

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»

ПРИНЯТО  
УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого Совета  
от « 08 » 12 2022 г.



Директор, д-р с.-х. наук  
В. С. Паштецкий  
« 08 » 12 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(МОДУЛЯ)  
«Молекулярная биология клетки»**

**шифр и наименование группы научных специальностей**  
1.5. Биологические науки

**шифр и наименование научной специальности**  
1.5.11. Микробиология

**Квалификация выпускника.**  
Исследователь  
**Форма обучения**  
Очная

Симферополь

**Шифр и наименование группы научных специальностей 1.5. Биологические науки**

**Шифр и наименование научной специальности 1.5.11. Микробиология**

**Дисциплина (модуль): «Молекулярная биология клетки»**

Форма обучения: очная

Разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- Приказ от 20 октября 2021 г. № 951 Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации срокам освоения программы учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).
- Приказ от 24 февраля 2021 г. № 118 Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите Диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное Приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. N 1093.
- Порядок разработки и утверждения программ подготовки научных кадров в аспирантуре ФГБУН «НИИСХ Крыма».
- Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 1.5.11. Микробиология.

Разработчики программы:

Крыжко А.В., к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, протеомики и биоинформатики в сельском хозяйстве

Дидович С.В., к.с.-х.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник лаборатории растительно-микробного взаимодействия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА предназначена для подготовки кадров высшей квалификации по направлению подготовки группы научных специальностей 1.5. Биологические науки к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.5.11. Микробиология на соискание ученой степени кандидата наук в соответствующей сфере.

Рабочая программа утверждена на правах учебно-методического издания.

Руководитель ОПОП ВО

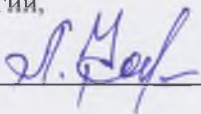
главный научный сотрудник

лаборатории растительно-микробного взаимодействия

отдела сельскохозяйственной микробиологии,

доктор сельскохозяйственных наук,

старший научный сотрудник



---

/Л.А. Чайковская/

## ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО.....	5
2.2. Требования к освоению дисциплины.....	6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
3.1. Общая трудоемкость дисциплины.....	7
3.2. Структура дисциплины.....	7
3.3. Содержание разделов дисциплины.....	8
3.4. Лекционные занятия.....	12
3.5. Семинарские и практические занятия.....	12
3.6. Самостоятельная работа.....	13
4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	15
4.1. Текущая аттестация.....	15
4.2. ФОС: оценочные средства промежуточного контроля.....	15
4.3. Формирование и оценка компетенций в процессе обучения.....	27
4.4. Промежуточная аттестация.....	29
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	30
6. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.....	31
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34

## АННОТАЦИЯ

Место дисциплины в структуре Основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее ОПОП ВО): Дисциплина (модуль) «Молекулярная биология клетки» реализуется в рамках Основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научных кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (ФГБУН «НИИСХ КРЫМА») по группе научных специальностей 1.5. Биологические науки, по специальности 1.5.11. Микробиология аспирантам очной формы обучения и относится к вариативной части программы.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в рамках бакалавриата и магистратуры. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, являются базовыми для подготовки к сдаче кандидатского минимума по 1.5.11. Микробиология, для проведения научных исследований и подготовки научно-исследовательской работы, что является неотъемлемой составной частью подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Дисциплина «Молекулярная биология клетки» призвана формировать у аспирантов углублённые профессиональные знания о строении и функционировании живой клетки на молекулярном уровне, а также об основных методах исследований различных молекулярных процессов. Особое внимание уделяется рассмотрению молекулярных основ наследственности, строению генетического аппарата эукариотической клетки, механизмам реализации наследственной информации в ходе экспрессии генов. Экспрессия генов – это комплекс молекулярных процессов, позволяющих превращать генетическую информацию в функциональный продукт. Обычно, в ходе экспрессии генов ДНК транскрибируется в РНК, а РНК, в свою очередь, транслируется в белок. Эти важнейшие этапы нуждаются в очень тонкой регуляции. Помимо транскрипции и трансляции существует еще ряд важных этапов, на которых осуществляется регуляция экспрессии генов, в том числе сплайсинг и процессинг РНК, образование и экспорт мРНК. В этом курсе будут подробно обсуждены молекулярные механизмы практически всех ключевых этапов экспрессии генов. Курс должен подготовить слушателя к работе в научно-исследовательском учреждении.

