной жизнеспособностью гибридного потомства. Факторы, способствующих гибридизации (Майр, 1968): наружное оплодотворение. редкость одного из гибридизирующих видов, отсутствие длительных устойчивых связей между самцами и самками (промискуитет). Бимодальные факторы межвидовой гибридизации: биотопическую приуроченность (видовая специфика распределения особей в зависимости от биотопических условий), пространственную структуру поселений (пространственное распределение особей, структура и взаиморасположение их участков обитания), социальную структуру поселений (характер половых контактов, структура межполовых связей и репродуктивных ячеек; особенности расселения), демографическую структуру поселений (численность, половозрастной и видовой состав, репродукция, смертность, иммиграция).

Семинарское занятие 11. «Межвидовая гибридизация и ее роль в процессах видообразования»

Тема 4.2. Гибридная популяция, поставщик микроэволюционных изменений биологического вида.

Пространственные и биотопические причины возникновения смешанных поселений. Этапы формирования гибридных популяций. Субпопуляционная структура гибридных поселений. Варианты многолетней демографической и социальной структуры гибридных популяций. Генетическая структура гибридной популяции. Интрогрессия чужеродного генетического материала, ее проявление по молекулярно-генетическим маркерам различного типа наследования, следы былой гибридизации, методы их исследования. Возникновение новых генотипов и новообразований. Мозаичное наследования признаков родительских видов у гибридов. Пространственно нефиксированные гибридные популяции, репродуктивные механизмы их поддержания.

Семинарское занятие 12. «Гибридная популяция: структура, генетические особенности и механизмы долговременного существования»

Тема 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.

Понятие гибридной зоны. Представления о гибридных зонах как зонах вторичных контактов. Гибридной зоной как клинальная последовательность распределения генов(аллелей) и/или признаков. История формирования концепции гибридных зон: концепция смещения признаков (Baker, 1951), концепция биотопического разобщения (Anderson, 1948), концепция зоны швов (suture zones), возникающей при вторичном контакте в местах воссоединения биот (Remington, 1968), концепция узких гибридных зон за счет отбора против гибридов (White, Chinnick, 1957). Классификации гибридных зон. Классификация Крюкова (2000) (зона швов, парапатрические гибридные зоны, мозаичная гибридная зона, симпатрическая гибридная зона в трех основных вариантах – скопление гибридов, периферическая гибридная зона, широкая симпатрическая зона). Классификация Джигинса и Малета (2000) (униmodalные и бимодальные гибридные зоны, «выровненная» гибридная зона – flat hybrid zone). Классификация Хьюита (1988) (диффузные, движущие волны, гетерозиготные зоны напряженности, гомозиготные зоны напряженности, экологические гибридные зоны, зоны гибридного преимущества, множественные гибридные зоны, гибридные зоны-ловушки, гибридные зоны сокращения и расширения ареала).

Изолирующие механизмы, образующиеся вследствие хромосомных мутаций. Значение структурных мутаций хромосом: делеции, дупликации, инверсии, инсерции, транслокации. Значение полиплоидии. Значение центральных слияний (робертсоновские транслокации) и разделений центромер. Роль анеуплоидии. Комбинативная природа эволюционных преобразований кариотипа.

Динамика генетической структуры гибридных зон и последствия межвидовых скрещиваний: накопительный характер и векторная направленность.

Семинарское занятие 13. «Гибридные зоны и видообразование»

Семинарское занятие 14. «Гибридные зоны и микроэволюция вида»

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие:

1. Технология развития критического мышления реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

1.1. *Проблемные лекции*, которые предполагают диалоговый тип лекционного преподавания, предметом которого выступает вводимый лектором материал и система познавательных задач, отражающих основное содержание темы. В виде проблемных лекций реализуется

темы: 3.1. Случайные факторы эволюции: дрейф генов и миграции; 3.2 Систематические факторы эволюции: мутагенез, естественный отбор; 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.

