

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

«СОГЛАСОВАНО»
Декан Факультета физико-математических
и естественных наук

Перельгин Ю.П.
«18» сентября 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Педагогического института
им. В. Г. Белинского

Сурина О.П.
«18» сентября 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.1 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Направление подготовки: **06.06. 01 Биологические науки**

Направленность (Профиль): **Экология**, научная специальность 03.02.08

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

Форма обучения: **Очная, заочная**

Пенза – 2015 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Программу составил:

Ермаков О.А. – доцент, к.б.н., доцент кафедры «Зоология и экология»



Программа обсуждена на заседании кафедры «ЗЭ»
протокол № 1 от «2» сентября 2015 года

Зав. кафедрой ЗЭ



Титов С.В.

Программа согласована с деканом Факультета физико-математических и естественных наук

Декан факультета



Перельгин Ю.П.

Программа одобрена методической комиссией Факультета физико-математических и естественных наук

Протокол № 1

от «4» сентября 2015 года

Председатель методической комиссии Факультета физико-математических и естественных наук



Родионов М.А.

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

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – знакомство с теоретическими основами и методами молекулярной экологии и изучения метапопуляций, а также методологией использования молекулярно-генетических маркеров в исследования популяций и сообществ и популяционной структуры ареалов биологических видов.

Задачи:

- изучить теоретические основы молекулярной экологии, как междисциплинарного направления современных экологических исследований;
- изучить методы молекулярной экологии в связи со спецификой изучаемого объекта и поставленными задачами исследования;
- познакомиться с многообразием и особенностями использования молекулярно-генетических маркеров в экологических исследованиях;
- изучить теоретические основы концепции метапопуляционной подразделенности области обитания биологического вида, как одного из направлений современных экологических исследований;
- изучить экологические методы исследований фрагментированной среды обитания, как основы поддержания метапопуляционной структуры;
- изучить методы популяционной экологии и популяционной генетики, позволяющие вычленять и обосновывать метапопуляционный статус группировок особей..

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Молекулярная экология» относится к факультативным дисциплинам учебного плана ООП.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и готовности, полученные при изучении дисциплин «Основы статистического анализа в научных исследованиях», «Современные проблемы биологии», «История и философия науки». Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, могут быть применены в ходе научно-исследовательской деятельности и подготовки НКР (диссертации).

3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ПК-6	способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы	<i>Знать:</i> основные принципы биохимического единства органического мира, молекулярные основы наследственности и изменчивости
		<i>Уметь:</i> применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами при исследованиях генетической изменчивости и наследственности.
		<i>Владеть:</i> приемами изучения генетической изменчивости в связи с оценкой биологического разнообразия.

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ПК-7	способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	<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 на практике подходы молекулярной экологии и метапопуляционной теории.</p> <p><i>Владеть:</i> приемами выбора молекулярно-генетических методов и маркеров в связи с задачами экологических исследований</p>

**4. Структура и содержание дисциплины «Молекулярная экология»
4.1.1 Структура дисциплины (очная форма обучения)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, **72** часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (неделя)	
				Аудиторная работа			Самостоятельная Работа			Собеседование	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к ауд.занят.	Подготовка к зачету		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Раздел 1. Ведение										
1	Тема 1.1. Введение в молекулярную экологию	5	1-2	1	1				3		
2	Тема 1.2. Молекулярные маркеры в экологии	5	1-2	1	1				3		
	Раздел 2. Молекулярная экология организмов										
3	Тема 2.1. Молекулярная экология микроорганизмов	5	3-4	2	2				6		
4	Тема 2.2. Молекулярная экология растений	5	5-6	2	2				6		
5	Тема 2.3. Молекулярная экология животных	5	7-8	2	2				6		
	Раздел 3. Метапопуляционная теория										
6	Тема 3.1. Теория метапопуляций, понятия, основные положения	5	9-10	2	2				6		
7	Тема 3.2. Фрагментированность среды обитания как причина подразделенности популяций	5	11-12	2	2				6		
8	Тема 3.3. Морфо-фенотипические и молекулярно-генетические исследования метапопуляций	5	13-14	2	2				6		
9	Тема 3.4. Островная биогеография, метапопуляции и охрана природы	5	15-16	2	2				6		
10	Тема 3.5. Методы обработки метапопуляционных данных	5	17-20	2	2				6		
	Общая трудоемкость, в часах			18	18		54		54	Пром. аттест.	
										Форма	Сем
										Зач	5
										Экз	-

