

**ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет  
имени М.М.Джамбулатова»**

Факультет Агроэкологии

Кафедра Ботаники, генетики и селекции



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Молекулярная биология»**

Направление подготовки 06.03.01 «Биология»

Направленность(профиль) подготовки  
«Общая биология»

Квалификация – Бакалавр

Форма обучения  
Очная

**Махачкала, 2020**

## ЛИСТ РАССМОТРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования к содержанию и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки бакалавра 06.03.01 «Биология» утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ №944 от 07.08.2014 г. и с учётом зональных особенностей Республики Дагестан.

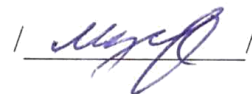
Составитель: Азизова З.А., ст. преподаватель



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ботаники, генетики и селекции

«12» 05 2020 г., протокол №9 .

Заведующий кафедрой М.Г.Муслимов



Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета агроэкологии

«13» 05 2020 г., протокол №9.

Председатель методической комиссии факультета



А.Ч. Сапукова

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Цели и задачи дисциплины
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
5. Содержание дисциплины
  - 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий в часах
  - 5.2. Тематический план лекций
  - 5.3. Тематический план практических (лабораторных, семинарских) занятий
  - 5.4. Содержание разделов дисциплины
6. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы
7. Фонд оценочных средств
  - 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
  - 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций
  - 7.3. Типовые контрольные задания
  - 7.4. Методика оценивания знаний, умений, навыков
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
11. Информационные технологии и программное обеспечение
12. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса
13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель** дисциплины - ознакомление студентов с базовыми методами исследования важнейших биополимеров живой клетки, основными молекулярно-биологическими процессами, взаимосвязями между дисциплинами, входящими в комплекс наук о жизни.

**Задачи:**

- ознакомление со структурой и свойствами нуклеиновых кислот и белков и методами их исследования, что позволяет в дальнейшем более глубоко рассмотреть процессы, протекающие с участием белков и нуклеиновых кислот.
- ознакомление с материалами наиболее современных проблем и открытий по молекулярной биологии, последних достижениях в области биологии нуклеиновых кислот и белков в России и за рубежом.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Комп етен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	Раздел дисципли ны, обеспеч ивающи й этапы формир ования компете нции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части) обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
ОПК-5	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Раздел 1. Химическ ие основы молекуля рной биологии  Раздел 2. Молекуля рно- биологич еские	структурн ые формулы всех компонент ов белков и нуклеинов ых кислот (основные нуклеотид ы, аминокисл оты,	решать задачи на определение первичной последовател ьности нуклеиновых кислот и белков; объяснить смысл ключевых эксперименто в	Понятиями молекулярно й биологии; месте молекулярно й биологии в области наук о жизни,

		процессы	встречающиеся в РНК минорные нуклеотиды), их названия; принципы основных методов, используемых для исследования нуклеиновых кислот и белков	молекулярной биологии	связи молекулярной биологии и химии; процессе реализации генетической информации; структуре и функциях нуклеиновых кислот и белков
ОПК-9	способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	Раздел 1. Химические основы молекулярной биологии  Раздел 2. Молекулярно-биологические процессы	о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов,	использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов	методами использования закономерностей воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов,
ОПК-11	способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Раздел 1. Химические основы молекулярной биологии  Раздел 2. Молекулярно-биологические процессы	строение белковых комплексов, принимающих участие в процессах копирования и реализации и генетической информации; строение основных регуляторных генетических	объяснить принципы кинетического контроля работы ферментов, принимающих участие в реализации генетической информации и сворачивания белка.	понятиями о структуре геномов прокариот и эукариот; принципах передачи генетической информации из поколения в поколение; механизмах репликации ДНК; жизненном цикле ДНК и РНК-содержащих вирусов; механизмах рекомбинации

			их элементов		и ДНК;
ПК-3	готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	Раздел 1. Химическое строение основ молекулярной биологии  Раздел 2. Молекулярно-биологические процессы	методы применяемые при лабораторных исследованиях в молекулярной биологии	применять методы лабораторных исследований в молекулярной биологии	навыками применения методов лабораторных исследований в молекулярной биологии на практике

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.3 «Молекулярная биология» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: химия, генетикой с основами селекции, физиология и биохимия растений, микробиология с основами вирусологии.

#### 3.1. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с последующими дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (последующих) дисциплин	№№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения последующих дисциплин	
1.	Биотехнология	1	2

### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с

**обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**  
(108 часов, 3 зачетные единицы)

Очная форма обучения

Виды учебной работы		
	Всего часов	Семестр
		8
<b>Аудиторные занятия (всего), в т.ч.</b>	<b>72(16)*</b>	<b>72(16)*</b>
Лекции	36(8)*	36(8)*
Семинарские занятия (С)	36(6)*	36(8)*
<b>Самостоятельная работа (СРС), в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
подготовка к семинарским занятиям	16	16
самостоятельное изучение тем	20	20
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Зачёт</b>	<b>Зачёт</b>
Общая трудоемкость, часы	<b>108</b>	<b>108</b>
зачетные единицы	<b>3</b>	<b>3</b>

( )\* - занятия, проводимые в интерактивных формах.

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий в часах

Очная форма обучения

Номера тем	Наименование разделов	Всего часов	Аудиторные занятия		Самост. работа
			Лекции	СЗ	
1.	<b>Химические основы молекулярной биологии</b>	52(10)*	16(6)*	20(4)*	16
2.	<b>Молекулярно-биологические процессы</b>	56(6)*	20(2)*	16(4)*	20
<b>Всего</b>		<b>108(16)*</b>	<b>36(8)*</b>	<b>36(8)*</b>	<b>36</b>

### 4.1. Тематический план лекций

## Очная форма обучения

п\п	Наименование раздела	Темы лекций	Количество часов
1.	Химические основы молекулярной биологии	Нуклеиновые кислоты. Пространственная структура нуклеиновых кислот	4(2)*
		Методы исследования нуклеиновых кислот. Химический синтез фрагментов нуклеиновых кислот	4
		Белки. Методы установления первичной последовательности белковых цепей. Химический синтез пептидов	4(2)*
		Нуклеопротеиды	4(2)*
2.	Молекулярно-биологические процессы	Общие принципы молекулярной биологии. Репликация ДНК.	4
		Репарация ДНК. Мутагенез. Структура хроматина	4(2)*
		Транскрипция Регуляция транскрипции. Посттранскрипционная модификация РНК	4
		Синтез белка по матрице РНК	4
		РНК-интерференция и посттрансляционные процессы	4
Всего			36(8)*

### 4.2. Тематический план семинарских занятий

#### Очная форма обучения

п/п	Кол-во часов	Темы занятий
<b>Раздел 1. Химические основы молекулярной биологии</b>		
1.	4(2)*	Структура нуклеиновых кислот.
2.	4	Секвенирование и химический синтез нуклеиновых кислот.
	4(2)*	Методы исследования структуры биополимеров.
3.		
4.	4	Секвенирование белков.
5.	4	Аминокислотные остатки, входящие в состав белков. Способы записи первичной последовательности белков.
<b>Раздел 2. Молекулярно-биологические процессы</b>		
	4	Репликация ДНК. Репарация ДНК.