1.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых происходит групповое обсуждение студентами учебной проблемы под руководством преподавателя. В ходе проведения круглого стола студенты приобретают навыки устного изложения заранее подготовленного материала, умение выслушивать коллег-сокурсников, делать заключения. В виде круглых столов реализуются темы семинаров: 3.2 Систематические факторы эволюции: мутагенез, естественный отбор; 4.2. Гибридная популяция: структура, генетические особенности и механизмы длительного существования; 4.3. Гибридные зоны и видообразование.

1.3. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых обсуждается проблемная ситуация, поставленная преподавателем, а студенты защищают различные точки зрения на поставленную проблему. В ходе проведения дискуссии студенты приобретают умение излагать и аргументировано отстаивать точку зрения, обоснованно критиковать оппонентов, сопоставлять различные подходы к решению проблемной ситуации, делать выводы. В виде дискуссий реализуются темы семинаров: 3.2 Систематические факторы эволюции: мутагенез, естественный отбор; 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.

2. Медиатехнология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

2.1. *Лекции*, в ходе которых используются презентации, выполненные в среде Power-Point, и содержащие иллюстрации приводимых положений, видео-фрагменты. В виде проблемных лекций с использованием медиатехнологий реализуется темы 1.1., 2.1, 2.2., 3.1., 3.2., 4.1-4.3.

2.2. *Семинары*, в ходе которых студенты готовят рефераты и делают краткие сообщения по рассматриваемой проблематике с использованием презентации. В результате использования этой технологии студенты учатся лаконично и ярко представлять информацию в аудитории. Медиатехнологии реализуются в семинарских занятиях: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

3. Кейс-технология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

3. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых в качестве одной из технологий используются такие приемы как мозговой штурм и дебаты. Мозговой штурм позволяет, используя групповую форму работы смоделировать процесс получения абсолютно новых для студентов знаний. Дебаты позволяют сопоставлять существующие концепции для обсуждения проблем в эволюционной экологии. В виде *семинаров-дискуссий* с использованием кейс-технологий реализуются занятия: 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

При подготовке и защите рефератов используется кейс-технология методом презентации (Темы: 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1-4.3)

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 40 % от общего количества аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (помощь в написании рефератов) и индивидуальную работу студента, выполняемую, в том числе в компьютерном классе с выходом в Интернет на естественно-географическом факультете и читальных залах университета.

При реализации самостоятельной работы используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции (обработка текста) для подготовки к собеседованию; темы 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1-4.3)

2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к лабораторным работам и написанию рефератов; темы 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1-4.3);

3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений и презентаций на занятиях (темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) и по подготовке к написанию реферата, по подготовке к зачету).

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ недели	Наименование тем	Задание*	Литература**	Кол-во часов
1.	Тема 1.1. Генетические принципы и понятия видообразования.	Подготовка к аудиторному занятию	[1], [2], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [13], [14], [16]	14
2.	Тема 2.1. Популяция – элементарная единица микроэволюции. Методы определения видоспецифического генетического разнообразия в популяции.	Подготовка к аудиторному занятию и написанию доклада	[1], [2], [5], [6], [9], [10], [11], [13], [14], [16]	14
3	Тема 2.2. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.	Подготовка к аудиторному занятию	[4], [7], [10], [14]	14
4	Тема 3.1. Случайные факторы микроэволюции: дрейф генов и миграции.	Подготовка к аудиторному занятию	[1], [2], [4], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [17]	10
5	Тема 3.2 Систематические факторы микроэволюции: мутагенез, естественный отбор	Подготовка к аудиторному занятию и написанию доклада	[1], [2], [4], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [17]	18
5	Тема 4.1. Роль межвидовой гибридизации в формировании новообразований и в процессах видообразования	Подготовка к аудиторному занятию	[4], [1], [7], [16], [9], [13]	8
6	Тема 4.2. Гибридная популяция, поставщик микроэволюционных изменений биологического вида.	Подготовка к аудиторному занятию, коллоквиуму	[1], [2], [4], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [17]	8
7	Тема 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.	Подготовка к аудиторному занятию, коллоквиуму	[1], [2], [4], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [17]	16

* – вопросы для подготовки к практическим занятиям приведены ниже

** – обозначения учебных пособий приводятся ниже

6.2. Методические указания к самостоятельной работе студентов

Подготовка к практическим занятиям. При подготовке к практическому занятию необходимо внимательно изучить теоретический материал по данной работе с использованием материалов лекций, Интернет ресурсов и литературных источников.

