

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
**Проректор**  
**по образовательной деятельности**

А. Панфилов

2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ГЕНЕТИКА**

Направление подготовки — 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Профиль/программа подготовки — Биология. География.

Уровень высшего образования — бакалавриат.

Форма обучения — очная.

Семестр	Трудоёмкость зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен / зачёт / зачёт с оценкой)
9	4 / 144	24		24	51	экзамен (45 ч)
Итого	4 / 144	24		24	51	экзамен (45 ч)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** — усвоение студентами закономерностей наследственности и изменчивости живых организмов на организменном клеточном, хромосомном, молекулярном популяционном уровнях организации и использование их в разных областях практической деятельности человека: селекции, медицине, клеточной и геномной инженерии, биотехнологии.

### **Задачи:**

- изучить специфику классической генетики и новейших методов, позволяющих изучать материальные основы наследственности и изменчивости на молекулярном уровне,
- изучить цитологические основы полового и бесполого размножения,
- изучить закономерности наследования и принципы наследственности, наследования при взаимодействии и сцеплении генов, нехромосомное наследование,
- изучить разные виды наследственной и ненаследственной изменчивости, ее принципы и методы изучения,
- дать представление о природе гена и эволюции представлений о гене, о молекулярных механизмах реализации наследственной информации,
- изучить генетические основы онтогенеза, эволюции и селекции,
- изучить генетику человека, методы ее изучения и проблемы медицинской генетики,
- научить студентов применять полученные теоретические знания в практической работе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Генетика» относится к обязательной части учебного плана. Пререквизиты дисциплины: «Цитология и гистология», «Биологическая химия», «Молекулярная биология», «Физиология человека и животных».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП:

<b>Код формируемых компетенций</b>	<b>Уровень освоения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)</b>
ПК-2 (способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики)	частичное освоение	<i>Знать:</i> современные образовательные технологии, конкретные методики обучения учебному предмету «Биология». <i>Уметь:</i> осуществлять анализ учебного материала при реализации учебных программ, определять структуру и содержание учебных занятий при реализации учебных программ. <i>Владеть:</i> категориально-понятийным аппаратом современной теории и методики обучения биологии, способами и технологиями диагностирования достижений обучающихся.
ПК-4 (способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов)	частичное освоение	<i>Знать:</i> основные методы использования образовательной среды для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения и обеспечения качества учебного процесса средствами биологии. <i>Уметь:</i> формировать образовательную среду школы в целях достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами биологии; использовать образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании биологии. <i>Владеть:</i> содержательной интерпретацией и адаптацией теоретических знаний по биологии для решения образовательных задач; конструктивными умениями как одним из главных аспектов профессиональной культуры будущего учителя биологии; материалом учебной дисциплины на уровне, позволяющем формулировать и решать задачи, возникающие в ходе учебной деятельности по биологии.

## 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование тем и / или разделов дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС			
1	Предмет и история развития генетики	9	7	2			2			
2	Генетический анализ. Менделизм	9	8	2		2	2	2 / 50%		
3	Цитологические основы наследственности	9	9	2		2	6	2 / 50%		
4	Молекулярные основы наследственности. Регуляция генной активности	9	10	2		2	6	2 / 50%	Рейтинг-контроль 1	
5	Взаимодействие аллельных и неаллельных генов	9	11	2		4	4	2 / 33%		
6	Генотип и фенотип. Модификации и норма реакции	9	12	2		2	4	1 / 25%		
7	Генетика пола	9	13	2		2	4	1 / 25%		
8	Теория гена. Структура генома. Хромосомная теория наследственности Т. Моргана. Сцепленное наследование и кроссинговер	9	14	2		4	6	2 / 33%		
9	Нехромосомная наследственность	9	15	2		2	4	1 / 25%	Рейтинг-контроль 2	
10	Изменчивость, ее причины и методы изучения	9	16	2		2	6	2 / 50%		
11	Генетические основы онтогенеза	9	17	2			5			
12	Генетика популяций и генетические основы эволюции	9	18	2		2	2	1 / 25%	Рейтинг-контроль 3	
<b>Всего за 9-й семестр</b>						<b>24</b>	<b>24</b>	<b>51</b>	<b>16 / 33%</b>	<b>Экзамен (45 ч)</b>
<b>Наличие в дисциплине КИ/КР</b>										
<b>Итого по дисциплине</b>						<b>24</b>	<b>24</b>	<b>51</b>	<b>16 / 33%</b>	<b>Экзамен (45 ч)</b>

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Тема 1. Предмет и история развития генетики

Предмет генетики. Понятие о наследственности и изменчивости. Место генетики среди биологических наук. Истоки генетики. Понятия: ген, генотип и фенотип. Фенотипическая и генотипическая изменчивость, мутации. Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции (Н. И. Вавилов, А. С. Серебровский, Н. К. Кольцов, Ю. А. Филипченко, С. С. Четвериков и др.). Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии.

#### Тема 2. Генетический анализ. Менделизм

Гибридологический метод как основа генетического анализа. Принципиальное значение метода генетического анализа, разработанного Г. Менделем. Анализ наследования отдельных альтернативных пар признаков, использование константных чистотелинейных родительских форм, индивидуальный анализ потомства гибридов, количественная оценка резуль-

татов скрещивания. Генетические символы, термины (ген, аллель, признак, аллели дикого типа и мутантные и их обозначение, гаметы, гомозигота и гетерозигота, фенотип и генотип). Правила записи скрещивания. Моногибридное скрещивание. Первый закон Г. Менделя. Особенности методических подходов. Доминантные и рецессивные признаки. Явление гомозиготности и гетерозиготности. Реципрокное скрещивание. Второй закон Г. Менделя. Характер расщепления признаков во втором поколении по генотипу и фенотипам. Полное и неполное доминирование. Представление об аллелях. Множественный аллелизм. Генетическая основа множественного аллелизма. Правило чистоты гамет. Цитологические механизмы расщепления. Условия выполнения 2-го закона Г. Менделя. Проверка закона методом  $\chi^2$ . Анализирующее скрещивание и его значение для генетического анализа. Возвратное скрещивание. Генетические символы и термины. Дигибридное и полигибридное скрещивания. Особенности наследования признаков при ди- и полигибридном скрещивании. Принципы независимого наследования. Третий закон Менделя. Расщепление по генотипу и фенотипу. Математические формулы расщепления (определение возможного числа гамет, генотипов, фенотипов, генотипических классов) при полигибридном скрещивании. Расчет частоты появления определенных генотипов потомства при ди- и тригибридном скрещивании. Наследование при дигибридном, полигибридном и анализирующем скрещиваниях.