6.	4	Транскрипция.
7.		
8.	4	Трансляция.
9.	4	Синтез белка по матрице РНК
<b>36 (8)*</b>		<b>ВСЕГО</b>

#### 5.4. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Компе- тенции
1.	<b>Химические основы молекулярной биологии</b>	<p><b>Общие принципы молекулярной биологии</b> Предмет изучения молекулярной биологии. Центральная догма молекулярной биологии. Генетическая и эпигенетическая информация. Место процессов репликации, транскрипции, трансляции, обратной транскрипции, регуляции, репарации, рекомбинации и перестройки ДНК в процессе реализации генетической информации. Постулаты классической генетики. Кроссинговер, открытие линейной природы хромосом. Доказательство роли ДНК как носителя генетической информации: эксперименты Гриффита–Эйвери, эксперимент Хёрши–Чейза. Реализация генетической информации. Опыты Бидла–Тейтема с <i>Neurospora</i>. Гипотеза "один ген — один фермент" и ее современное понимание. Организация генома Состав генома человека. Размеры геномов, парадокс избыточной ДНК. Кодирование и регулирующие последовательности. Интрон-экзонное строение генов эукариот. Роль альтернативного сплайсинга в генерации разнообразия белков. Кинетика ренатурации ДНК, количественные оценки сложности генома. Кинетические домены эукариотической ДНК. ДНК митохондрий и хлоропластов. Псевдогены. Сателлитная ДНК, повторяющиеся последовательности. Структурные элементы генома.</p> <p><b>Нуклеиновые кислоты</b> Состав, строение. Нуклеотиды: азотистое основание, остаток моносахарида (рибозы или 2'-дезоксирибозы), фосфатная группа. Нуклеозиды. Аденозин, гуанозин, цитидин, уридин – основные нуклеозиды рибонуклеиновых кислот. Дезоксиаденозин, дезоксигуанозин, дезоксицитидин, тимидин – основные нуклеозиды дезоксирибонуклеиновых кислот. Дигидроуридин, псевдоуридин, риботимидин, инозин, как примеры минорных нуклеозидов. N-гликозидная связь, конформации нуклеозидов (сини анти-). Конформации рибозы и дезоксирибозы. Спектральные характеристики нуклеотидов. Ионизирующие группы в составе нуклеиновых кислот: кислотноосновные свойства азотистых оснований. Фосфодиэфирные связи. Полинуклеотиды как полианионы. Полярность цепи ДНК. Условные обозначения последовательностей ДНК. Двойная спираль ДНК – комплементарность, антипараллельность. Канонические (по Уотсону – Крику) пары нуклеотидов. Изоморфизм канонических пар. Формирование двойной спирали: водородные связи, стекинг-13 взаимодействие, электростатическое отталкивание. Гипохромный эффект. Плавление ДНК. Влияние концентрации солей на стабильность комплементарных комплексов нуклеиновых кислот в растворе.</p> <p><b>Пространственная структура нуклеиновых кислот</b> Формы двуцепочечных ДНК: А, В, Z. Сравнительная характеристика. Основные структурные</p>	ОПК – 5 ОПК-9 ОПК-11 ПК-3

		<p>параметры: направление витков, число пар на один виток, конформации остатков сахара, конформации нуклеозидов, пропеллерный твист. Двухцепочечные РНК. Трехцепочечные ДНК (триплексы), Н-ДНК. Структура триплетов. Водородные связи. Расположение третьей цепи относительно дуплекса. Ориентация третьей цепи. Условия формирования триплексов. Плавление триплексов. Квадруплексы. Строение квартета гуанинов. Стабилизация структур из нескольких квартетов ионами калия. Возможные ориентации цепей в квадруплексах. Одноцепочечные ДНК и РНК. Вторичные структуры типа стебель-петля, шпилька. Формирование третичной структуры. Стабилизация структуры неканоническими водородными связями. Координация ионов металлов структуре тРНК. Минорные нуклеозиды в структуре РНК. Взаимосвязь вторичной и третичной структуры на примере транспортных РНК. Многообразие структуры и функций РНК. Каталитические РНК. Суперспирализация ДНК. Топоизомеры. Получение топоизомеров. Влияние суперспирализации на образование различных структур в двухцепочечной ДНК: петли, кресты, Н-ДНК и пр.</p> <p><b>Методы исследования нуклеиновых кислот</b></p> <p>Электрофорез – движение заряженных частиц в электрическом поле. Изоахорофорез. Гель-электрофорез. Получение полиакриламидных гелей. Подвижность фрагментов ДНК в полиакриламидных гелях. Амплификация ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Принцип метода. Основные стадии: денатурация ДНК, связывание праймеров (отжиг), синтез новой цепи ДНК. Использование ДНК зависимых ДНК-полимераз из термофильных организмов. Температурный профиль ПЦР. Амплификаторы. Эндонуклеазы рестрикции. Специфичность узнавания последовательностей ДНК. Расщепление цепей ДНК с образованием «тупых» или «липких» концов. Рестрикционный анализ. Карты рестрикции. Блочный метод анализа последовательности нуклеиновых кислот. Методы определения первичной последовательности (секвенирования) нуклеиновых кислот. Метод Максама-Гилберта. Определение последовательности ДНК по электрофоретической подвижности 5'-меченых фрагментов, полученных при специфической химической модификации. Гидролиз гликозидной связи в кислой среде. Статистическая апуринизация — метод специфической модификации по остаткам пуриновых нуклеозидов. АП-сайт. Расщепление ДНК по АП-сайтам в щелочной среде в присутствии аминов. Модификация диметилсульфатом специфическая реакция по остаткам гуанозина. Присоединение гидразина по двойной связи C5=C6 в пиримидинах — специфическая реакция по остаткам пиримидинов. Влияние концентрации электролитов на реакционную способность тимидина в реакции присоединения. Введение в полинуклеотиды <sup>32</sup>P-метки, получение радиоавтографов гель-электрофореза. Метод Сэнгера. Использование ДНК-зависимых ДНК-полимераз для синтеза цепи ДНК. Специфическая терминация транскрипции при помощи дидезоксинуклеозидтрифосфатов. Необходимость использования затравок – праймеров. Модификация дидезоксинуклеозидтрифосфатов остатками красителей. Автоматизированный вариант метода Сэнгера. Методы секвенирования второго поколения.</p>	
--	--	---	--

		<p><b>Химический синтез фрагментов нуклеиновых кислот</b>  Нуклеотиды, как пример сложной молекулы, содержащей несколько нуклеофильных центров. Проблема специфичности при конденсации нуклеотидов. Защитные группы: временные и постоянные. Ацильные группы для защиты экзоциклических амингрупп в аденозине, гуанозине и цитидине. Активация фосфатной группы. Твердофазный фосфитамидный метод синтеза. Ковалентное присоединение первого нуклеотидного звена к полимеру. Структура синтона. Временная диметокситритильная защитная группа. Общая схема синтеза: удаление диметокситритильной защитной группы, конденсация, окисление, экпирование. Возможность автоматизации синтеза. Окончательное деблокирование, очистка целевого продукта. Обращеннофазовая высокоэффективная жидкостная хроматография (ОФ ВЭЖХ) с использованием диметокситритильной защитной группы в качестве гидрофобной метки. Области применения синтетических нуклеиновых кислот. Получение синтетических генов химико-ферментативным методом. Использование синтетических олигонуклеотидов в качестве праймеров при ПЦР и секвенировании нуклеиновых кислот. Гибридизационные методы анализа нуклеиновых кислот. Синтетические олигонуклеотидные зонды. Прямая и обратная гибридизация. Дот-, блот-, <i>insitu</i> гибридизация. ДНК-диагностика с использованием гибридизационных методов. ДНК-чипы. Секвенирование ДНК с использованием ДНК-чипов. Метод селекции <i>in vitro</i> для получения специфических лигандов – аптамеров – на основе нуклеиновых кислот (SELEX). Области применения аптамеров. Общая схема метода. Синтетические ДНК-библиотеки. Способы селекции. Получение РНК-библиотек и обратная транскрипция. Клонирование ДНК. Метод м</p> <p><b>Белки</b>  Строение. Аминокислотные остатки, входящие в состав белков. Способы записи первичной последовательности белков. Пептидная связь. Основные элементы вторичной структуры белков: <math>\alpha</math>-спирали, параллельные и антипараллельные <math>\beta</math>-листы. Третичная структура. Специфические взаимодействия, обеспечивающие формирование вторичной и третичной структуры: водородные связи, электростатические и гидрофобные взаимодействия, стэкинг-взаимодействия. Глобулярные и фибриллярные белки. Домены. Примеры доменной организации белковых молекул. Субъединицы, четвертичная структура. Методы установления субъединичной структуры белков, методы установления молекулярной массы многосубъединичных белков и индивидуальных цепей. Седиментационный анализ. Константа седиментации.</p> <p><b>Методы установления первичной последовательности белковых цепей</b>  Анализ аминокислотного состава. Полный кислотный и щелочной гидролиз полипептидных цепей. Разделение аминокислот при помощи ионообменной хроматографии. Реакция аминокислот с нингидрином. Аминокислотный анализатор. Блочный метод при секвенировании полипептидов. Ферментативные способы фрагментации полипептидных цепей. Специфические сериновые протеазы. Расщепление полипептидных цепей по пептидным связям, образованным карбоксильными группами</p>	
--	--	--	--