4.1.2 Структура дисциплины (заочная форма обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (неделя)	
				Аудиторная работа			Самостоятельная Работа			Собеседование	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к ауд.занят.	Подготовка к зачету		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Раздел 1. Ведение										
1	Тема 1.1. Введение в молекулярную экологию	5		0,5	0,5					3	
2	Тема 1.2. Молекулярные маркеры в экологии	5		0,5	0,5					4	
	Раздел 2. Молекулярная экология организмов										
3	Тема 2.1. Молекулярная экология микроорганизмов	5		1	1					7	
4	Тема 2.2. Молекулярная экология растений	5		1	1					7	
5	Тема 2.3. Молекулярная экология животных	5		1	1					7	
	Раздел 3. Метапопуляционная теория										
6	Тема 3.1. Теория метапопуляций, понятия, основные положения	5		1	1					7	
7	Тема 3.2. Фрагментированность среды обитания как причина подразделенности популяций	5		1	1					7	
8	Тема 3.3. Морфо-фенотипические и молекулярно-генетические исследования метапопуляций	5		1	1					7	
9	Тема 3.4. Островная биогеография, метапопуляции и охрана природы	5		1	1					7	
10	Тема 3.5. Методы обработки метапопуляционных данных	5		1	1					7	
	Общая трудоемкость, в часах			9	9		63		63		Пром. аттест.
											Форма Сем
											Зач 5
											Экз -

4.2. Содержание дисциплины

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Тема 1.1. Введение в молекулярную экологию

Молекулярная экология как междисциплинарный раздел эволюционной биологии, связанный с применением данных молекулярной популяционной генетики, филогенетики, геномики при решении традиционных экологических задач: диагностика видов, сохранение и оценки биоразнообразия, экологическая структура ареалов, межвидовые отношения, поведенческая экология и т.д. Цели и задачи молекулярной экологии.

Основные методы молекулярно-генетического анализа: секвенирование, мультилокусный фрагментный анализ (фингерпринт, RAPD, RFLP, ISSR-PCR, Inter-SINE PCR), монолокусный микросателлитный анализ. Микрочипы. Однонуклеотидные полиморфные ядерные сайты (SNPs).

Тема 1.2. Молекулярные маркеры в экологии

Свойства мтДНК, которые определяют ее ценность как молекулярного маркера в экологических исследованиях. Последствия исключительного материнского наследования. Гены мтДНК (Cyt B, CO I-III, ND) и гипервариабельные участки (D-loop) в экологических исследованиях. Преимущества и недостатки.

Маркеры яДНК: интронные фрагменты генов и псевдогены (гетерозиготность и полиморфизм популяций), гены X- и Y-хромосомы (отцовские линии).

Сателлитные и диспергированные повторы ДНК как экологические маркеры. Пошаговая мутационная модель (SMM). Модель бесконечного аллельного набора (IAM)

Раздел 2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ

Тема 2.1. Молекулярная экология микроорганизмов

Основные задачи молекулярной экологии микроорганизмов: идентификация видов и систематический анализ, исследования видовой и надвидовой структуры микробного сообщества, изучение и сравнительный анализ сообществ микроорганизмов по маркерным генам, исследование метагеномов. Понятие о суммарной ДНК микробного сообщества. Fish-метод идентификации микроорганизмов. Экспериментальные и мониторинговые молекулярно-экологические исследования сообществ микроорганизмов.

Тема 2.2. Молекулярная экология растений

Митохондриальная ДНК растений, низкая изменчивость и ограничения применения в качестве экологического маркера. Полиморфизм пластидной ДНК. Особенности наследования ДНК хлоропластов у покрытосеменных и голосеменных растений. Использование сведений о гаплотипическом разнообразии НК органелл в экологических исследованиях (популяционная структура, характеристика процессов опыления и распространения семян).