### **Тема 3. Цитологические основы наследственности**

Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая и постсинтетическая фазы. Значение этих фаз в жизни клеток. Деление прокариотических клеток. Общая схема непрямого деления (митоза) эукариотических клеток. Митоз у простейших. Митоз у клеток животных и растений. Стадии митоза, их продолжительность и характеристика. Механизм движения хромосом. Цитокинез у животных и растительных клеток: образование клеточной перетяжки и фрагмопласта. Судьба клеточных органелл в процессе деления клетки. Метаболизм делящейся клетки. Регуляция митоза, вопрос о пусковом механизме митоза. Типы митоза. Отклонения от нормального митоза. Понятие о кариотипе и генетических картах. Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Биологический смысл мейоза. Мейоз у животных и растений. Хромосомы типа ламповых щеток. Различия между митозом и мейозом. Эндомитоз и соматическая полиплоидия. Политения: политенные хромосомы. Отклонения от типичного мейоза.

### **Тема 4. Молекулярные основы наследственности. Регуляция генной активности**

Репликация ДНК у про- и эукариот. Биосинтез ДНК: механизм биосинтеза. Субстраты, источники энергии, матрица, ферменты и белки ДНК-репликативного комплекса. Стадии синтеза ДНК: инициация, элонгация, терминация. Особенности инициации синтеза у прокариот и эукариот: *ori*-центр, необходимость наличия праймера для ДНК-полимеразы. Элонгация синтеза ДНК: репликация и соединение друг с другом синтезированных участков. Способы преодоления антипараллельности ДНК: фрагменты Оказаки, модель А. Корнберга. Амплификация генов у дрожжей и лягушки. Репликация теломер. Репарация ДНК. Проблемы стабильности генетического материала. Типы структурных повреждений в ДНК и репарационные процессы. Генетический контроль и механизмы эксцизионной и пострепликативной репарации, репарация неспаренных оснований, репаративный синтез ДНК. Роль репарационных систем в обеспечении генетических процессов. Нарушения в процессах репарации как причина наследственных молекулярных болезней. Процессы рекомбинации у вирусов, про- и эукариот. Рекомбинация: гомологический кроссинговер, сайт-специфическая рекомбинация, транспозиции. Доказательство механизма общей рекомбинации по схеме «разрыв-воссоединение». Молекулярная модель рекомбинации по Холлдею, Мезельсону-Реддингу, Жостаку. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация: схема интеграции и исключения ДНК фага лямбда. Генетический контроль и механизмы процессов транспозиции. Генетический контроль мутационного процесса. Связь мутабельности с функциями аппарата репликации. Механизмы спонтанного мутагенеза; гены мутаторы и антимутаторы. Механизмы действия аналогов оснований, азотистой кислоты, акридиновых красителей, алкилирующих агентов. Понятие о мутагенных индуцибельных путях репарации; УФ-мутагенез. Мутагенез, опосредованный через процессы рекомбинации. Механизмы автономной нестабильно-

сти генома, роль мобильных генетических элементов. Транскрипция ДНК. Биосинтез РНК: механизм синтеза. Участие ферментов в синтезе РНК, строение РНК-полимеразы и роль ω-субъединицы в узнавании промотора ДНК. Этапы синтеза РНК: инициация, элонгация и терминация. Первичные транскрипты и их посттранскрипционный процессинг РНК. Структура транскрибируемой области гена у про- и эукариот. Основные этапы биосинтеза белка. Регуляция биосинтеза белка Матричный механизм биосинтеза белка. Этапы биосинтеза белка: активация аминокислот, инициация, элонгация, терминация; сворачивание и процессинг полипептидной цепи. Активация аминокислот у прокариот и эукариот. Особенности инициации у прокариот и эукариот: факторы инициации, инициаторная тРНК, старт кодон мРНК. Элонгация полипептидной цепи: факторы элонгации, роль ГТФ. Терминация синтеза полипептидной цепи: факторы терминации, стоп-кодоны мРНК. Сворачивание и процессинг белка: роль некаталитических белков — шаперонов и шаперонинов — в сворачивании белка; метилирование, фосфорилирование и др. реакции; протеолитическое расщепление полипептидной цепи. Генетический код. Биологический код - способ перевода четырехзначной нуклеотидной последовательности. Свойства биологического кода. Регуляция белкового синтеза: негативная (на примере индукции lac-оперона и репрессии trp-оперона) и позитивная регуляция. Ферменты и белковые факторы и транскрипции. Этапы транскрипции. Элонгация. Терминация. Процессинг. Регуляция транскрипции у прокариот. Оперон. Промотор. Оператор. Лактозный оперон. Регуляция экспрессии генов эукариот. Специфическая регуляция генной активности. Эnhансеры. Сайленсеры. Транскрипционные факторы. Факторы транскрипции и ядерный матрикс. Метилирование оснований ДНК. Импринтинг. Неспецифическая регуляция генной активности. Компенсация дозы генов. Современная теория инактивации X-хромосомы. Регуляция генной активности на уровне репликации. Трансляционная и посттрансляционная регуляция генной экспрессии.