		<p>лизина или аргинина трипсином. Расщепление полипептидных цепей по пептидным связям, образованным карбоксильными группами ароматических и гидрофобных аминокислот химотрипсином. Расщепление бромцианом по остаткам метионина как пример уникальной по специфичности химической реакции фрагментации пептидных цепей. Методы концевой анализа. N-концевой анализ на примере реакций с динитрофторбензолом, дансилхлоридом. C-концевой анализ на примере методов гидразинолиза и тритиевой метки. Ферментативные методы с использованием амино и карбоксипептидаз. Ступенчатая деградация олигопептидных фрагментов по Эдману. Твердофазное секвенирование. Установление количества и положения дисульфидных мостиков. Установление последовательности белков по кДНК. Масс-спектрометрическое секвенирование белков.</p> <p><b>Химический синтез пептидов</b></p> <p>Проблема селективности. Основная тактическая схема. Получение аминокомпонента: защита карбоксильной группы. Получение карбоксикомпонента: защита аминогруппы. Защита боковых радикалов. Защитные группы: ацильные, алкильные, эфирные. Методы введения и удаления. Активация карбоксикомпонента: получение активных производных защищенных по аминогруппе аминокислот. Реакция конденсации, деблокирование. Методы химического синтеза пептидов. Метод активированных эфиров, азидный метод, метод смешанных ангидридов, карбодиимидный метод. Активирующие группы и конденсирующие агенты. Твердофазный вариант. Проблема рацемизации в пептидном синтезе.</p> <p><b>Нуклеопротейды</b></p> <p>Важнейшие нуклеопротейды клетки: хроматин, рибосомы. Хроматин. Общая схема компактизации ДНК в составе хроматина. Нуклеосомы. Гистоны. Негистоновые белки хроматина. 17</p> <p>Прокариотические рибосомы. Субчастицы. Состав рибосом. Рибосомальные РНК, рибосомальные белки. Роль рибосомальных РНК и белков в формировании структуры рибосомы и катализе синтеза белка. Методы исследования нуклеопротейдных комплексов на примере исследования структуры рибосом. Седиментация. Электронная спектроскопия. Рентгеноструктурный анализ. Нейтронная дифракция. Эндонуклеазный и химический футпринтинг. Модификация нуклеиновых кислот в составе нуклеопротейдных комплексов диметилсульфатом, Fe-ЭДТА. Расщепление нуклеиновых кислот по сайтам модификации. Аффинная модификация биополимеров. Аффинные реагенты – аналоги субстратов. Реакционноспособные производные олигонуклеотидов – инструменты для исследования детальной структуры нуклеопротейдных комплексов. Алкилирующие и фотоактивируемые производные олигонуклеотидов. Бифункциональные аффинные реагенты. Основные стратегии подавления экспрессии генов с помощью олигонуклеотидов и их реакционноспособных производных: антисенс и антиген стратегии.</p>	
--	--	---	--

2.	<b>Молекулярно-биологические процессы</b>	<p><b>Репликация ДНК</b>  Общие принципы копирования генетической информации ДНК. Правило Чаргаффа. Полуконсервативная модель репликации ДНК, опыты Мезельсона–Сталя. Репликация кольцевых хромосом: модель Кэрнса, модель катящегося кольца. Ориджины и терминаторы репликации. Реакции, катализируемые ДНК-полимеразами: полимеризация, 3'→5' и 5'→3' экзонуклеазные активности; корректирующая активность ДНК-полимераз и ник-трансляция. Требования к субстрату при полимеризации ДНК. Структура и активности ДНК-полимеразы I. Структура и активности корового фермента ДНК-полимеразы III. Процессивность. ДНК-полимеразы эукариот. Строение репликативной вилки <i>E. coli</i>. Полупрерывистая репликация, лидирующая и отстающая цепи, фрагменты Оказаки. Роль геликазы DnaB и ДНК-гиразы в продвижении репликативной вилки. Загрузка на ДНК бета-кольца и ДНК-полимеразы III гамма-комплексом. Димерная организация ДНК-полимеразы III в репликативной вилке. Синтез РНК-затравок для фрагментов Оказаки праймазой DnaG. Роль белка Ssb в поддержании структуры одноцепочечного участка вилки. Деградация РНК-затравок фрагментов Оказаки ДНК-полимеразой I. ДНК-лигаза, ее функции и механизм с образованием промежуточного ковалентного высокоэнергетического интермедиата. Особенности строения репликативной вилки эукариот. Инициация и терминация репликации у <i>E. coli</i>. Тонкая структура ориджина <i>oriC</i>. Роль белков DnaA, DnaB и DnaC в инициации. Терминация репликации белком Tus на <i>ter</i>-сайтах. Лицензирование ориджина репликации. Лицензирование <i>oriC</i> у <i>E. coli</i>, роль метилазы Dam и комплекса SeqE/DnaA. Лицензирование эукариотических ориджина на примере дрожжей: регуляция белками Cdc6 и комплексом ORC/MCM в ходе клеточного цикла. Проблема репликации концов линейных ДНК. Теломерные последовательности эукариот. Теломераза, ее механизм и функции.</p> <p><b>Репарация ДНК</b>  Жизненный цикл ретровирусов. Состав ретровирусной частицы. Структура ретровирусного генома, функции кодируемых им белков <i>gag</i>, <i>pol</i>, <i>env</i>, механизм образования РНК-зависимой ДНК полимеразы, интегразы и протеазы из продукта гена <i>pol</i>. Механизм образования двуцепочечной ДНК по матрице одноцепочечной (+)-РНК вирусного генома, роль РНК-зависимой ДНК-полимеразы. Механизм высокой изменчивости ретровирусов. Механизм интеграции двуцепочечной ДНК ретровируса в геном хозяина с участием интегразы. Дальнейший синтез вирусной РНК. Повреждения и репарация ДНК. Повреждения ДНК. Часто встречающиеся типы повреждений и способы их образования: урацил и другие продукты дезаминирования азотистых оснований, продукты электрофильного присоединения, 8-оксогуанин и другие продукты окисления азотистых оснований, апуриновые-апиримидиновые сайты, циклобутановые пиримидиновые димеры, разрывы цепи ДНК. Включение некомплементарных оснований ДНК-полимеразами как главный механизм мутагенеза. Таутомерные формы оснований ДНК, образование ими неканонических пар оснований. Основные механизмы репарации ДНК. Реактивация (фотолиаза, Об-алкилгуанина алкилтрансфераза).</p>	ОПК – 5 ОПК-9 ОПК-11 ПК-3
----	---	--	------------------------------------