Вопросы для подготовки к практическим занятиям:

Тема 1.1. Принципы и понятия эволюционной генетики.

1. Типы видообразования, генетические основы формирования новых видовых признаков.
2. Задачи популяционно-генетических исследований при изучении фактов новообразований.
3. Нуклеотидные последовательности. Аминокислотные последовательности. Генетический код.
4. Мутации. Нуклеотидные замены. Транзиции и трансверсии. Синонимичные и несинонимичные замены.
5. Нуклеотидный и аминокислотный состав, использование кодонов.

Тема 1.1. Принципы и понятия эволюционной генетики.

1. Эволюция нуклеотидной последовательности. Консенсусные последовательности.
2. Гомологичные и сходные признаки, конвергенция.
3. Закрепление мутации в популяции.
4. Концепция молекулярных часов.
5. Нейтральная теория молекулярной эволюции.
6. Эволюционная систематика. Проведение эволюционного анализа.

Тема 2.1. Популяция - элементарная единица микроэволюции. Методы определения видоспецифического генетического разнообразия в популяции.

1. Структура вида. Ареал и его виды.
2. Многомерность (политипичность) вида.
3. Популяционная структура вида.
4. Понятие популяции.
5. Генофонд популяции.
6. Менделевская популяция и ее параметры: генофонд, частота гена, частота фенотипа, эффективный репродуктивный размер.

Тема 2.1. Популяция - элементарная единица эволюции. Методы определения генетического разнообразия в популяции.

1. Частоты аллелей, генотипов и гаплотипов в популяции.
2. Закон Харди-Вайнберга, возможности его применения, значение равновесия Харди-Вайнберга, особенности распределения генных частот в случае сцепления с полом.
3. Генетическая структура популяции. Генетическая изменчивость и эволюция.
4. Две модели популяционной структуры: балансовая и классическая.
5. Методы определения генетического разнообразия в популяциях.
6. Молекулярно-генетические маркеры, их природа и способы генотипирования.

Тема 2.2. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.

1. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.
2. Ожидаемая гетерозиготность (генное разнообразие Нея), нуклеотидное разнообразие.
3. Равновесие Харди-Вайнберга.
4. Причины отклонения частот генотипов от ожидаемых на основании равновесия Харди-Вайнберга и методы его определения.

5. Ассортативные скрещивания. Инбридинг, коэффициент инбридинга.

Тема 2.2. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.

1. Естественный отбор. Внутренняя структура популяции. Эффект Валунда.

2. F-статистика Райта (Fst). Генетическое расстояние между популяциями: Fst, Rst и D статистика Неи.

3. Визуализация генетических расстояний между популяциями с помощью анализа главных компонент и многомерного шкалирования.

4. Анализ главных компонент и кластерный анализ данных о мультилокусных генотипах индивидуумов.

5. Значение информации о генетической структуре популяции для практической деятельности в сфере медицины, криминалистики и сохранения биологического разнообразия.

Тема 3.1. Случайные факторы микроэволюции: дрейф генов и миграции.

1. Генетическая гетерогенность популяций, формы и механизмы поддержания.

2. Случайные факторы, вызывающие изменение генофонда популяции.

3. Влияние случайных факторов на генофонд популяции.

Тема 3.1. Случайные факторы микроэволюции: дрейф генов и миграции.

1. Систематические факторы, вызывающие изменение генофонда популяции.

2. Дрейф генов, флуктуации численности и их влияние на частоту генов.

3. Межпопуляционные миграции. Интенсивность потока генов. Эффективная численность популяции.