Тема 2.3. Молекулярная экология животных

Маркеры мтДНК в экологических исследованиях животных. Гаплотипическое разнообразие, как маркер популяционного полиморфизма. Медиальные сети, как история колонизации и экологической дифференциации вида.

Молекулярные методы определения эффективной численности популяции. Нуклеотидное и гаплотипическое разнообразие в популяции как индикатор ее благополучия. Филогеографический анализ истории формирования ареалов.

Молекулярные аспекты взаимоотношений популяций. Генетическая интрогрессия. Молекулярно-генетические методы выявления гибридов, беккроссов и следов бывших скрещиваний видов.

Эволюция генетической подразделенности популяции: сортировка линий, анцестральный полиморфизм, парафилия и реципрокная монофилия. Демографическая история популяций и теория коалесценции.

Раздел 3 МЕТАПОПУЛЯЦИОННАЯ ТЕОРИЯ

Тема 3.1. Теория метапопуляций, понятия, основные положения

Понятие метапопуляции. Подразделенность популяционной структуры ареала и фрагментированность среды обитания. Локальные популяции, характеристика, внутривидовые генетические процессы, генетическое и морфо-фенотипическое разнообразие особей, факторы устойчивости и динамики. Дрейф генов и поток генетической информации между локальными популяциями, их факторная зависимость масштаба и продолжительности. Относительная изолированность метапопуляций, обмен особями и генетической информацией. Противоречие между явлениями генетической изоляции метапопуляций и целостностью биологического вида. Метапопуляционные аспекты межвидовых отношений: метапопуляционная структура ареалов симпатрических видов как фактор изоляции и межвидовой гибридизацией. Теория метапопуляций и видообразование.

Основные методы молекулярно-генетического анализа (секвенирование, мультилокусный фрагментный анализ (фингерпринт, RAPD, RFLP, ISSR-PCR, Inter-SINE PCR), монолокусный микросателлитный анализ) и возможность их применения при изучении метапопуляций.

Тема 3.2. Фрагментированность среды обитания как причина подразделенности популяций

Фрагментированность среды обитания, ее виды (географическая, макро-, мезо- и микроландшафтная, геоботаническая, эдафическая, антропогенная) и факторы ей способствующие. Адаптации видов к фрагментированному пространству, механизмы поддержания популяционной структуры в условиях фрагментированной среды. Биотопическая приуроченность как результат их исторической адаптации биологических видов к условиям обитания. Естественная и антропогенная фрагментация среды обитания: различия масштаба, продолжительности и значения для разных групп организмов. Экологические методы исследований биотопической приуроченности видов и степени фрагментированности среды.

Тема 3.3. Морфо-фенотипические и молекулярно-генетические исследования метапопуляций

Морфологические и фенотипические маркеры в исследованиях подразделенности популяций. Спектр морфо- и фенотипов как характеристика популяции. Недоучет обмена генетической информацией между локальными популяциями и метапопуляциями при использовании морфо-фенотипических маркеров надорганизменных структур.

Гены мтДНК (Сyt B, CO I-III, ND) и гипервариабельные участки (D-loop) в экологических исследованиях метапопуляций. Преимущества и недостатки. Гаплотипическое разнообразие, как маркер популяционного полиморфизма. Медиальные сети, как история колонизации и экологической дифференциации вида.

Маркеры яДНК: интронные фрагменты генов и псевдогены (гетерозиготность и полиморфизм популяций), гены X- и Y-хромосомы (отцовские линии).

Сателлитные и диспергированные повторы ДНК как экологические маркеры. Пошаговая мутационная модель (SMM). Модель бесконечного аллельного набора (IAM)

Молекулярные методы определения эффективной численности популяции. Нуклеотидное и гаплотипическое разнообразие в популяции как индикатор ее благополучия. Филогеографический анализ истории формирования ареалов. Эволюция генетической подразделенности популяции: сортировка линий, анцестральный полиморфизм, парафилия и реципрокная монофилия. Демографическая история популяций и теория коалесценции.