		<p>Эксцизионная репарация оснований: роль ДНК-гликозилаз, АП-эндонуклеаз и других ферментов, репарация по короткому и длинному пути. Эксцизионная репарация нуклеотидов на примере системы UvrABCE. <i>coli</i>. Репарация гетеродуплексов на примере <i>E. coli</i>: роль метилазы Dam и системы MutSLH. Воссоединение негомологичных концов.</p> <p><b>Мутагенез. Структура хроматина</b></p> <p>Регуляция ответа клетки на повреждения ДНК на примере SOS-системы бактерий. Механизм репрессии SOS-оперонов белком LexA и активации RecA. Рекомбинация ДНК Гомологичная рекомбинация, ее роль и механизм. Функции белков RecBCD, RecA, RuvABC. Холидеевские структуры и способы их разрешения. Рекомбинационная репарация. Мутагенез Мутагенез.</p> <p>Классификация мутаций: геномные, хромосомные и точковые мутации; основные типы геномных мутаций (полиплоидия, анеуплоидия) хромосомных мутаций (делеции, дупликации, инверсии, транслокации) и точковых мутаций (транзиции, трансверсии, микроделеции, инсерции).</p> <p>Независимость возникновения мутаций от условий внешней среды: флюктуационный тест Дельбрюка–Лурия, вариант Ледерберга. Особенности организации ДНК в геноме эукариот.</p> <p>Нуклеосомы: гистоны, структура октамера. Модификации гистоновых белков и их роль в регуляции активности генов. Структура ДНК в составе нуклеосом: коровый и линкерный участки. Конденсация ДНК в структуры высшего порядка, роль нуклеосомных белков и метилирования ДНК. Конденсины и когезины. Структура центромер эукариот на примере дрожжей. Структура теломер эукариот: G-квадруплексы, теломерные D-петли.</p> <p><b>Транскрипция</b></p> <p>Транскрипция: общие представления. Транскрипция прокариот на примере <i>E. coli</i>. РНК-полимераза I <i>E. coli</i>: свойства и структура фермента, катализируемая реакция. Основные стадии транскрипции: распознавание промотора, инициация, элонгация, терминация. Строение промоторных последовательностей бактерий. Кинетика распознавания промотора и инициации транскрипции, механизм «скомкивания» ДНК. Роль <math>\sigma</math>-факторов в регуляции инициации. Элонгация: основные структурные параметры транскрипционного комплекса. Терминация транскрипции: <math>\rho</math>-зависимый и <math>\rho</math>-независимый механизм. Регуляция транскрипции Понятие оперона. Цис и транс-активные элементы. Негативная и позитивная регуляция, индукция и репрессия. Белки-репрессоры и транскрипционные факторы, операторные последовательности. Негативная регуляция на примере лактозного оперона <i>E. coli</i>. Структура Лас-репрессора, механизм его действия, доминантные и рецессивные мутанты. Позитивная регуляция на примере катаболитной репрессии у <i>E. coli</i>.</p> <p><b>Регуляция транскрипции. Посттранскрипционная модификация РНК</b></p> <p>Регуляторные сети транскрипции у прокариот на примере регуляции литического и лизогенного развития фага <math>\lambda</math>. Геном фага <math>\lambda</math>; предранние, ранние и поздние гены. Инициация транскрипции фага <math>\lambda</math> и развитие по литическому пути. Роль продукта гена <i>cI</i> в поддержании лизогенного состояния фага. Реактивация профагов.</p>	
--	--	---	--

		<p>Белки — продукты генов сII и сIII, их функция в выборе лизогенного пути развития. Cro-репрессор как основной белок выбора литического пути. Транскрипция генов эукариот. РНК-полимеразы I, II и III, их функции. Структура промоторов РНК-полимераз I, II и III. Инициация транскрипции с промоторов РНК-полимераз I и II. Факторы транскрипции, роль белка ТВР. Белки-регуляторы транскрипции у эукариот. Энхансеры. Посттранскрипционная модификация РНК. Посттранскрипционная модификация пре-мРНК эукариот. Кэппинг, осуществляющие его ферменты и типы кэп-структур. Механизм полиаденилирования мРНК. Редактирование РНК. Сплайсинг эукариотических РНК. Структура рибонуклеопротеиновых частиц, содержащих пре-мРНК. Строение интрон-экзонных границ генов эукариот. Химический механизм сплайсинга с образованием лассо-интермедиата. Сплайсосома, snRNP-частицы. Аутосплайсинг интронов низших эукариот и органелл высших эукариот. Механизмы аутосплайсинга интронов группы I и группы II.</p> <p><b>Синтез белка по матрице РНК</b></p> <p>Генетический код. Доказательство триплетной природы кода: опыт Крика–Бреннера. Миссенс и нонсенс-мутации, мутации «сдвига рамки». Эксперименты Ниренберга и Кораны: определение аминокислот, кодируемых отдельными триплетами. Уоббл-гипотеза Крика, упрощенный код в митохондриях. Трансляция. Матричная, транспортная и рибосомная РНК. Вторичная структура тРНК в виде «клеверного листа», состав отдельных ее петель. Третичная структура транспортной РНК. Основные структурные параметры и состав рибосомы: рибосомные РНК и белки. Механизм катализа переноса пептидной связи на рибосоме. А-, Р- и Е- сайты. Механизмы действия антибиотиков, связывающихся с рибосомой. Основные стадии процесса трансляции. Инициация трансляции у прокариот с участием факторов IF1–3. Сборка рибосомы из субчастиц; последовательности, узнаваемые при инициации. Иницирующая формилметиониновая тРНК. Роль кэп-структуры в инициации трансляции у эукариот. Полицистронный мРНК. Элонгация у прокариот, роль факторов EF-Tu и EF-Ts. Транслокация, роль фактора EF-G. Терминация синтеза полипептидной цепи: терминирующие кодоны, факторы терминации. Супрессоры нонсенс-мутаций. Синтез аминоксил-тРНК. Модифицированные основания, встречающиеся в тРНК. Реакции, катализируемые аминоксил-тРНКсинтетазами. Роль кинетической и химической коррекции в обеспечении точности работы аминоксил-тРНК-синтетаз.</p> <p><b>РНК-интерференция и посттрансляционные процессы</b></p> <p>РНК-интерференция. Роль белков Dicer, Armitage и Argonaute в образовании RISC-комплексов. Регуляция уровня мРНК, трансляции и структуры хроматина при помощи РНК-интерференции. Сворачивание белка. Шапероны. Механизмы функционирования систем шаперонов Hsp70 и Hsp60. Посттрансляционная транслокация белков. Механизм транслокации полипептидов в различные компартменты митохондрий. Транслокация в эндоплазматическую сеть, механизм закрепления трансмембранных белков в мембране. Дальнейшая сортировка белка в ЭПС и комплексе Гольджи. Ядерная пора, транспорт белка через ядерные мембраны. Деградиация белка.</p>	
--	--	---	--



## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

### Тематический план самостоятельной работы

п/п	Тематика самостоятельной работы	Количество часов	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
			основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	(интернет-ресурсы) (из п.9 РПД)
1	С использованием структур азотистых оснований изобразите схему формирования канонических пар по Уотсону-Крику.	4	1-3	4-6	1 -6
2	Изобразите структуру синтона, используемого в твердофазном фосфитамином методе синтеза нуклеиновых кислот.	4	1-3	4-6	1 -6
3	Изобразите схематически радиоавтограф геле-электрофореза, получаемого	4	1-3	4-6	1 -6
4	Перечислите ключевые компоненты, необходимые для секвенирования ДНК по методу Сэнгера.	4	1-3	4-6	1 -6
5	Какие защитные группы в пептидном синтезе уменьшают степень рацемизации и почему?	2	1-3	4-6	1 -6
6	Опишите результат эксперимента Мезельсона–Сталя в случае, если бы в клетке реализовывалась не полуконсервативная, а мозаичная модель репликации.	4	1-3	4-6	1 -6
7	Какие поврежденные основания ДНК могут возникать из оснований аденина? гуанина? тимина? цитозина?	2	1-3	4-6	1 -6
8	Изобразите цепи ДНК, которые могут возникать при гомологичной рекомбинации хромосом, несущих маркеры ABCD и abcd, при возникновении двух холидеевских перекрестов — одного между маркерами А и В и одного между маркерами С и D.	4	1-3	4-6	1 -6
9	В каких случаях возникновение мутации в одном гене может вести к снижению уровня экспрессии другого гена?	4	1-3	4-6	1 -6
10	Как изменится стабильность дуплекса ДНК при добавлении в раствор высокой концентрации мочевины? Почему?	4	1-3	4-6	1 -6
<b>Всего</b>		<b>36</b>			

## **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:**

1.Коровин, В.В. Введение в общую биологию. Теоретические вопросы и проблемы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Коровин, В.А. Брынцев, М.Г. Романовский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91300>.

2.Новиков, Н. Н.

Биохимия растений [Текст] : учебник, допущ. МСХ РФ. - Москва : "КолосС", 2012. - 679с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0719-5.