Тема 3.2. Систематические факторы микроэволюции: мутагенез и естественный отбор.

1. Мутации, частота возникновения мутаций, генотипический контроль мутабельности.

2. Мутации как фактор эволюции, роль мутаций в поддержании генетической изменчивости.

3. Понятие частоты мутаций.

4. Естественный отбор как направляющий фактор эволюции популяций.

5. Понятие о дарвиновской приспособленности и коэффициенте отбора.

Тема 3.2. Систематические факторы микроэволюции: мутагенез и естественный отбор.

1. Отбор, приводящий к изменению генных частот в одном направлении: отбор против рецессивных гомозигот, отбор против доминантных аллелей, отбор против аллеля при отсутствии доминантности.

2. Действие мутаций.

3. Отбор, приводящий к генетическому равновесию: отбор в пользу гетерозигот.

4. Отбор, приводящий к нестабильному равновесию: отбор против гетерозигот (перисцентрические инверсии, отбор по Rh-фактору, отбор по ABO).

Тема 4.1. Роль межвидовой гибридизации в формировании новообразований и в процессах видообразования.

1. Феномен межвидовой гибридизации, примеры и частота обнаружения.

2. Видообразования путем гибридизации. Гибридогенное происхождение видов.

3. Контактные зоны – парапатрия и симпатрия. Основные формы перекрывания ареалов. Формы межвидовой гибридизации по Шорту (1969).

4. Изолирующих механизмы и репродуктивные преграды. Факторы репродуктивной изоляции (Серебровский, 1935).

5. Факторы, способствующих гибридизации (Майр, 19680). Бимодальные факторы межвидовой гибридизации.

Тема 4.2. Гибридная популяция, поставщик микроэволюционных изменений биологического вида.

1. Пространственные и биотопические причины возникновения смешанных поселений. Этапы формирования гибридных популяций.

2. Субпопуляционная структура гибридных поселений. Варианты многолетней демографической и социальной структуры гибридных популяций.

3. Генетическая структура гибридной популяции. Интрогрессия чужеродного генетического материала, ее проявление по молекулярно-генетическим маркерам различного типа наследования, следы былой гибридизации, методы их исследования.

4. Возникновение новых генотипов и новообразований. Мозаичное наследования признаков родительских видов у гибридов.

5. Пространственно нефиксированные гибридные популяции, репродуктивные механизмы их поддержания.

Тема 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.

1. Понятие гибридной зоны. Представления о гибридных зонах как зонах вторичных контактов.

2. Гибридной зоной как клинальная последовательность распределения генов(аллелей) и/или признаков.

3. История формирования концепции гибридных зон: концепция смещения признаков (Baker, 1951), концепция биотопического разобщения (Anderson, 1948), концепция зоны швов (suture zones), возникающей при вторичном контакте в местах воссоединения биот (Remington, 1968), концепция узких гибридных зон за счет отбора против гибридов (White, Chinnick, 1957).

4. Классификации гибридных зон. Классификация Крюкова (2000).

6.3. Материалы для проведения текущего, промежуточного контроля знаний

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые разделы (темы) программы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Собеседование	Тема 1.1. Генетические принципы и понятия видообразования.	СК-3, 5, 6
2	Доклад, собеседование	Тема 2.1. Популяция – элементарная единица микроэволюции. Методы определения видоспецифического генетического разнообразия в популяции.	СК-3, 5, 6
2	Собеседование	Тема 2.2. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.	СК-3, 5, 6
3	Собеседование	Тема 3.1. Случайные факторы микроэволюции: дрейф генов и миграции.	СК-3, 5, 6
4	Доклад, собеседование	Тема 3.2 Систематические факторы микроэволюции: мутагенез, естественный отбор	СК-3, 5, 6
5	Собеседование	Тема 4.1. Роль межвидовой гибридизации в формирования новообразований и в процессах видообразования	СК-3, 5, 6