Молекулярные аспекты взаимоотношений популяций. Генетическая интрогрессия. Молекулярно-генетические методы выявления гибридов, беккроссов и следов бывших скрещиваний видов.

Тема 3.4. Островная биогеография, метапопуляции и охрана природы

Модели островной биогеографии в метапопуляционной теории: «островной» эффект, экологический масштаб времени, краевой эффект, «возвратная урбанизация», расселение вида, дисперсия 1 и 2 порядка, понятие материковый «остров».

Усиление фрагментированности среды и нарушенности местообитаний. Процесс фрагментации крупных массивов природных ландшафтов и внутренняя их инсуляризация дорожно-тропиночной сетью. Компоненты динамики «островных» структур: увеличения «дробления» и изоляции «островов» (внутренний) и потеря местообитаний (внешний). Представления об антропогенной среде как о матриксе из антропогенно изменённых территорий (сельскохозяйственных, горнорудных и городских) вокруг ненарушенных мест обитания (островов). Концепция ООПТ, основные положения и правила организации.

Тема 3.5. Методы обработки метапопуляционных данных

Знакомство с статистическими программами обработки метапопуляционных данных: Arlequin, TFGA, GDA, GENE POP, GeneStrut, POPGENE. Рассчитываемые популяционные параметры и особенности анализа.

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины «Молекулярная экология» при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии:

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 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

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

2.1. *Проблемные лекции*, в ходе которых используются презентации, выполненные в среде Power-Point, и содержащие иллюстрации приводимых положений, видеофрагменты, элементы работы математических моделей – симуляций экологических закономерностей. В виде проблемных лекций с использованием медиатехнологий реализуется темы 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

При организации самостоятельной работы используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции для подготовки к зачету; темы 1 – 9)

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 семинарам: темы 2 – 9);

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

Организация изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии со следующими документами:

1. Ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по

образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А. А. Климовым от 08.04.2014 г. № АК-44/05 вн).

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

6.1. План самостоятельной работы аспирантов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов оч./заоч.
1	Введение в молекулярную экологию	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 5, 6, 8 доп.: 1, 2, 4, 6, 7, 14, 15	3/3
2	Молекулярные маркеры в экологии	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 5, 6, 8 доп.: 1, 2, 4, 6, 7, 14, 15	3/4
3-4	Молекулярная экология микроорганизмов	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 5, 6, 8 доп.: 1, 2, 4, 6, 7, 14, 15	6/7
5-6	Молекулярная экология растений	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 5, 6, 8 доп.: 1, 2, 4, 6, 7, 14, 15	3/4
7-8	Молекулярная экология животных	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 1, 2, 4 доп.: 2, 3	3/4
9-10	Теория метапопуляций, понятия, основные положения	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 5, 6, 8 доп.: 1, 2, 4, 6, 7, 14, 15	3/4
11-12	Фрагментированность среды обитания как причина подразделенности популяций	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 3, 4, 5, 8 доп.: 2 – 4, 7, 9	3/4
13-14	Морфо-фенотипические и молекулярно-генетические исследования метапопуляций	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 1, 3, 4, 5, 8 доп.: 2 – 4, 7, 9	3/4
15-16	Островная биогеография, метапопуляции и охрана природы	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 2, 3, 4, 5, 8 доп.: 2 – 4, 7, 9	3/4
17-20	Методы обработки метапопуляционных данных	<i>Подготовка к зачету</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 2, 3, 4, 5, 8 доп.: 2 – 4, 7, 9	3/4

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов – это самостоятельное изучение учебной, научной литературы по темам программы, работа с другими, в том числе электронными источниками информации.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Зачет	Раздел 1 – 3	ПК-6, ПК-7