#### **Тема 5. Взаимодействие аллельных и неаллельных генов**

Неполное доминирование. Особенности расщепления по генотипу и фенотипу при моно- и дигибридном скрещивании. Кодоминирование. Особенности расщепления признаков. Характер наследования группы крови у человека. Летальное действие гена и особенности расщепления признаков. Отклонения от менделевских расщеплений при ди- и полигенном контроле признаков. Неаллельные взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерия. Биохимические основы неаллельных взаимодействий. Особенности наследования количественных признаков (полигенное наследование). Использование статистических методов при изучении количественных признаков. Представление о генотипе как сложной системе аллельных и не аллельных взаимодействий генов. Плейотропное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность.

#### **Тема 6. Генотип и фенотип. Модификации и норма реакции**

Генотип. Фенотип. Феногенетика. Вариация проявления наследственных признаков в индивидуальном развитии организмов. Геногормоны. Гетерогенные группы. Генокопии и фенокопии. Гипоморфизм. Антиморфизм. Геоморфизм. Пенетрантность. Экспрессивность. Специфичность. Модификация, норма реакции.

#### **Тема 7. Генетика пола**

Генетика пола и сцепленное с полом наследование. Биология пола у животных и растений, первичные и вторичные половые признаки. Относительная сексуальность у одноклеточных организмов. Хромосомная теория определения пола. Гомо- и гетерогаметный пол. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Гинандроморфизм. Балансовая теория определения пола. Половой хроматин. Генетическая бисексуальность организмов. Проявление признаков пола при изменении баланса половых хромосом и аутосом. Интерсексуальность. Дифференциация и переопределение пола в онтогенезе. Гены, ответственные за дифференциацию признаков пола. Естественное и искусственное (гормональное) переопределение пола. Соотношение полов в природе и проблемы его искусственной регуляции. Практическое значение регуляции соотношения полов в шелководстве и др. Наследование признаков, сцепленных с полом при гетерогаметности мужского и женского пола в ре-

ципрокных скрещиваниях. Наследование «крест-накрест» («крисс-кросс»). Характер наследования признаков при нерасхождении половых хромосом как доказательство роли хромосом в передаче наследственной информации.

## **Тема 8. Теория гена. Структура генома. Хромосомная теория наследственности Т. Моргана. Сцепленное наследование и кроссинговер**

Представление школы Моргана о строении и функции гена. Функциональный и рекомбинационный критерии аллелизма. Множественный аллелизм. Мутационная и рекомбинационная делимость гена. Работы школы Серебровского по ступенчатому аллелизму. Псевдоаллелизм. Функциональный тест на аллелизм (цис-транс-тест). Исследование тонкой структуры гена на примере фага T4 (Бензер). Сопоставление физических и генетических размеров единиц карты для установления размеров гена и минимальной единицы мутирования и рекомбинации. Ген как единица функции (цистрон). Явление межallelельной комплементации, относительность критериев аллелизма. Молекулярно-генетические подходы в исследовании тонкого строения генов. Перекрытие генов в одном участке ДНК. Интрон-экзонная организация генов эукариот, сплайсинг. Структурная организация генома эукариот. Классификация повторяющихся элементов генома. Семейства генов. Регуляторные элементы генома. Молекулярно-генетические методы картирования генома. Проблемы происхождения и молекулярной эволюции генов. Особенности микроорганизмов как объекта генетических исследований. Организация генетического аппарата у бактерий. Представление о плаزمиде, эпизомах и мигрирующих генетических элементах (инсерционные последовательности, транспозоны). Методы, применяемые в генетическом анализе у бактерий и бактериофагов: клональный анализ, метод селективных сред, метод отпечатков и др. Особенности процессов, ведущих к рекомбинации у прокариот. Конъюгация у бактерий: половой фактор кишечной палочки. Методы генетического картирования при конъюгации. Кольцевая карта хромосом прокариот. Генетическая рекомбинация при трансформации. Трансдукция у бактерий. Общая и специфическая трансдукция. Использование трансформации и трансдукции для картирования генов. Расщепление в потомстве гибрида при сцепленном наследовании и отличие его от наследования при плеiotропном действии гена. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана. Генетическое доказательство перекреста хромосом. Величина перекреста и линейная генетическая дискретность хромосом. Одинарный и множественный перекресты хромосом. Понятие об интерференции и коинциденции. Определение групп сцепления. Соответствие числа групп сцепления гаплоидному числу хромосом. Локализация гена. Цитологическое доказательство кроссинговера. Учет кроссинговера при тетрадном анализе. Перекрест на хроматидном уровне. Гипотетические механизмы перекреста. Мейотический и митотический кроссинговер. Соматический мозаицизм. Неравный кроссинговер. Сравнение цитологических и генетических карт хромосом. Влияние структуры хромосом пола и функционального состояния организма на частоту кроссинговера. Генетический контроль конъюгации хромосом и частоты кроссинговера. Влияние факторов внешней среды на кроссинговер. Роль перекреста хромосом и рекомбинации генов в эволюции и селекции растений, животных и микроорганизмов. Генетические карты, принцип их построения у эукариот. Использование данных цитогенетического анализа для локализации генов. Цитологические карты хромосом. Построение физических карт хромосом с помощью методов молекулярной биологии.