3.Общая биология и микробиология [Текст] : учебное пособие, допущ. УМО по образ. в области химической технологии и биотехнологии / Сост. А. Ю. Просеков, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова и др. - 2-е изд., исправ. и доп. - СПб. : Проспект Науки, 2012. - 320с. - ISBN 978-5-903090-71-6.

## **Методические рекомендации студенту к самостоятельной работе**

**Самостоятельная работа студентов**, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы и ориентирует студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа носит систематический характер.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, рефератов, проверка письменных работ и т.д.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторные занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, студентам рекомендуются учебно-методические издания, а также методические материалы, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий (приложения):

- наглядные пособия (плакаты, гербарий - на кафедре)
- гlossарий - словарь терминов по тематике дисциплины
- тезисы лекций.

**Самостоятельная работа с книгой.** В наше время книга существует в двух формах: традиционной и электронной. В интернете существуют целые библиотеки, располагающие десятками тысяч электронных текстов. Сегодня в обществе преобладает мнение, что печатная книга и ее компьютерный текст дополняют друг друга. Используя электронный вариант книги значительно

быстрее подготовить на его базе реферат, контрольную работу, подогнать текст своей работы под требуемый учебным заданием объем. Печатные книги гораздо легче и удобнее читать.

Работа с книгой, студенты сталкиваются с рядом проблем. Одна из них – какая книга лучше. Целесообразно в первую очередь обратиться к литературе, рекомендованной преподавателем. Целесообразно прочитать аннотацию к книге на ее страницах, в которой указано, кому и для каких целей она может быть полезна.

Другая проблема – как эффективно усвоить материал книги. Качество усвоения учебного материала существенно зависят от манера прочтения книги. Можно выделить пять основных приемов работы с литературой:

Чтение-просмотр используется для предварительного ознакомления с книгой, оценки ее ценности. Он предполагает ознакомление с аннотацией, предисловием, оглавлением, заключением книги, поиск по оглавлению наиболее важных мыслей и выводов автора произведения.

Выборочное чтение предполагает избирательное чтение отдельных разделов текста. Этот метод используется, как правило, после предварительного просмотра книги, при ее вторичном чтении.

Сканирование представляет быстрый просмотр книги с целью поиска фамилии, факта, оценки и др.

Углубленное чтение предполагает обращение внимания на детали содержания текста, его анализ и оценку. Скорость подобного вида чтения составляет ориентировочно до 7-10 страниц в час. Она может быть и выше, если читатель уже обладает определенным знанием по теме книги или статьи.

Углубленное чтение литературы предполагает:

- Стремление к пониманию прочитанного. Без понимания смысла, прочитанного информацию ее очень трудно запомнить.

- Обдумывание изложенной в книге информации. Тогда собственные мысли, возникшие в ходе знакомства с чужими работами, послужат основой для получения нового знания.

- Мысленное выделение ключевых слов, идей раздробление содержания текста на логические блоки, составление плана прочитанного. Если студент имеет дело с личной книгой, то ключевые слова и мысли можно подчеркнуть карандашом.

- Составление конспекта изученного материала. Если статья или раздел книги по объему небольшой, то целесообразно приступить к конспектированию, прочитав их полностью. В других случаях желательно прочитать 7-10 страниц.

## **7. Фонды оценочных средств**

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Семестр	Дисциплины /элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции
ОПК – 5 - способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	
3,4	Физиология и биохимия растений
3	Цитология и гистология
5	Генетика с основами селекции
<b>8</b>	<b>Молекулярная биология</b>
5	Микробиология с основами вирусологии
1	Физико-химические методы исследования в биологии
1	Биохимические методы исследования в биологии
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
ОПК-9 - обладает способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	
3	Биология размножения и развития
<b>8</b>	<b>Молекулярная биология</b>
8	Преддипломная практика
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
ОПК-11 - способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	
5	Микробиология с основами вирусологии
<b>8</b>	<b>Молекулярная биология</b>
8	Биотехнология
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
ПК – 3 - научно-производственная и проектная деятельность: готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	
1	Ботаника
3,4	Физиология и биохимия растений
<b>8</b>	<b>Молекулярная биология</b>
1,2	Зоология
8	Биотехнология
4	Систематика низших и высших растений

5	Фитоценология
6	Флора Дагестана
7	Биоразнообразие
6	Биологические основы интродукции растений
3	Спецпрактикум по зоологии позвоночных
3	Спецпрактикум по морфологии растений
7	Ботаническое ресурсосведение
6	Основы агрономии
5	Прпрактикум по систематике с.-х. растений
5	Современные проблемы геномики и протеомики
5	Современные достижения генной инженерии
6	Биология развития растений в условиях города
6	Микология
7	Фауна Дагестана
7	Зоогеография
7	Лекарственные растения
7	Биологически активные вещества лекарственных растений
7	Физиология высшей нервной деятельности
7	Иммунология
4	Биометрия
4	Методы описания биологических систем
6	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
8	Преддипломная практика
8	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Критерии оценивания			
	Шкала по традиционной пятибалльной системе			
	Допороговый («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
ОПК-5				
<b>Знания:</b>	Фрагментарные знания структурных формул всех компонентов белков и нуклеиновых кислот (основные нуклеотиды,	с существенными ошибками знает структурные формулы всех компонентов белков и нуклеиновых кислот (основные нуклеотиды, аминокислоты, встречающиеся в РНК	с несущественными ошибками знает структурные формулы всех компонентов белков и нуклеиновых кислот (основные нуклеотиды, аминокислоты,	на высоком уровне знает структурные формулы всех компонентов белков и нуклеиновых кислот (основные нуклеотиды, аминокислоты, встречающиеся в

	аминокислоты, встречающиеся в РНК минорные нуклеотиды), их названия; принципы основных методов, используемых для исследования нуклеиновых кислот и белков	минорные нуклеотиды), их названия; принципы основных методов, используемых для исследования нуклеиновых кислот и белков	встречающиеся в РНК минорные нуклеотиды), их названия; принципы основных методов, используемых для исследования нуклеиновых кислот и белков	РНК минорные нуклеотиды), их названия; принципы основных методов, используемых для исследования нуклеиновых кислот и белков
<b>Умения:</b>	Фрагментарные умения решать задачи на определение первичной последовательности нуклеиновых кислот и белков; объяснить смысл ключевых экспериментов в молекулярной биологии	с существенными затруднениями умеет решать задачи на определение первичной последовательности нуклеиновых кислот и белков; объяснить смысл ключевых экспериментов молекулярной биологии	с некоторыми затруднениями умеет решать задачи на определение первичной последовательности нуклеиновых кислот и белков; объяснить смысл ключевых экспериментов молекулярной биологии	Умеет достаточно хорошо решать задачи на определение первичной последовательности нуклеиновых кислот и белков; объяснить смысл ключевых экспериментов молекулярной биологии
<b>Навыки:</b>	Отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	на низком уровне владеет понятиями молекулярной биологии; месте молекулярной биологии в области наук о жизни, связи молекулярной биологии и химии; процессе реализации генетической информации; структуре и функциях нуклеиновых кислот и белков	в достаточном объеме владеет понятиями молекулярной биологии; месте молекулярной биологии в области наук о жизни, связи молекулярной биологии и химии; процессе реализации генетической информации; структуре и функциях	в полном объеме владеет понятиями молекулярной биологии; месте молекулярной биологии в области наук о жизни, связи молекулярной биологии и химии; процессе реализации генетической информации; структуре и функциях нуклеиновых кислот