Примерный перечень вопросов и заданий к зачету

1. Молекулярная экология как междисциплинарный раздел эволюционной биологии, задачи, методы.
2. Основные методы молекулярно-генетического анализа: секвенирование, мультилокусный фрагментный анализ (фингерпринт, RAPD, RFLP, ISSR-PCR, Inter-SINE PCR).
3. Основные методы молекулярно-генетического анализа: монолокусный микросателлитный анализ. Микрочипы. Однонуклеотидные полиморфные ядерные сайты (SNPs).
4. Митохондриальная ДНК как молекулярно-экологический маркер. Преимущества и недостатки.
5. Маркеры яДНК: интронные фрагменты генов и псевдогены (гетерозиготность и полиморфизм популяций), гены X- и Y-хромосомы (отцовские линии).
6. Сателлитные и диспергированные повторы ДНК как экологические маркеры. Модели микросателлитного анализа: пошаговая мутационная модель (SMM) и модель бесконечного аллельного набора (IAM).
7. Основные задачи молекулярной экологии микроорганизмов.
8. Понятие о суммарной ДНК микробного сообщества. Fish-метод идентификации микроорганизмов.
9. Экспериментальные и мониторинговые молекулярно-экологические исследования сообществ микроорганизмов.
10. Митохондриальная ДНК растений, низкая изменчивость и ограничения применения в качестве экологического маркера.
11. Полиморфизм пластидной ДНК. Особенности наследования ДНК хлоропластов у покрытосеменных и голосеменных растений.
12. Использование сведений о гаплотипическом разнообразии НК органелл в экологических исследованиях.
13. Маркеры мтДНК в экологических исследованиях животных. Гаплотипическое разнообразие, как маркер популяционного полиморфизма.
14. Медиальные сети, как история колонизации и экологической дифференциации вида.
15. Молекулярные методы определения эффективной численности популяции. Нуклеотидное и гаплотипическое разнообразие в популяции как индикатор ее благополучия.
16. Филогеографический анализ истории формирования ареалов.
17. Молекулярные аспекты взаимоотношений популяций. Генетическая интрогрессия.
18. Молекулярно-генетические методы выявления гибридов, беккроссов и следов былых скрещиваний видов.

19. Эволюция генетической подразделенности популяции: сортировка линий, анцестральный полиморфизм, парафилия и реципрокная монофилия.
20. Демографическая история популяций и теория коалесценции.
21. Понятие метапопуляции. Подразделенность популяционной структуры ареала и фрагментированность среды обитания.
22. Локальные популяции, характеристика, внутрипопуляционные процессы, факторы устойчивости и динамики.
23. Дрейф генов и поток генетической информации между локальными популяциями. Относительная изолированность метапопуляций.
24. Противоречие между явления генетической изоляцией метапопуляций и целостностью биологического вида.
25. Метапопуляционные аспекты межвидовых отношений. Теория метапопуляций и видообразование.
26. Основные методы молекулярно-генетического анализа и возможность их применения при изучении метапопуляций.
27. Фрагментированность среды обитания, ее виды и факторы ей способствующие.
28. Адаптации видов к фрагментированному пространству.
29. Биотопическая приуроченность как результат их исторической адаптации биологических видов к условиям обитания.
30. Естественная и антропогенная фрагментация среды обитания.
31. Экологические методы исследований биотопической приуроченности видов и степени фрагментированности среды.
32. Морфологические и фенотипические маркеры в исследования подразделенности популяций.
33. Маркеры яДНК: интронные фрагменты генов и псевдогены (гетерозиготность и полиморфизм популяций), гены X- и Y-хромосомы (отцовские линии).
34. Сателлитные и диспергированные повторы ДНК как экологические маркеры. Пошаговая мутационная модель (SMM). Модель бесконечного аллельного набора (IAM)
35. Молекулярные методы определения эффективной численности популяции.
36. Модели островной биогеографии в метапопуляционной теории. Особенности процесса фрагментации крупных массивов природных ландшафтов и внутренняя их инсуляризация дорожно-тропиночной сетью.
37. Компоненты динамики «островных» структур.
38. Метапопуляционные представления об антропогенной фрагментации ареала.
39. Концепция ООПТ и молекулярная экология, основные точки соприкосновения.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Генгин М.Т. Основы биохимии и молекулярной биологии : учеб. пособ. по биохимии. - 2-е изд. - Пенза : ПГПУ, 2012. - 174 с. (Библиотека ПГУ, 30 экз.)
2. Инге-Вечтомов С.Г.. Генетика с основами селекции. М.: Высшая школа. 1989. 591 с. Ил. (Библиотека ПГУ, 5 экз.)
3. Шилов И.А. Экология: Учеб. для биол. и мед. спец. вузов. М.: Высшая школа, 2001, 2003. 512 с. Ил. (Библиотека ПГУ, 30 экз.)
4. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. М.: Дрофа. 2004. 416 с. Ил. (Библиотека ПГУ, 30 экз.)
5. Воронина О.Л., Кунда М.С., Лунин В.Г., Гинцбург А.Л. Мультилокусное секвенирование - информативный подход молекулярной экологии. Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 2010. № 4. С. 7-10.
https://elibrary.ru/download/elibrary_15618232_67496621.pdf