## **Тема 9. Нехромосомная наследственность**

Относительная роль саморепродуцирующихся органоидов цитоплазмы и ядра в наследовании. Особенности нехромосомного (цитоплазматического) наследования и методы его изучения. Плазмидное наследование. Содержащие ДНК цитоплазматические органоиды клетки. Наследование через пластиды и митохондрии. Особенности организации генома митохондрий. Материнский эффект цитоплазмы. Наследование завитка у моллюсков. Пластидная наследственность. Наследование пестролистности у растений. Наследование устойчивости к антибиотикам у хламидомонады. Митохондриальная наследственность. Наследование дыхательной недостаточности у дрожжей и нейроспоры. Взаимодействие ядерных и внеядерных генов. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений. Инфекционные фак-

торы внеядерной наследственности. Наследование капчастииц у парамеций при разных способах размножения (при нормальной и продленной конъюгации, при аутогамии). Наследование сигма-фактора у дрозофилы. Плазмидное наследование. Свойства плазмид: трансмиссивность, несовместимость, детерминирование признаков устойчивости к антибиотикам и другим лекарственным препаратам, образование колицинов и др. Использование плазмид в генетических исследованиях.

### **Тема 10. Изменчивость, ее причины и методы изучения**

Классификация изменчивости. Понятие о наследственной генотипической изменчивости (комбинативная и мутационная) и ненаследственной генотипической (модификационная, онтогенетическая) изменчивости. Наследственная изменчивость организмов как основа эволюции. Роль модификационной изменчивости в адаптации организмов и значение ее для эволюции. Мутационная изменчивость. Принципы классификации мутаций (по изменению фенотипа, по адаптивному значению). Понятие о биологической и хозяйственной полезности мутационного изменения признака. Генетические коллекции мутантных форм и их использование в частной генетике растений, животных и микроорганизмов. Значение мутаций для генетического анализа различных биологических процессов. Классификация мутаций по характеру изменений генотипа. Генные мутации. Множественный аллелизм. Хромосомные мутации. Цитологические методы обнаружения хромосомных перестроек. Механизмы возникновения хромосомных перестроек. Значение хромосомных перестроек в эволюции. Геномные мутации (полиплоидия, автополиплоидия, аллополиплоидия). Значение полиплоидии в эволюции и селекции растений. Анеуплоидия. Цитоплазматические мутации, их природа и особенности. Индуцированный мутационный процесс. Влияние ультрафиолетовых лучей, ионизирующих излучений, температуры, химических и биологических агентов на мутационный процесс. Основные характеристики радиационного и химического мутагенеза. Генетические последствия загрязнения окружающей среды физическими и химическими мутагенами. Количественные методы учета мутаций на разных объектах. Чувствительные тест-системы для выявления мутагенов среды и оценки степени генетического риска. Роль физиологических и генетических факторов в определении скорости спонтанного и индуцированного мутационного процесса. Репарация ДНК. Типы репарации. Ферменты репарации, этапы процессов. Репарация ДНК как механизм поддержания стабильности генетического аппарата клетки. Генетический контроль рекомбинации. Молекулярные механизмы рекомбинации. Ферменты и этапы процесса рекомбинации. Молекулярные механизмы мутагенеза. Мутации как ошибки в осуществлении процессов репликации, репарации и рекомбинации. Молекулярная основы генных мутаций — замены нуклеотидных пар, сдвиги рамки считывания. Специфичность действия мутагенов и проблема направленного мутагенеза. Модификационная изменчивость. Понятие о норме реакции. Математический метод при изучении модификационной изменчивости.

### **Тема 11. Генетические основы онтогенеза**

Онтогенез как реализация программы развития в определенных условиях внешней и внутренней среды. Генетические основы дифференцировки. Первичная дифференциация цитоплазмы яйцеклетки до оплодотворения, преддетерминация общего плана развития. Генетическая регуляция процессов пролиферации в онтогенезе. Особенности воспроизведения хромосомного материала в связи с функциональным состоянием клеток и тканей. Политения и полиплоидия в связи с процессом дифференцировки в онтогенезе многоклеточных. Эндоредупликация хромосом, амплификация генов. Ядерный дуализм и полиплоидия микронуклеуса у инфузорий. Функциональные изменения хромосом в онтогенезе. Функциональная гетерохроматизация хромосом. Хромомеры как единица транскрипции (пуфы, ламповые щетки). Регуляция активности генов в связи с деятельностью желез внутренней секреции. Действие и взаимодействие генов. Цепи биосинтеза. Время действия гена. Трансплантация ядер как метод изучения действия генов. Гибридизация соматических клеток как метод анализа действия генов. Трансплантация тканей как метод изучения действия генов и дифференцировки. Генетические основы совместимости и несовместимости тканей. Генотип и фенотип. Управление онтогенезом. Роль витаминов, гормонов и других биологически активных соединений

в индивидуальном развитии и их значение для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и растений. Понятие об экспрессивности и пенетрантности гена. Значение единства внешней и внутренней среды в развитии организма. Онтогенетическая изменчивость. Онтогенетическая адаптация, значение генотипа в обеспечении пластичности организма на разных стадиях развития. Поведение животных как один из механизмов онтогенетической адаптации. Генетика поведения. Дискретность онтогенеза. Стадии и критические периоды в развитии. Влияние экстремальных факторов внешней среды на процесс развития. Тератогенез, морфозы и фенкопии. Системный контроль генетических процессов.

### **Тема 12. Генетика популяций и генетические основы эволюции**

Популяция и ее генетическая структура. Популяция организмов с перекрестным размножением и самооплодотворением. Учение В. Иогансена о популяциях и чистых линиях. Наследование в популяциях. Генетическое равновесие в панмиктической менделевской популяции и его теоретический расчет в соответствии с законом Харди-Вайнберга. Факторы генетической динамики популяций. Роль инбридинга в динамике популяций. Процесс гомозиготизации. Роль мутационного процесса в генетической динамике популяций (С. С. Четвериков). Мутационный груз в популяциях. Возрастание мутационного груза в популяциях в связи с загрязнением окружающей среды физическими и химическими мутагенами. Ненаправленность мутационного процесса. Популяционные волны (дрейф генов), их специфичность и роль в динамике генных частот. Действие отбора как направляющего фактора эволюции популяций. Понятие об адаптивной (селективной) ценности генотипов и о коэффициенте отбора. Генетические факторы изоляции (хромосомные перестройки, авто- и аллополиплоидия). Генетический гомеостаз и его механизмы. Гетерозиготность в популяции. Наследственный полиморфизм популяций. Изоферменты и биохимический метод анализа полиморфизма популяций. Переходный и сбалансированный полиморфизм. Значение генетики в развитии эволюционной теории. Значение генетики популяций для экологии и биогеоценологии. Значение генетики популяций в комплексе проблем охраны природы. Меры по сохранению генофонда планеты.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

**Тема 1.** Законы Менделя. Анализ наследования в первом и втором поколениях гибридов. Статистический анализ результатов методом  $\chi^2$ .