6	Коллоквиум	Тема 4.2. Гибридная популяция, поставщик микроэволюционных изменений биологического вида.	СК-3, 5, 6
7	Собеседование, коллоквиум	Тема 4.3. Гибридные зоны и микроэволюция вида.	СК-3, 5, 6

Примерный перечень тем докладов

1. Типы видообразования, генетические основы формирования новых видовых признаков.
2. Нейтральная теория молекулярной эволюции.
3. Структура вида. Ареал и его виды.
4. Генетическая структура популяции. Генетическая изменчивость и эволюция.
5. Ассортативные скрещивания и инбридинг.
6. Естественный отбор. Внутренняя структура популяции. Эффект Валунда.
7. F-статистика Райта (Fst). Генетическое расстояние между популяциями: Fst, Rst и D статистика Нея.
8. Генетическая гетерогенность популяций, формы и механизмы поддержания.
9. Мутации как фактор эволюции, роль мутаций в поддержании генетической изменчивости.
10. Естественный отбор как направляющий фактор эволюции популяций.
11. Феномен межвидовой гибридизации, примеры и частота обнаружения.
12. Видообразования путем гибридизации. Гибридогенное происхождение видов.
13. Изолирующих механизмы и репродуктивные преграды. Факторы репродуктивной изоляции.
14. Факторы, способствующих гибридизации. Бимодальные факторы межвидовой гибридизации.
15. Генетическая структура гибридной популяции. Интрогрессия чужеродного генетического материала.
16. Понятие гибридной зоны. Представления о гибридных зонах как зонах вторичных контактов.
17. Гибридной зоной как клинальная последовательность распределения генов(аллелей) и/или признаков.
18. Классификации гибридных зон.
19. Изолирующие механизмы, образующиеся вследствие хромосомных мутаций. Значение структурных мутаций хромосом.
20. Комбинативная природа эволюционных преобразований кариотипа.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Типы видообразования, генетические основы формирования новых видовых признаков.
2. Задачи популяционно-генетических исследований при изучении фактов новообразований.
3. Нуклеотидные последовательности. Аминокислотные последовательности. Генетический код.
4. Мутации. Нуклеотидные замены. Транзиции и трансверсии. Синонимичные и несинонимичные замены.
5. Нуклеотидный и аминокислотный состав, использование кодонов.
6. Эволюция нуклеотидной последовательности. Консенсусные последовательности.
7. Гомологичные и сходные признаки, конвергенция.
8. Закрепление мутации в популяции.
9. Концепция молекулярных часов.
10. Нейтральная теория молекулярной эволюции.