			нуклеиновых кислот и белков	и белков
<b>ОПК- 9</b>				
<b>Зна- ния:</b>	Фрагментарные знания закономерностей воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов,	с существенными ошибками знает о закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов,	с несущественными ошибками знает о закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов,	на высоком уровне знает закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов,
<b>Уме- ния:</b>	Фрагментарные умения использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов	с затруднениями умеет использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов	с некоторыми затруднениями умеет использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов	Умеет достаточно хорошо использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения индивидуального развития биологических объектов
<b>Навы- ки:</b>	Отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	на низком уровне владеет методами использования закономерностей воспроизведения индивидуального развития биологических объектов,	в достаточном объеме владеет методами использования закономерностей воспроизведения индивидуального развития биологических объектов,	в полном объеме владеет методами использования закономерностей воспроизведения индивидуального развития биологических объектов,
<b>ОПК-11</b>				
<b>Зна- ния:</b>	Фрагментарные знания строения белковых комплексов, принимающих участие в процессах копирования и реализации генетической информации;	с существенными ошибками знает строение белковых комплексов, принимающих участие в процессах копирования и реализации генетической информации; строение основных регуляторных	с несущественными ошибками знает строение белковых комплексов, принимающих участие в процессах копирования и реализации генетической информации; строение основных регуляторных	на высоком уровне знает строение белковых комплексов, принимающих участие в процессах копирования и реализации генетической информации; строение основных регуляторных

	строение основных регуляторных генетических элементов	генетических элементов	генетических элементов	генетических элементов
<b>Умения:</b>	Фрагментарные умения объяснить принципы кинетического контроля работы ферментов, принимающих участие в реализации генетической информации и сворачивания белка.	с существенными затруднениями умеет объяснить принципы кинетического контроля работы ферментов, принимающих участие в реализации генетической информации и сворачивания белка.	с некоторыми затруднениями умеет объяснить принципы кинетического контроля работы ферментов, принимающих участие в реализации генетической информации и сворачивания белка.	Умеет достаточно хорошо объяснить принципы кинетического контроля работы ферментов, принимающих участие в реализации генетической информации и сворачивания белка.
<b>Навыки:</b>	Отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	на низком уровне владеет понятиями о структуре геномов прокариот и эукариот; принципах передачи генетической информации из поколения в поколение; механизмах репликации ДНК; жизненном цикле ДНК и РНК-содержащих вирусов; механизмах рекомбинации ДНК;	в достаточном объеме владеет понятиями о структуре геномов прокариот и эукариот; принципах передачи генетической информации из поколения в поколение; механизмах репликации ДНК; жизненном цикле ДНК и РНК-содержащих вирусов; механизмах рекомбинации ДНК;	в полном объеме владеет понятиями о структуре геномов прокариот и эукариот; принципах передачи генетической информации из поколения в поколение; механизмах репликации ДНК; жизненном цикле ДНК и РНК-содержащих вирусов; механизмах рекомбинации ДНК;
<b>ПК-3</b>				
<b>Знания:</b>	Фрагментарные знания методов применяемых при лабораторных	с существенными ошибками знает методы применяемые при лабораторных исследованиях в молекулярной	с несущественными ошибками знает методы применяемые при лабораторных исследованиях в молекулярной	на высоком уровне знает методы применяемые при лабораторных исследованиях в молекулярной



	х исследовани ях В молекулярно й биологии	биологии	биологии	биологии
<b>Уме- ния:</b>	Фрагмен- тарные умения применять методы лабораторны х исследова- ний в молекулярно й биологии	с существенными затруднениями умеет применять методы лабораторных исследова-ний в молекулярной биологии	с некоторыми затруднениями умеет применять методы лабораторных исследова-ний в молекулярной биологии	Умеет достаточно хорошо применять методы лабораторных исследова-ний в молекулярной биологии
<b>Навы- ки:</b>	Отсутствие навыков, предусмот- ренных данной компетен- цией	на низком уровне владеет навыками применения методов лабораторных исследований в молекулярной биологии на практике	в достаточном объеме владеет навыками применения методов лабораторных исследований в молекулярной биологии на практике	в полном объеме владеет навыками применения методов лабораторных исследований в молекулярной биологии на практике

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Контрольные вопросы для индивидуального задания

1. Молекулярная биология клетки и клеточная биология.
2. Особенности живых систем и уровни их организации.
3. Методы исследования в молекулярной биологии.
4. Процесс существования живых систем как систем согласованного выполнения функций, ведущего к достижению определенной конечной цели.
5. Строение клетки от точки зрения молекулярной биологии.
6. Стремление живых систем к устойчивому воспроизводству определенного сочетания генов в изменяющихся условиях внешней среды.

7. Соотношение между геном и генотипом.
8. Репликация как механизм репликации наследуемых элементов.
9. Парадокс стабильной изменчивости генотипа как движущая сила развития живой природы.
10. Первопричины случайной изменчивости геном организмов. Мутационный процесс
11. Причины и механизмы повреждения структуры ДНК внешними факторами.
12. Направленная модификация генетической информации клетки, её возможные механизмы. Рекомбинация модификации генома.
13. Механизмы гомологичной и негомологичной рекомбинации источника информации молекулярной биологии.
14. Реализация генотипа в фенотип. Молекулярные механизмы формирования фенотипических различий клеток с одинаковым генотипом.
15. Последовательность молекулярных событий при реализации генотипа: транскрипция, созревание РНК, трансляция, созревание белков.
16. Гомеостаз клетки. Экспрессия генов и адаптация. Закон отклонения гомеостаза. Энантиостаз клетки.
17. Молекулярные механизмы клеточной энергетики.
18. Биоэнергетика растительных клеток. Фотосинтез и образование энергии у низших и высших растений.
19. Механизмы внутриклеточного транспорта веществ и частиц. Молекулярный транспорт.
20. Клеточный цикл и его регуляция.
21. Регуляция времени жизни клетки. Возможные пути гибели клетки.
22. Молекулярные механизмы индукции, развития, регуляции и отмены апоптоза. Энергозависимость апоптоза.
23. Адгезивные взаимодействия клеток.

### Вопросы к зачету

1. Определение предмета "молекулярная биология". Этапы развития. Основные открытия.
2. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот.
3. Хронология открытий, подготовивших создание Уотсоном и Криком модели двойной спирали ДНК.
4. Нуклеозид, нуклеотид, полинуклеотид. Нерегулярные полимеры.
5. Принципы строения двойной спирали ДНК. Виды ДНК.
6. Параметры В-, А- и Z-форм ДНК.
7. Виды РНК. Их роль в клетке.
8. Классификация аминокислот.
9. Основные биологические функции белков.
10. Белки ферменты. Понятие о коферментах.

11. Белки трансформаторы энергии.
12. Регуляторная и рецепторная функции белков.
13. Транспортная, питательная и энергетическая функции белков.
14. Принципиальное строение биологической мембраны.
15. Функции ДНК. Информационная емкость.
16. Генетический код. Его основные свойства.
17. Принципы транскрипции.
18. Образование рибосом у эукариот. Понятие о ядрышке.
19. Принципы репликации ДНК.
20. Доказательство полуконсервативного характера репликации.
21. Теломеры и теломераза .
22. Основные реparable повреждения в ДНК и принципы их исправления.
23. Общая характеристика гистонов.
24. Нуклеосомный, супербидный, петлевой уровни компактизации ДНК эукариот. Метафазная хромосома.
25. Геномы и кариотипы. Размеры и количество генов у разных таксонов.
26. Гены "домашнего хозяйства" и гены "роскоши".
27. Основы метода ренатурации ДНК в изучении структуры генома эукариот.
28. Сателлитная ДНК. Особенности состава. Локализация в геноме. Палиндромы. Роль обращенных повторов в геноме.
29. Умеренные повторы в геноме. Уники.
30. Понятие о мобильных генетических элементах. Классификация мобильных генетических элементов по механизму перемещения.
31. Вирус иммунодефицита человека: структура провируса, белки, кодируемые вирусом.
32. Особенности ретровирусоподобных (LTR-содержащих) ретротранспозонов
33. Механизм обратной транскрипции ретровирусов и LTR – содержащих ретротранспозонов.
34. Ретропозоны, не содержащие LTR (LINE и SINE элементы).
35. Особенности организации ДНК-транспозонов. Примеры про- и эукариотических ДНК-транспозонов. Механизм интеграции ДНК-транспозонов в геном.
36. Эффекты встройки мобильных элементов. Значение мобильных элементов в эволюции.
37. Этапы понимания молекулярных механизмов канцерогенеза.
38. Многостадийность опухолевой трансформации. Основные этапы.
39. Понятие онкогена и протоонкогена. Вирусные и клеточные онкогены. Ras онкоген, Мус онкоген. Механизмы активации протоонкогенов.
40. Гены-супрессорыопухолеобразования.
41. Общие принципы клонирования ДНК.