**Тема 2.** Решение задач по молекулярной генетике.

**Тема 3.** Взаимодействие аллельных генов.

**Тема 4.** Взаимодействие неаллельных генов.

**Тема 5.** Структура гена. Сцепление генов и кроссинговер.

**Тема 6.** Решение задач на полное и неполное сцепление генов (простой перекрест). Решение задач на двойной и множественный перекрест. Составление генетических карт хромосом.

**Тема 7.** Наследование признаков, сцепленных с полом.

**Тема 8.** Нехромосомная наследственность. Решение задач на цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС).

**Тема 9.** Изменчивость. Изучение постоянных препаратов по хромосомным перестройкам и мутациям мухи дрозофилы.

**Тема 10.** Генетическая структура популяций. Генетическая динамика популяций. Вычисление коэффициента отбора.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Генетика» используются разнообразные образовательные технологии — как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.



Активные и интерактивные методы обучения: интерактивная лекция (темы № 2, 5, 7), групповая дискуссия (темы № 8, 10, 12), применение имитационных моделей (тема № 3), разбор конкретных ситуаций (темы № 4, 6, 7, 8, 9).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Задания к рейтинг-контролю**

#### ***Рейтинг-контроль 1***

1. Что значит гены сцеплены 1) находятся в одной хромосоме 2) в разных хромосомах 3) не имеют постоянной локализации.
2. Как наследуются сцепленные гены 1) вместе 2) независимо 3) отдельно.
3. Что такое кроссинговер 1) перекрест хромосом 2) конъюгация хромосом 3) обмен гомологичными участками.
4. Понятие об анализирующем скрещивании 1) возвратное скрещивание F<sub>1</sub> с рецессивным родителем 2) возвратное скрещивание F<sub>1</sub> с доминантным родителем 3) возвратное скрещивание F<sub>1</sub> с гетерозиготой.
5. Что показали опыты Бетсона и Пеннета поставленные на душистом горошке 1) отклонение от менделевских расщеплений 2) независимое наследование 3) полное сцепление генов.
6. Что показывает процент перекреста 1) количество особей и гамет, образовавшихся в результате перекреста 2) силу интерференции 3) коинциденцию.
7. Типы кроссинговера 1) митотический, мейотический 2) амитотический, эндомитотический 3) равный.
8. Роль кроссинговера в эволюции 1) является формообразовательным процессом 2) предоставляет материал для отбора 3) происходит перекрест хромосом.
9. Сущность хромосомной теории 1) гены находятся в хромосоме в линейном порядке 2) гены не имеют постоянной локализации 3) гены сцеплены.
10. Гены АВ сцеплены и показывают 40 % перекреста. Какие будут кроссоверные гаметы и сколько их 1) АВ, ав (40%) 2) Ав – 20% и аВ – 20% 3) АВ – 30%, ав – 30%.
11. Рассчитать % перекреста, если в потомстве было особей с двумя доминантами 500 растений, рецессивными 400 растений, одним доминантом -50, другим доминантом -45 1) 5 2) 9 3) 10.
12. Что наблюдается при двойном перекресте, если гены далеко расположены от друга 1) изменяют свое положение 2) не изменяют своего положения 3) переходят из доминантного в рецессивное состояние.
13. Рассчитать количество гамет, если гены АВ сцеплены и показывают 10% перекреста. 1) АВ – 45, ав – 45, Ав – 5, аВ – 5 2) АВ – 40, ав – 40, Ав – 10, аВ – 10 3) АВ – 35, ав – 35, Ав – 15, аВ – 15.
14. Сколько типов гамет образует тригетерозигота (АВС) (авс) 1) 3 2) 4 3) 8.
15. Как определяется пол в генетике 1) по половым хромосомам 2) по аутосомам 3) по соотношению половых хромосом и аутосом.
16. В чем заключается балансовая теория 1) определение пола по половому индексу 2) по наличию половых хромосом 3) по количеству аутосом.
17. Можно ли изменять соотношение полов в потомстве 1) да 2) нет 3) используя определенные приемы.
18. Что значит - признаки сцеплены с полом 1) находятся в половых хромосомах и наследуются с определенным полом 2) определяются матерью 3) находятся только в аутосоме.
19. Как наследуется болезнь «дальтонизм» 1) независимо от пола 2) только у женских особей 3) только у мужских особей.
20. Как наследуется болезнь «гемофилия» 1) независимо от пола 2) только у женских особей

- 3) только у мужских особей.
21. Кроссинговер идет на уровне 1) 2-х хроматид 2) 2-х хромосом 3) одноклеточных ДНК.
22. При наличии тандемов, какой происходит кроссинговер 1) равный 2) неравный 3) смещенный.
23. Что происходит с генами при неравном кроссинговере 1) конверсия генов 2) утерия генов 3) переход генов из одного состояния в другое.
24. Как составляются генетические карты хромосом 1) по проценту перекреста 2) по расстоянию в см 3) по месту центромеры.
25. На чем основано сцепленное наследование 1) гены находятся в разных хромосомах 2) гены находятся в одной хромосоме 3) гены не имеют постоянной локализации.
26. Гены (АВ) сцеплены и показывают 20% перекрест и укажите кроссоверные гаметы и их количество 1) АВ, ав, Ав, аВ всех по 10% 2) АВ – 40%, ав – 40%, Ав – 10%, аВ – 10% 3) АА – 5%, АВ – 10%, аВ – 45%, вв – 40%.