6. 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>
7. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Д. Уолкер. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 855 с. https://e.lanbook.com/book/66244?category_pk=7799#book_name

7.2. Дополнительная литература:

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяции. – М.: Наука. 1983. 278 с. Ил. (Библиотека ПГУ, 1 экз.)
2. Мегглер Л., Грегг Т. Генетика популяций и эволюция. – М.: Мир. 1972. 323 с. Ил. (Библиотека ПГУ, 1 экз.)
3. Абрамсон Н.И. Молекулярные маркеры, филогеография и поиск критерия разграничения видов. Труды Зоологического института РАН. 2009. Т. 313. № S1. С. 185-198. https://elibrary.ru/download/elibrary_12917844_81377847.pdf
4. Аппель, Б. Нуклеиновые кислоты: От А до Я. [Электронный ресурс] / Б. Аппель, Б.И. Бенеке, Я. Бененсон. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 324 с. https://e.lanbook.com/book/66241?category_pk=7799#book_name
5. 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>
6. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. / Учебное пособие для вузов, 4-е изд., стер. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 479 с.: ил. (Библиотека ПГУ, 1 экз.)
7. Инге-Вечтомов С.Г. Экологическая генетика и теория эволюции. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2009. Т. 13. № 2. С. 362-371.
https://elibrary.ru/download/elibrary_12866967_75542733.pdf
8. 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
9. 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>
10. Лукашов, В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2009. — 256 с. https://e.lanbook.com/book/8791?category_pk=7799#book_name
11. Ратнер В.А. Молекулярная эволюция // Соросовский образовательный журнал, 1998, №3, с. 41-47. http://window.edu.ru/resource/452/20452/files/9803_041.pdf
12. 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>
13. Степановских, А. С. Биологическая экология. Теория и практика [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям / А. С. Степановских. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 791 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=390458>
14. 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
15. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 4-2. С. 1044-1054.
https://elibrary.ru/download/elibrary_21170060_34173715.pdf
16. Холодова М.В. Сравнительная филогеография: молекулярные методы, экологическое осмысление. Молекулярная биология. 2009. Т. 43. № 5. С. 910-917.
https://elibrary.ru/download/elibrary_12902012_28729989.pdf

17. «Russian Journal of Ecosystem Ecology» – международный научный рецензируемый периодический электронный журнал https://e.lanbook.com/journal/2677#journal_name