42. Гель-электрофоретическое фракционирование нуклеиновых кислот и белков.
  43. Использование антител для детекции белков. Вестерн-блот.
  44. Гибридизация нуклеиновых кислот. Саузерн-блот. Нозерн-блот.
  45. Секвенирование ДНК по Сэнгеру.
- Полимеразная цепная реакция

#### **7.4. Методика оценивания знаний, умений, навыков**

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине проводятся в форме текущего контроля и промежуточной аттестации. Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающимся.

##### **Критерии оценки знаний студента при написании индивидуального задания**

**Оценка «отлично»** - выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания вопросов и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике. Но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем.

##### **Критерии оценки ответов на зачете**

**Зачтено** - соответствует ответу студента на оценки отлично, хорошо и удовлетворительно.

**Незачтено** – соответствует ответу студента на неудовлетворительную оценку.

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, который:

- 1) глубоко, в полном объеме освоил программный материал, излагает его на высоком научно-теоретическом уровне, изучил обязательную и дополнительную литературу, умеет правильно использовать знания при региональном анализе, ориентируется в современных проблемах биологии;
- 2) умело применяет теоретические знания при решении практических задач ;
- 3) владеет современными методами исследования, самостоятельно пополняет и обновляет знания в ходе учебной работы;
- 4) при освещении второстепенных вопросов возможны одна – две неточности, которые студент легко исправляет после замечания преподавателя.

Оценку **«хорошо»** получает студент, который:

- 1) раскрыл содержание вопроса в объеме, предусмотренном программой, изучил обязательную литературу по предмету;
- 2) грамотно изложил материал, владеет терминологией;
- 3) знаком с методами исследования, умеет увязать теорию с практикой;
- 4) в изложении допустил ряд неточностей, не искажающих содержания ответа на вопрос.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится студенту, который:

- 1) освоил программный материал по предмету в объеме учебника, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности знаниями, выполнил текущие задания;
- 2) при ответе допустил несущественные ошибки, неточности, нарушения последовательности изложения материала, недостаточно аргументировано изложил теоретические положения.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который:

- 1) обнаружил значительные пробелы в знании основного программного материала;
- 2) допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***а) Основная литература:***

1.Коровин, В.В. Введение в общую биологию. Теоретические вопросы и проблемы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Коровин, В.А. Брынцев, М.Г. Романовский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91300>.

2.Новиков, Н. Н.Биохимия растений [Текст] : учебник, допущ. МСХ РФ. - Москва : "КолосС", 2012. - 679с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0719-5.

3.Общая биология и микробиология [Текст] : учебное пособие, допущ.УМО по образ. в области химической технологии и биотехнологии / Сост. А. Ю. Просеков, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова и др. - 2-е изд., исправ. и доп. - СПб. : Проспект Науки, 2012. - 320с. - ISBN 978-5-903090-71-6.

### ***б) Дополнительная литература***

4.Рогожин, В. В. Биохимия растений [Текст] : учебник, допущ. УМО вузов РФ по агроном. образ. - СПб. : ГИОРД, 2012. - 432с. : ил. - ISBN 978-5-98879-118-8.

5.Ботаника: Растительная клетка (цитология). Растительная ткань (гистология) [Текст] : рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы студентов-бакалавров по направл. "Ландшафтная архитектура" / Сост. М. Г. Муслимов, Н. С. Таймазова. - Махачкала : ФГБОУ ВПО Даг ГАУ, 2015. - 109с. - (Кафедра ботаники, генетики и селекции).

6.Генетика [Текст] : учебное пособие. Рек. Министерством с.-х. РФ для студ. высш.учеб. завед. по агрономич. спец. / Сост. А.А. Жученко, Ю.Л. Гужов, В.А. Пухальский и др.; под ред. А.А. Жученко. - Москва : КолосС, 2006. - 480с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учебн. заведений). - ISBN 5-9532-0069-2.

### **9.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Министерство сельского хозяйства РФ. - [mcx.ru](http://mcx.ru)
2. Elibrary. ru (РИНЦ)- научная электронная библиотека. – Москва, 2000. <http://elibrary.ru>
3. Мировая цифровая библиотека - <https://www.wdl.org/ru/country/RU/>
4. Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>
5. Российская государственная библиотека - [rsl.ru](http://rsl.ru)

6. Бесплатная электронная библиотека - [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) - <http://window.edu.ru/>

1	2 Наименование электронно-библиотечной системы (ЭБС)	3 Принадлежность	4 Адрес сайта	5 Наименование организации-владельца, реквизиты договора на использование
1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» («Ветеринария и сельское хозяйство»)	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор № 112/140/2017, от 25/10/2017 21.12.2017 по 20.12.2018гг
2	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань». «Технология пищевых производств», «Химия»	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор № 46 от 20/04/2018 с 15/05/18 до 14/05/19
3	Polpred.com	сторонняя	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Соглашение от 05.12.2017г.
4	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» (Журналы)	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор от 09/07/2013г. Без ограничения времени

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Молекулярная биология» осуществляется с использованием классических форм учебных занятий: лекций, семинарских занятий, самостоятельной работы во внеаудиторной обстановке.

**Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс).** Лекция является ведущей формой учебных занятий. Лекция предназначена для изложения преподавателем систематизированных основ научных знаний по дисциплине, аналитической информации о дискуссионных проблемах, состоянии и перспективах повышения качества пищевых продуктов. На лекции, как правило, поднимаются наиболее сложные, узловые вопросы учебной дисциплины.

Максимальный эффект лекция дает тогда, когда студент заранее готовится к лекционному занятию: знакомится с проблемами лекции по учебнику или по программе дисциплины. Рекомендуется просматривать записи предыдущего учебного занятия, исходя из логического единства тем учебной дисциплины.

В ходе лекции студенту целесообразно:

Стремиться не к дословной записи излагаемого преподавателем учебного материала, а к осмыслению услышанного и записи своими словами основных фактов, мыслей лектора; вырабатывать навыки тезисного изложения и написания учебного материала, вести записи «своими словами», вместе с тем, не допуская искажения или подмены смысла научных выражений. Определения, на которые обращает внимание преподаватель либо словами, либо интонацией, следует записывать четко, дословно. Как правило, такие определения преподаватель повторяет несколько раз или дает под запись.

1. Оставлять в тетради для конспекта лекции широкие поля, либо вести записи на одной странице. Это нужно для того, чтобы в дальнейшем можно было бы вносить необходимые дополнения в содержание лекции из различных источников: монографий, учебных пособий, периодики и др.
2. Писать название темы, учебные вопросы лекции на новой странице тетради, чтобы легко можно было найти необходимый учебный материал.
3. Начинать каждую новую мысль, новый фрагмент лекции с красной строки; заголовки и подзаголовки, важнейшие положения, на которые обращает внимание преподаватель, а также определения выделять: буквами большего размера, чернилами другого цвета, либо подчеркивать.
4. Нумеровать Встречающиеся в лекции перечисления цифрами: 1, 2, 3 . . . , или буквами: а, б, в. . . . Перечисления лучше записывать столбцом. Такая запись придает конспекту большую наглядность и способствует лучшему запоминанию учебного материала.
5. Выработать удобную и понятную для себя систему сокращений и условных обозначений. Это экономит время, позволяет записывать материал каждой лекции почти дословно, дает возможность сконцентрировать внимание на содержании излагаемого материала, а не на механическом процессе конспектирования.

По окончании лекции целесообразно дорабатывать ее конспект во время самостоятельной работы в тот же день, в крайнем случае, не позднее, чем спустя 2-3 дня после ее прослушивания. Это важно потому, что еще не забыт учебный материал лекции, студент находится под ее впечатлением, как правило, ясно помнит указания преподавателя, хорошо осознает, что ему непонятно из материала лекции.