### *Рейтинг-контроль 2*

1. Опыты по трансляции и трансдукции показали, что носителем наследственности является: 1) белок 2) АТФ 3) ДНК, РНК.
2. Где находится ДНК в клетке 1) в ядре 2) в цитоплазме 3) в рибосомах.
3. Какое количество ДНК в половых клетках 1) 2п 2) п 3) 3п.
4. Как называются вирусы поражающие бактерию 1) фаги 2) плазмиды 3) кольцевая ДНК.
5. За счет чего фрагмент ДНК вируса, оказывается в бактерии. 1) кроссинговера 2) инверсии 3) трансформации.
6. Основное свойство ДНК 1) способность к самокопированию 2) способность к изменению 3) компактизация.
7. Что входит в состав ДНК 1) сахар, азотистые основания,  $PO_4$  2) аденин, гуанин, тимин, цитозин 3) дезоксирибоза и остатки  $PO_4$ .
8. Азотистые основания, входящие в состав ДНК относятся к соединениям 1)  $C_5H_4N_4$  и  $C_4N_2H_4$  2)  $C_4N_2H_4$  3)  $C_5H_{10}O_5$ .
9. ДНК отличается от РНК наличием 1) тимина 2) аденина 3) гуанина.
10. Рибосомная РНК входит в состав 1) митохондрий 2) пластид 3) рибосом.
11. В чем заключается правило Чаргаффа 1) А+Г Т+Ц 2) А+Т Ц+А 3) А+А Ц+Г.
12. Что собой представляет ДНК по структуре 1) двойную правозакрученную спираль 2) одинарную спираль, состоящую из 2-х нитей ДНК 3) спираль состоящей из одной нити ДНК.
13. Синтез ДНК осуществляется по принципу 1) консервативный тип 2) полуконсервативный тип 3) дисперсный тип.
14. При искусственном синтезе ДНК в качестве фермента используется 1) ДНК-полимераза 2) лигазы 3) эндонуклеазы.
15. Что такое генетический код 1) последовательность азотистых оснований в молекуле ДНК определяющая последовательность аминокислот синтезируемой белке 2) последовательность аминокислот 3) последовательность нуклеотидов.
16. Транскрипция 1) списывание информации с ДНК на и-РНК 2) списывание с ДНК на т-РНК 3) списывание с р-РНК на т-РНК.
17. Трансляция 1) передача наследственной информации с помощью т-РНК к месту синтеза белка 2) перенос информации с ДНК на т-РНК 3) перенос информации с и-РНК к аминокислотам.
18. Синтез белка осуществляется по средствам 1) ДНК 2) и-РНК 3) и-РНК, т-РНК, р-РНК.
19. Кодон состоит 1) из 3-х нуклеотидов 2) из одного 3) из 4-х нуклеотидов.
20. Как осуществляется принцип прямой связи у эукариот 1) ДНК—РНК—белок—признак 2) ДНК—много генов—много белков—1 признак 3) ДНК—РНК—белок.
21. Сколько существует типов т-РНК 1) 20 2) 23 3) 19.
22. Сколько всего транспортных РНК существует 1) сколько аминокислот участвует в синтезе белка 2) сколько аминокислот 3) сколько и-РНК столько же т-РНК.
23. Синтез белка осуществляется в 1) 4 этапа 2) 3 этапа 3) 2 этапа.
24. Регуляция действия генов осуществляется по средствам 1) структурных генов 2) акцепторных (регуляторных) 3) оперона.

25. Ген в современном понимании 1) участок молекулы ДНК 2) участок молекулы белка  
3) участок молекулы РНК.
26. Свойства гена 1) может изменяться, делится, участвовать в рекомбинации, иметь протяженность 2) мутировать, рекомбинироваться 3) независит от организма и окружающей среды.