7.3. Интернет-ресурсы

1. Библиографический указатель «Экологическая информация» <http://ecoinformatica.srcc.msu.ru/>
2. Вавиловский журнал генетики и селекции <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/>
3. Вавиловское общество генетиков и селекционеров (ВОГиС) <http://www.vogis.org/>
4. Важнейшие методы молекулярной биологии и генной инженерии: <http://biomolecula.ru/content/955>
5. Видео материалы по генетике, презентации <http://med-edu.ru>
6. Всероссийский экологический портал <http://ecoportal.su/>
7. Журнал «Молекулярная биология» <http://www.maik.ru/ru/journal/molrus/>
8. Журнал общей биологии. Молекулярная биология: <http://elementy.ru/genbio/molecular>
9. Журнал «Экологическая генетика» <http://ecolgenet.ru/>
10. Институт молекулярной генетики РАН <https://www.img.ras.ru/ru>
11. Институт цитологии и генетики СО РАН <http://www.bionet.nsc.ru/>
12. Исследование динамических характеристик ДНК. Сайт С. Л. Гроховского (ИМБ РАН) <http://groh.ru/imb/>
13. Каталог книг по молекулярной биологии: <http://www.bio-cat.ru/?razdel=11>
14. Кафедра молекулярной биологии МГУ: <http://www.bio.msu.ru/dict/view.php?ID=13>
15. Методы молекулярной биологии: <http://molbiol.edu.ru/protocol/>
16. Молекулярная экология как основа современной методологической базы оценки состояния окружающей среды http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2010/2010_1_1103_1107.pdf
17. Наука в Рунете: Молекулярная биология http://elementy.ru/catalog/t73/Molekulyarnaya_biologiya
18. Наука в Рунете: Экология <http://elementy.ru/catalog/t79/Ekologiya?page=1>
19. Научно-образовательный портал «Фундаментальная экология» <http://www.sevin.ru/fundecology/>
20. Научно-популярный образовательный журнал «Экология и жизнь»: <http://www.ecolife.ru/>
21. Организация и экология сообществ: <http://www.nat.cross-ipk.ru/body/ecology/ecology/chap04.htm>
22. Основы молекулярной биологии: http://biomed.szgmu.ru/SZGMU_SITE/M_Cell_Biology/Fundamentals_of_Molecular_Biology.html
23. Практическая молекулярная биология: <http://molbiol.edu.ru/>
24. Программа СО РАН «Геномика, протеомика, бionформатика» <http://www.bionet.nsc.ru/bioinf/>
25. Рефераты лучших обзорных иностранных статей по генетике на русском языке <http://genetics.rusmedserv.com/refer>
26. Сайт «Биомолекула.ру»: <http://biomolecula.ru/>
27. Сайт «Molbiol.ru»: <http://molbiol.ru/>
28. Сайт «Системная экология» <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/default.htm>
29. Синэкология – экология сообществ: <http://cito-web.yspu.org/link1/metod/met20/node18.html>
30. Чемерис А.В., Ахунов Э.Д., Вахитов В.А. Секвенирование ДНК <http://ibg.anrb.ru/chemeris.html>
31. Школа молекулярной и теоретической биологии: <http://molbioschool.com/>
32. Экологическая генетика http://genetics.kemsu.ru/Content/userfiles/files/Ecological_genetics.pdf

33. Экологический ресурс «Biodat.ru» <http://biodat.ru/>
34. Экологический энциклопедический словарь
<http://www.cnshb.ru/AKDiL/0039/default.shtm>
35. Экология сообществ (сайт «Экология-справочник»): <http://ru-ecology.info/term/26252/>
36. Экосистема (сайт «Grandars.ru»):
<http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/ekosistema.html>
37. Bioinformatics resource portal: <https://www.expasy.org/genomics>
38. Rus-bol и российская программа "Штрихкодирование живых организмов на основе ДНК" <http://www.wimb.dvo.ru/misc/barcoding/index.htm>
39. The Barcode of Life: <http://www.boldsystems.org/>
40. The National Center for Biotechnology Information <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

7.4. Программное обеспечение:

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные лаборатории (ауд. 15-101, 104) мультимедийная система стационарная (мультимедийный проектор, экран, компьютер). Электронные презентации по теме курса в формате программных приложений MS Office Power Point и MS Office Word. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и практических занятий, необходим браузер MS Internet Explorer 6.0 и выше.

**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
2016 - 2017	Пр. №1 от 02.09.2016 <i>С.В.</i>	Переутверждение программы	нет	нет	нет
2017 - 2018	Пр. №1 от 31.08.2017 <i>С.В.</i>	Замена списка литературы	12-15	нет	нет
2018 - 2019	Пр. №1 от 31.08.2018 <i>С.В.</i>	Программа переутверждена	нет	нет	нет