11. Эволюционная систематика. Проведение эволюционного анализа.
12. Структура вида. Ареал и его виды.
13. Многомерность (политипичность) вида.
14. Популяционная структура вида.
15. Понятие популяции.
16. Генофонд популяции.
17. Менделевская популяция и ее параметры: генофонд, частота гена, частота фенотипа, эффективный репродуктивный размер.
18. Частоты аллелей, генотипов и гаплотипов в популяции.
19. Закон Харди-Вайнберга, возможности его применения, значение равновесия Харди-Вайнберга, особенности распределения генных частот в случае сцепления с полом.
20. Генетическая структура популяции. Генетическая изменчивость и эволюция.
21. Две модели популяционной структуры: балансовая и классическая.
22. Методы определения генетического разнообразия в популяциях.
23. Молекулярно-генетические маркеры, их природа и способы генотипирования.
24. Методы количественной оценки генетического разнообразия в популяции.
25. Ожидаемая гетерозиготность (генное разнообразие Нея), нуклеотидное разнообразие.
26. Равновесие Харди-Вайнберга.
27. Причины отклонения частот генотипов от ожидаемых на основании равновесия Харди-Вайнберга и методы его определения.
28. Ассортативные скрещивания. Инбридинг, коэффициент инбридинга.
29. Естественный отбор. Внутренняя структура популяции. Эффект Валунда.
30. F-статистика Райта (Fst). Генетическое расстояние между популяциями: Fst, Rst и D статистика Нея.
31. Визуализация генетических расстояний между популяциями с помощью анализа главных компонент и многомерного шкалирования.
32. Анализ главных компонент и кластерный анализ данных о мультилокусных генотипах индивидуумов.
33. Значение информации о генетической структуре популяции для практической деятельности в сфере медицины, криминалистики и сохранения биологического разнообразия.
34. Генетическая гетерогенность популяций, формы и механизмы поддержания.
35. Случайные факторы, вызывающие изменение генофонда популяции.
36. Влияние случайных факторов на генофонд популяции.
37. Систематические факторы, вызывающие изменение генофонда популяции.
38. Дрейф генов, флуктуации численности и их влияние на частоту генов.
39. Межпопуляционные миграции. Интенсивность потока генов. Эффективная численность популяции.
40. Мутации, частота возникновения мутаций, генотипический контроль мутабельности.
41. Мутации как фактор эволюции, роль мутаций в поддержании генетической изменчивости.
42. Понятие частоты мутаций.
43. Естественный отбор как направляющий фактор эволюции популяций.
44. Понятие о дарвиновской приспособленности и коэффициенте отбора.
45. Отбор, приводящий к изменению генных частот в одном направлении: отбор против рецессивных гомозигот, отбор против доминантных аллелей, отбор против аллеля при отсутствии доминантности.
46. Действие мутаций.
47. Отбор, приводящий к генетическому равновесию: отбор в пользу гетерозигот.
48. Отбор, приводящий к нестабильному равновесию: отбор против гетерозигот (перисентрические инверсии, отбор по Rh-фактору, отбор по ABO).
49. Феномен межвидовой гибридизации, примеры и частота обнаружения.

50. Видообразования путем гибридизации. Гибридогенное происхождение видов.
51. Контактные зоны – парапатрия и симпатрия. Основные формы перекрывания ареалов. Формы межвидовой гибридизации по Шорту (1969).
52. Изолирующих механизмы и репродуктивные преграды. Факторы репродуктивной изоляции (Серебровский, 1935).
53. Факторы, способствующих гибридизации (Майр, 19680). Бимодальные факторы межвидовой гибридизации.
54. Пространственные и биотопические причины возникновения смешанных поселений. Этапы формирования гибридных популяций.
55. Субпопуляционная структура гибридных поселений. Варианты многолетней демографической и социальной структуры гибридных популяций.
56. Генетическая структура гибридной популяции. Интрогрессия чужеродного генетического материала, ее проявление по молекулярно-генетическим маркерам различного типа наследования, следы былой гибридизации, методы их исследования.
57. Возникновение новых генотипов и новообразований. Мозаичное наследования признаков родительских видов у гибридов.
58. Пространственно нефиксированные гибридные популяции, репродуктивные механизмы их поддержания.
59. Понятие гибридной зоны. Представления о гибридных зонах как зонах вторичных контактов.
60. Гибридной зоной как клинальная последовательность распределения генов(аллелей) и/или признаков.
61. История формирования концепции гибридных зон.
62. Классификации гибридных зон. Классификация Крюкова (2000).
63. Классификация гибридных зон Джигинса и Малета (2000).
64. Классификация гибридных зон Хьюита (1988).
65. Изолирующие механизмы, образующиеся вследствие хромосомных мутаций. Значение структурных мутаций хромосом: делеции, дупликации, инверсии, инсерции, транслокации.
66. Комбинативная природа эволюционных преобразований кариотипа.
67. Динамика генетической структуры гибридных зон и последствия межвидовых скрещиваний: накопительный характер и векторная направленность.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Генетические аспекты видообразования»

а) Основная литература:

1. Быстракова Н.В. Руководство к практическим занятиям по генетике : учеб.-метод. пос. / Н.В. Быстракова, О.А. Ермаков, С.В. Титов. - Пенза : ПГПУ, 2011. - 69 с. (Библиотека ПГУ, 30 экз.) [http://dep_zoo.pnzgu.ru/files/dep_zoo.pnzgu.ru/genetika_metodichka\(1\).pdf](http://dep_zoo.pnzgu.ru/files/dep_zoo.pnzgu.ru/genetika_metodichka(1).pdf)
2. Инге-Вечтомов С.Г.. Генетика с основами селекции. М.: Высшая школа. 1989. 591 с. Ил. (Библиотека ПГУ, 5 экз.)
3. Алтухов Ю.П. Генетика популяций и сохранение биоразнообразия // Соросовский образовательный журнал, 1995, №1, с. 32-43.
http://window.edu.ru/resource/314/20314/files/9501_032.pdf
4. Гаевский Н.А. Знакомство с эволюционной генетикой: Учебно-методическое пособие. - Красноярск: КрасГУ, 2002. - 53 с.
<http://window.edu.ru/resource/478/26478/files/krasu025.pdf>
5. Тетушкин Е.Я. Популяционная генетика и макроэволюционная генетика: единство и разобщенность / Успехи современной биологии. 2008. Т. 128. № 2. С. 115-128.
http://elibrary.ru/download/elibrary_9938835_71094643.pdf

б) Дополнительная литература:

1. Бобков В.В. Проблема разномасштабности при численном решении эволюционных задач // Соросовский образовательный журнал, 1997, №7, с. 121-127.
http://window.edu.ru/resource/753/20753/files/9707_121.pdf
2. Боринская С.А., Янковский Н.К. Генетика и геномика человека. Популяции и этносы в пространстве и времени: эволюционные и медицинские аспекты. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 4-2. С. 930-942.
https://elibrary.ru/download/elibrary_21170053_48856942.pdf
3. Буторина А.К. Основы классической генетики и селекции. Избранные лекции по курсу "Генетика с основами селекции": Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2006. - 79 с.
<http://window.edu.ru/resource/480/59480/files/mar06013.pdf>
4. Горбунов П.С. Эволюционное учение: Методические рекомендации и задания (для студентов биологических специальностей педагогических университетов). Учебное пособие. - СПб.: ТЕССА, 2011. - 168 с.
http://window.edu.ru/resource/692/76692/files/Evolucionnoe_uchenie_2011.pdf
5. Инге-Вечтомов С.Г. Экологическая генетика. Что это такое? // Соросовский образовательный журнал, 1998, №2, с. 59-65.
http://window.edu.ru/resource/446/20446/files/9802_059.pdf
6. Картель Н. А. Макеева Е. Н. Мезенко А. М. Генетика. Энциклопедический словарь. Белорусская наука, 2011. 992 с.
<http://136.243.13.116:88/Viewer.html?file=/Book/pdf/86680.pdf&embedded=true>
7. Клёсов А.А. Коллизия популяционной генетики и ДНК-генеалогии / Эко-потенциал. 2015. № 1 (9). С. 141-159. http://elibrary.ru/download/elibrary_23127596_83785226.pdf
8. Клёсов А.А. Коллизия популяционной генетики и ДНК-генеалогии (часть 3) / Эко-потенциал. 2016. № 1 (13). С. 127-138.
http://elibrary.ru/download/elibrary_25741098_81681344.pdf
9. Козинцев А.Г. Эволюционная история вида Homo sapiens в свете новых данных популяционной генетики / Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2009. № 4. С. 64-70. http://elibrary.ru/download/elibrary_13758280_76962716.pdf
10. Крюков В.И. Генетика. Часть 15. Учебный словарь терминов: Учебное пособие для вузов. - Орёл: Изд-во ОрёлГАУ, 2011. - 155 с.
<http://window.edu.ru/resource/090/79090/files/26-gen-dict-big.pdf>
11. Крюков В.И. Терминологический словарь-минимум: Учебное пособие для вузов. - Орёл: Изд-во ОрёлГАУ, 2009. - 38 с.
<http://window.edu.ru/resource/090/79090/files/26a-gen-dict-min.pdf>
12. Озернюк Н.Д. Соотношение онтогенетических и эволюционных процессов в свете достижений современной генетики: роль дупликации генов. Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2010. № 2. С. 134-140.
https://elibrary.ru/download/elibrary_13724265_51389291.pdf
13. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Л.Н. Нефедова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 104 с.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=460545>
14. Ратнер В.А. Молекулярная эволюция // Соросовский образовательный журнал, 1998, №3, с. 41-47. http://window.edu.ru/resource/452/20452/files/9803_041.pdf
15. Сазанов, А. А. Основы генетики [Электронный ресурс] / А. А. Сазанов. - СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2012. - 240 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=445015>
16. Самигуллина Н.С., Кирина И.Б. Практикум по генетике: Учебное пособие. - Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2008. - 211 с. <http://window.edu.ru/resource/329/64329/files/0150.pdf>