### *Рейтинг-контроль 3*

1. В результате мейоза образуются клетки: а) одинаковые по генотипу, б) разные по генотипу, в) гаплоидные, г) диплоидные.
2. Особь с генотипом AaBbCcDDEE образует типов гамет: а) шесть, б) четыре, в) восемь, г) шестнадцать.
3. Во втором поколении дигибридного скрещивания Г. Мендель получил: а) 9 желтых гладких, 3 желтых морщинистых, 3 зеленых гладких и одну зеленую морщинистую горошину; б) 9 желтых морщинистых, 3 зеленых гладких, 3 желтых гладких и одну зеленую морщинистую горошину; в) 3 части потомства зеленых гладких, 3 желтых морщинистых, 9 желтых гладких, 1 часть зеленых морщинистых.
4. При полном доминировании во втором поколении моногибридного скрещивания образуются: а) два фенотипических класса потомков, б) три фенотипических класса, в) четыре фенотипических класса потомков, г) единообразие.
5. Два признака наследуются сцепленно потому, что: а) в анализирующем скрещивании получается расщепление в соотношении 7:1:1:7; б) гены признаков находятся в разных парах гомологичных хромосом; в) гены находятся в половых хромосомах; г) гены находятся в одной паре хромосом.
6. Если при скрещивании самки и самца кролика, имевших шерсть нормальной длины, родились 3 крольчонка с короткой и 2 – с нормальной шерстью, то: а) короткая шерсть – доминантный признак; б) родители гетерозиготы; в) родители гомозиготы; г) нормальная шерсть – доминантный признак.
7. От скрещивания высоких красноплодных растений томата получено: 30 высоких красноплодных, 12 карликовых красноплодных, 16 высоких желтоплодных, 10 карликовых желтоплодных. Какой генотип у карликовых желтоплодных растений? а) AABb, б) aaBB, в) aabb, г) Aabb.
8. В состав ДНК входят: а) аденин, тимин, лизин, аргинин; б) аденин, гуанин, тимин, цитозин; в) урацил, метионин, тимин, цитозин; г) 20 типов аминокислот.
9. Биосинтез белка происходит в: а) ядре; б) цитоплазме; в) вакуолях; г) митохондриях.
10. В результате транскрипции образуется: а) ДНК; б) полипептид; в) РНК; г) рибосомы.
11. Число букв генетического кода равно: а) 64; б) 46; в) 4; г) 3.
12. С помощью бактериофагов происходит: а) трансформация; б) трансдукция; в) транскрипция, г) транслокация
13. Набор хромосом в диплоидном ядре это: а) генотип, б) кариотип, в) геном, г) фенотип. это: а) дупликация, б) транслокация, в) инверсия,
14. Если ген имеет три аллеля, то число возможных генотипов равно: а) четырем, б) трем, в) шести, г) восьми.
15. В результате самоопыления гетерозиготность а) уменьшается, б) увеличивается, в) остается неизменной.
16. В селекции учет генотипа производится при отборе: а) массовом, б) индивидуальном, в) методическом.
17. Если в панмиктической популяции частота особей с доминантным признаком составляет 91%, то частота гетерозигот в этой популяции: а) 0,50; б) 0,42; в) 0,48; г) 0,16.
18. При комплементарном взаимодействии двух генов во втором поколении могут появиться потомки: а) пяти, б) четырех, в) трех, г) шести фенотипических классов.
19. В генной инженерии векторы используются для: а) разрезания ДНК, б) синтеза генов, в) введения гена в клетку, г) сшивания фрагментов ДНК.
20. Болезнь Дауна вызвана: а) анеуплоидией, б) делецией, в) аллополиплоидией, г) автополиплоидией.
21. Гены имеют 1) постоянную локализацию в хромосомах 2) не имеют постоянной локализа-

ции 3) локализованы в т-РНК.

22. Что собой представляют МГЭ, ДТЭ 1) это «прыгающие» гены 2) гены, не имеющие постоянной локализации и обуславливающие мутационную изменчивость 3) это структурные гены повторы-тандемы.

23. Ген состоит 1) из экзонов и интронов 2) только экзонов 3) только интронов.

24. Кто был основоположником множественного аллелизма 1) Морган и его школа 2) Дубинин и его школа 3) Мендель.

25. Учение о множественном аллелизме разрушило представление Моргана о чем? 1) неделимости гена 2) что ген это последняя единица мутации 3) что ген делим.

26. Что такое сплейсинг 1) созревание и-РНК 2) вырезание интронных участков 3) вырезание экзонных участков

27. Что изменило формулу прямой связи ДНК—РНК 1) фермент ревертазы 2) фермент РНК полиразы 3) лигаза.

28. По структуре молекула ДНК имеет 1) одну цепочку 2) две цепочки 3) образует петлю.

29. Генная инженерия — это 1) способность чужеродных генов проникать в клетку хозяина 2) искусственный синтез генов 3) слияние протопластов

30. Парасексуальная гибридизация 1) слияние протопластов *in vitro* 2) слияние клеток растений *in vitro* 3) слияние клеток животных *in vitro*.

### **Задания для самостоятельной работы студентов**

1. Модификации хроматина в процессе инактивации X-хромосомы у самок млекопитающих.

2. Основные аспекты развития половой системы самок *Drosophila melanogaster*.

3. Мейотическая инактивация половых хромосом у млекопитающих.

4. Применение ингибиторов синтеза дезоксирибонуклеотидов для лечения злокачественных опухолей.

5. Особые случаи репликации у вирусов.

6. Строение и функционирование ДНК-полимераз у про- и эукариот.

7. Репарация ДНК и наследственные болезни человека.

8. Модификации гистонов и регуляция работы хроматина.

9. Значение процессов рекомбинации.

10. Сплайсинг мРНК.

11. Структура РНК-Полимеразы.

12. Современные представления о структуре рибосомы.

13. Процесс инициации у про- и эукариот.

14. Процессинг у эукариот.

15. Характеристика разных классов аминоксил-тРНК-синтетаз.

### **Вопросы к экзамену**

1. Генетика наука о наследственности и изменчивости. Проявление наследственности и изменчивости на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном уровне организации живого.

2. Методы изучения генетики: гибридологический, генеалогический, цитогенетический, математический, популяционно-статистический, молекулярно-генетический.

3. История генетики. Основные этапы развития генетики: от Менделя до наших дней. Основные разделы современной генетики.

4. Моногибридное скрещивание. Первый и второй закон Г. Менделя. Цитологические основы расщепления. Понятие доминантности и рецессивности, аллелизма, гомо- и гетерозиготности. Ген, генотип, фенотип.

5. Дигибридное скрещивание. Третий закон Г. Менделя. Комбинационная изменчивость и ее значение.

6. Тригибридное скрещивание. Расщепление по фенотипу и генотипу. Принцип дискретности генотипа.