**Рекомендации по подготовке к семинарским занятиям.** Студентам следует приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию. Наиболее целесообразная стратегия самостоятельной подготовки студента к семинару заключается в том, чтобы на первом этапе усвоить содержание всех вопросов семинара, обращая внимания на узловые



проблемы, выделенные преподавателем в ходе лекции либо консультации к семинару. Для этого необходимо, как минимум, прочесть конспект лекции и учебник, либо учебное пособие. Следующий этап подготовки заключается в выборе вопроса для более глубокого изучения с использованием дополнительной литературы. По этому вопросу студент станет главным специалистом на семинаре. Ценность выступления студента на семинаре возрастет, если в ходе работы над литературой он сопоставит разные точки зрения на ту или иную проблему.

После изучения и обобщения информации, которую содержат источники и литература, составляется развернутый или краткий план выступления. Окончательный вариант плана выступления в идеале желательно иметь не только на бумаге, но и в голове, излагая на занятии подготовленный вопрос в свободной форме, наизусть, что поможет лучшему закреплению учебного материала, станет хорошей тренировкой уверенности в своих силах. При необходимости не возбраняется «подглядывать» в план на листке бумаги, чтобы не ошибиться в цифрах, точнее передать содержание цитат, не забыть какой-то важный сюжет темы выступления.

В ходе работы на семинаре от студента требуется постоянный самоконтроль. Его первым объектом должно быть время, отведенное преподавателем на выступление. Не следует злоупотреблять временем. Достоинством оратора является стремление к лаконичности, но не в ущерб аргументированности и содержательности выступления.

Слушая выступления на семинаре или реплики в ходе дискуссии, важно научиться уважать мнение собеседника, не перебивать его, давая возможность полностью высказать свою точку зрения.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

**Доклад** – это публичное сообщение, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему. Он отличается от **выступлений** большим объемом времени – 20-25 минут (выступления, как правило, ограничены 10-12 минутами). Доклад также посвящен более широкому кругу вопросов, чем выступление.

Типичная ошибка докладчиков в том, что они излагают содержание проблем доклада языком книги и журналов, который трудно воспринимается на слух. Устная и письменная речь строятся по-разному. Наиболее удобная для слухового восприятия фраза содержит 5-9 смысловых единиц, произносимых на одном вздохе. Это соответствует объему оперативной памяти человека. В первые 5 секунд доклада слова, произнесенные студентом, удерживаются в памяти его аудитории как звучание. Целесообразно поэтому

за 5 секунд сформировать завершённую фразу. Это обеспечивает её осмысление слушателями до поступления нового объема информации.

Другая типичная ошибка докладчиков состоит в том, что им не удается выдержать время, отведенное на доклад. Чтобы избежать этой ошибки, необходимо, накануне прочитать доклад, выяснив, сколько времени потребуется на его чтение. Для удобства желательно прямо на страницах доклада провести расчет времени, отмечая, сколько ориентировочно уйдет на чтение 2, 4 страниц и т.д.

Завершение работы над докладом предполагает выделение в его тексте главных мыслей, аргументов, фактов с помощью абзацев, подчеркиванием, использованием различных знаков, чтобы смысловые образы доклада приобрели и зрительную наглядность, облегчающую работу с текстом в ходе выступления.

**Методические рекомендации по подготовке к зачёту.** Изучение дисциплины завершается сдачей обучающимися зачёта. На зачёте определяется качество и объем усвоенных студентами знаний. Подготовка к зачёта – процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех.

В ходе подготовки к зачёта обучающимся доводятся заранее подготовленные вопросы по дисциплине. Перечень вопросов для зачёта содержится в данной рабочей программе.

В преддверии зачёта преподаватель заблаговременно проводит групповую консультацию и, в случае необходимости, индивидуальные консультации с обучающимися. При проведении консультации обобщается пройденный материал, раскрывается логика его изучения, привлекается внимание к вопросам, представляющим наибольшие трудности для всех или большинства обучающихся, рекомендуется литература, необходимая для подготовки к экзамену.

При подготовке к зачёта обучающиеся внимательно изучают конспект, рекомендованную литературу и делают краткие записи по каждому вопросу. Такая методика позволяет получить прочные и систематизированные знания, необходимые на зачёте. Залогом успешной сдачи зачёта является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение года. Накануне необходима и целенаправленная подготовка.

Начинать повторение рекомендуется за месяц до начала сессии. Подготовку к зачёта э желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Этим документом разрешено пользоваться на зачёте.

Готовясь к зачёту, лучше всего сочетать повторение по примерным контрольным вопросам с параллельным повторением по программе учебной дисциплины.

Обучающиеся, имеющие задолженность или неисправленные неудовлетворительные оценки по практическим занятиям, к зачёту не допускаются.

В ходе сдачи зачёта учитывается не только качество ответа, но и текущая успеваемость обучающегося. Ведомость после сдачи зачёта закрывается и сдается в учебную часть факультета.

## **11. Информационные технологии и программное обеспечение**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, видеокамеры, акустическая система и т.д.);

-методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов и т.д.);

-перечень Интернет-сервисов и электронных ресурсов (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и справочники; электронные учебные и учебно-методические материалы).

### **Программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), используемое в учебном процессе**

OfficeStandard 2010	OpenLicense: 61137897 от 2012-11-08
Windows 8 Professional	OpenLicense: 61137897 от 2012-11-08
Windows 7 Professional	Open License: 61137897 от 2012-11-08
Windows 8	Open License: 61137897 от 2012-11-08
<i>AutoCAD Design Suite Ultimate, Building Design Suite, ПО Maya LT, Autodesk® VRED, Education Master Suite</i>	Образовательная лицензия (Сеть) на EducationMasterSuite 2015. Выдана ДагГАУ-Информатика, Махачкала. Срок действия лицензии – 3 года.
Turbo Pascal School Pak	<a href="http://sunschool.mmcs.sfedu.ru/courses">http://sunschool.mmcs.sfedu.ru/courses</a>
PascalABC.NET	<a href="http://mmcs.sfedu.ru">http://mmcs.sfedu.ru</a>

Справочная правовая система Консультант Плюс. <http://www.consultant.ru/>

## **12. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса**

Библиотечный фонд ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ имени М.М. Джамбулатова»; компьютерный класс с выходом в интернет; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа № 403, Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 404, учебная мебель (столы и стулья ученические, преподавательские стул и стол), доска, компьютер, сеть «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду организации, лабораторное оборудование: бокс биологической безопасности, автоклав,

лабораторные весы типа CUW / CUX, анализатор, центрифуги MPW-260/R/RH, счетчик зерна, весы электронные лабораторные ХЕ, камера для роста растений, инкубатор общего назначения (термостат суховоздушный), микроскоп модели В-293PLi, стереомикроскопы, микроскоп модели Модели В-150R, влагомер зерна, ручные многоуровневые пробоотборники зерна.

### **13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

#### **а) для слабовидящих:**

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку);
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство.

#### **б) для глухих и слабослышащих:**

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку);
- зачет проводится в письменной форме;
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного использования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.
- по желанию студента зачет может проводиться в письменной форме.

#### **в) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствия верхних конечностей):**

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту.
- по желанию студента зачет проводится в устной форме.

## Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины

Внесенные изменения на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год

### УТВЕРЖДАЮ

*проректор по учебной работе*

\_\_\_\_\_ С. А. Курбанов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В программу дисциплины (модуля) «Молекулярная биология»  
по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» вносятся следующие  
изменения:

.....;  
.....;  
.....;

### Программа пересмотрена на заседании кафедры

Протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Муслимов М.Г. / профессор / \_\_\_\_\_ /  
(фамилия, имя, отчество) (ученое звание) (подпись)

### Одобрено

Председатель методической комиссии факультета

Сапукова А. Ч. / доцент / \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество) (ученое звание) (подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Лист регистрации изменений в РПД

[illegible]