в) Интернет-ресурсы

1. Вавиловский журнал генетики и селекции <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/>
2. Вавиловское общество генетиков и селекционеров (ВОГиС) <http://www.vogis.org/>

3. Видео материалы по генетике, презентации <http://med-edu.ru>
4. Генетика и геномика человека, популяции и этносы...
<http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/17-4/2/14Yankovsky.pdf>
5. Институт молекулярной генетики РАН <https://www.img.ras.ru/ru>
6. Институт цитологии и генетики СО РАН <http://www.bionet.nsc.ru/>
7. Интерактивное древо жизни <http://lifemap.univ-lyon1.fr/explore.html#>
8. Механизмы эволюционного процесса
<http://bio.1september.ru/urok/index.php?SubjectID=130100>
9. Ли Ч. Введение в популяционную генетику. – М.: Мир. 1978. 555. Ил.
http://d.theupload.info/down/9xd7o8zdoh82v8puor9sk42x8i9mwf6g/li_ch_vvedenie_v_populjacionnyu_genetiku.djvu
10. Рефераты лучших обзорных иностранных статей по генетике на русском языке
<http://genetics.rusmedserv.com/refer>
11. Ризниченко Г.Ю. Популяционная динамика. Обзор.
<http://www.library.biophys.msu.ru/MathMod/PD.HTML>
12. Сайт «Биомолекула» <https://biomolecula.ru/>
13. Хедрик Ф. Генетика популяций. – М.: Техносфера. 2003. 592 с.
http://d.theupload.info/down/osveqsb32I2gkuk6fvrig4kqpdgdyuo4/hedrik_f_genetika_populjacija.djvu
<http://mol-biol.ru/books/genetika-populyaciy-hedrik-f-2003-djvu.html>
14. Эволюция. Пути и механизмы <http://evoldar.com/>
15. Экологическая генетика
http://genetics.kemsu.ru/Content/userfiles/files/Ecological_genetics.pdf
16. Rus-bol и российская программа "Штрихкодирование живых организмов на основе ДНК"
<http://www.wimb.dvo.ru/misc/barcoding/index.htm>
17. The Barcode of Life: <http://www.boldsystems.org/>

г) программное обеспечение:

Антивирус Касперского, Open Office; Mozilla Firefox; Google Chrome; Adobe Acrobat Reader

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

«Генетические аспекты видообразования»

Учебная аудитория (ауд. 15-104), мультимедийный проектор и ноутбук.

Электронные презентации по теме курса. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и практических

Рабочая программа дисциплины «Генетические аспекты видообразования» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **06.04.01 «Биология».**

Программу составили:

Титов С.В., профессор, д.б.н.,
зав. кафедрой зоологии и экологии



(подпись, Ф.И.О.)

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры зоологии и экологии

Протокол № 6 от «14» января 2016 года

Зав. кафедрой зоологии и экологии  д.б.н., профессор Титов С.В.

(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой

"Зоология и экология"
(название кафедры)

 Титов С.В.

(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией ФФМиЕН

Протокол № 6 от «10» февраля 2016 года

Председатель методической комиссии
ФФМиЕН  _____
Родионов М.А.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2014 - 2018	Пр. № 1 от 31.08. 2017 <i>СМ</i>	Замена списка литературы			