7. Типы взаимодействия аллельных генов. Реципрокное, возвратное, анализирующее скрещивание и их значение.
8. Наследование при взаимодействии неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия и модифицирующее действие генов.
9. Определение пола. Типы хромосомного определения пола. Балансовая теория определения пола. Половой хроматин.
10. Наследование признаков сцепленных полов. Соотношение полов в природе и значение.
11. Закон сцепления генов Т. Моргана. Расщепление у гибридов при сцепленном наследовании. Кросинговер и его значение.
12. Локализация гена. Генетические карты растений, животных и микроорганизмов. Гибридизация соматических клеток как метод локализации генов у человека и животных.
13. Основные положения хромосомной теории наследственности.
14. Цитоплазматическая наследственность. Особенности наследования через пластиды, митохондрии. Ц. М. С. и ее значение
15. Организация генетического материала у прокариот и эукариот. Пространственная организация хромосом у эукариот.
16. Изменчивость. Классификация изменчивости. Комбинационная изменчивость, механизмы ее возникновения и значение.
17. Классификация мутаций. Значение мутационной изменчивости. Генные мутации. Причины и механизмы их возникновения, значение.
18. Множественный аллелизм. Механизмы возникновения, значение и применение.
19. Генные мутации. Причины и механизмы их возникновения, значение.
20. Геномные мутации. Полиплоидия. Возникновение и характеристика полиплоидов. Работа Г. Д. Карпеченко. Система новых видов.
21. Автополиплоидия. Получение. Расщепление по генотипу и фенотипу. Значение полиплоидии в селекции и эволюции.
22. Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки. Поведение в мейозе. Фенотипическое проявление и значение эволюции.
23. Анеуплоидия. Механизмы возникновения, особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов. Жизнеспособность и плодовитость у анеуплоидов.
24. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова, его значение для понимания эволюции и практической селекции.
25. Модификационная изменчивость. Норма реакции генотипа. Значение модификационной изменчивости в эволюции.
26. Эволюция представлений о гене. Анализ структуры гена у бактериофага Т-4. Современное представление об аллелизме.
27. Генетическая организация ДНК. Генетический код и его свойства.
28. Развитие представлений о гене от Г. Менделя, Т. Моргана до наших дней.
29. Основные этапы реализации наследственной информации.
30. Генетический контроль и регуляция генной активности на примере лактозного оперона кишечной палочки.
31. Популяция. Учение о популяциях и чистых линиях В. И. Иогансена. Свойства популяции.
32. Генетическая структура популяции. Наследование в популяциях. Генетическое равновесие в панмиктической популяции — закон Харди-Вайнберга.
33. Факторы генетической динамики популяций: мутации, отбор, популяционные волны, изоляция, дрейф генов, миграции.
34. Человек как объект генетических исследований. Генеалогический метод изучения наследственности человека. Типы наследования признаков.

35. Цитогенетический метод изучения генетики человека. Кариотип человека в норме и патологии. Хромосомные болезни человека и методы их диагностики.

36. Близнецовый метод изучения генетики человека. Использование его при разработке проблемы «генотип и среда». Роль наследственности и среды в обучении и воспитании. Критика расистских теорий с позиции генетики.

37. Селекция как наука и технология. Понятие о сорте, породе, штамме. Учение Н. И. Вавилова об исходном материале в селекции. Центры происхождения растений.

38. Характеристика количественных признаков. Коэффициент наследуемости и его значение.

39. Учение Ч. Дарвина об искусственном отборе. Формы отбора.

40. Наследственная изменчивость: комбинационная и мутационная, значение для селекции.

41. Типы скрещивания в селекции: аутбридинг, инбридинг, отдаленная гибридизация. Понятие о гетерозисе.

42. Использование методов клеточной, генной и генетической инженерии в селекции растений, животных, микроорганизмов.

**Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.**

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Книгообеспеченность**

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество эк- земпляров из- даний в библио- теке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Бочков, Н. П. Медицинская генетика: учебник / под ред. Н. П. Бочкова. — М. : ГЭОТАР-Медиа. — 224с.	2014		<a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429860.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429860.html</a>
2. Пухальский, В. А. Введение в генетику: учебное пособие / В. А. Пухальский. — М.: НИЦ ИНФРА-М. — 224 с.	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?booinfo=419161">http://znanium.com/catalog.php?booinfo=419161</a>
3. Медицинская биология и общая генетика: учебник / Р. Г. Заяц [и др.]. — 2-е изд., испр. — Минск: Вышэйшая школа. — 496 с.	2012		<a href="http://znanium.com/catalog.php?booinfo=508776">http://znanium.com/catalog.php?booinfo=508776</a>
Дополнительная литература			
1. Ефремова, В. В. Генетика: учебник / В. В. Ефремова, Ю. Т. Аистова. — Ростов-на-Дону: Феникс. — 248 с.	2010	50	
2. Никольский, В. И. Генетика: учебное пособие / В. И. Никольский. — М.: Академия. — 256 с.	2010	53	
3. Никольский, В.И. Практические занятия по генетике: учебное пособие / В. И. Никольский. — М.: Академия. — 256 с.	2010	13	
4. Пухальский, В.А. Введение в генетику: краткий конспект лекций: учебное пособие / В. А. Пухальский. — М.: КолосС. — 224 с.	2007	20	

### **7.2. Периодические издания**

Журнал «Генетика» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vigg.ru/genetika/>

### 7.3. Интернет-ресурсы


1. <http://www.bio.pu.ru/index.php> Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет.
2. <http://www.soil.msu.ru/> Московской государственный университет им. М. В. Ломоносова, факультет биологии.
3. <http://macroevolution.narod.ru> Проблемы эволюции.
4. <http://www.biodan.narod.ru> Новости зоологии, генетики, ботаники.


## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в лаборатории цитологии и гистологии (316-7).

Учебно-методические материалы — учебники, методические пособия, тесты.

Аудиовизуальные средства обучения — слайды, презентации, видеофильмы.

Рабочую программу составила доцент кафедры биологического и географического образования Грачева Е. П. 

Рецензент (представитель работодателя): директор МБОУ СОШ № 29 г. Владимира Плышевская Е. В. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологического и географического образования.

Протокол № 12 от 5.06.2018 года.

Заведующий кафедрой  доцент Грачёва Е. П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 Педагогическое образование.

Протокол № 1 от 28.08.2018 года

Председатель комиссии  директор ПИ ВлГУ Артамонова М. В.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2019-2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2020-2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_