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: Программа - минимум кандидатского экзамена по специальности по специальности 1.5.11. «Микробиология», паспорт научной специальности 1.5.11. Микробиология, учебные издания, материалы конференций, симпозиумов, семинаров, Интернет-ресурсы, научные издания и монографические исследования и публикации.

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 2 зачетные единицы, 72 часа. Дисциплина обязательна для освоения на 3 курсе, 5 семестре, продолжительность обучения - 1 семестр.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз на практических занятиях с помощью опроса, собеседования, тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренные настоящей программой.

Промежуточная оценка знаний осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме: дифференцированного зачета.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи дисциплины (модуля) «Молекулярная биология клетки»:

Цель дисциплины: получение аспирантами фундаментальных знаний в области молекулярной биологии, в том числе, углубленной информации о структуре нуклеиновых кислот, закономерностях процессов репликации, репарации и транскрипции ДНК, механизмах регуляции экспрессии генов на уровне транскрипции и трансляции, о структуре и функционировании белковых молекул и комплексов, а также приобретение необходимых навыков по анализу научной литературы и принципах проведения исследований по молекулярной биологии.

Задачи дисциплины:

Обучить аспирантов современным представлениям о важнейших закономерностях строения ДНК, РНК, белков, механизмах их взаимодействия в ходе реализации генетической информации.

Сформировать у аспирантов представление о современном состоянии науки о жизни на молекулярном уровне, функционировании генетических систем, об основных научных проблемах и дискуссионных вопросах современной молекулярной биологии.

Подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении конкретного научного исследования в области молекулярной биологии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Входные требования для освоения дисциплины (модуля) «Молекулярная биология клетки». Знания по молекулярной биологии, генетике, биохимии, цитологии, предусмотренных требованиями предыдущего образования (уровень подготовки специалитет и магистратура).

Дисциплина «Молекулярная биология клетки» включена в вариативную часть Блока «Дисциплины (модули)» программы в качестве дисциплины по выбору. Базисом данной дисциплины являются знания по биохимии, молекулярной биологии и генетике, имеющиеся у аспирантов после получения высшего профессионального образования.

Данная учебная дисциплина необходима для успешного освоения аспирантами специализированных дисциплин по молекулярной биологии клетки и микробиологии, позволяющие выполнять научные исследования на современном уровне и подготовить диссертационные работы.

Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия. Должны быть освоены курсы: Химические основы биологических процессов, Органическая химия, Основы биохимии, Химия белка, Химия нуклеиновых кислот, Клеточная биология.

### 2.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В рамках дисциплины «Молекулярная биология клетки» у аспирантов углубляются и развиваются следующие компетенции:

Код(ы) и содержание компетенции(й):

ПК- 3: Способность и готовность использовать систему знаний о закономерностях клеточной организации биологических объектов, физиологических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности микроорганизмов; проводить системный анализ экспериментальных данных, научной и научно-практической информации в области микробиологии.

В результате изучения дисциплины аспирант (обучающийся) должен:

Коды формируемых компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-3	Знать: – структурно-функциональную организацию прокариотических и эукариотических геномов; – механизмы ферментативного копирования нуклеиновых кислот, особенности репарационного синтеза ДНК; – биологическую роль пост-транскрипционных модификаций РНК; биологическую роль и классификацию белков и пептидов, их структурную организацию и молекулярные механизмы функционирования, взаимосвязь структуры и функции; строение и физико-химические свойства рибосом, биологическую роль рибосомальных белков, их структурную организацию и молекулярные механизмы функционирования.

ПК-3	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объяснить суть рассматриваемых в курсе биологических процессов;</li> <li>– квалифицированно применять фактические знания к выбору стратегии и методов собственной исследовательской работы;</li> <li>– использовать данные полногеномного анализа, хранящимися в NCBI или в специализированных базах данных для анализа исследуемых процессов;</li> <li>– объяснить суть биологических процессов, рассматриваемых в курсе, с точки зрения физико-химических свойств макромолекул белков и пептидов;</li> <li>– объяснить суть биосинтеза белка, рассматриваемого в курсе, с точки зрения физикохимических свойств рибосомальных белков</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– информацией о современных базах данных, хранящих геномную информацию;</li> <li>– информацией о современных сетевых ресурсах для моделирования структуры биологических макромолекул навыками статистической обработки экспериментальных данных.</li> <li>– навыками использования информационных технологий для работы с банками первичных и пространственных структур белков.</li> </ul>

## 2.2. Требования к освоению дисциплины

Окончившие курс обучения по данной программе аспиранты должны: Иметь представление о строении и функционировании живой клетки на молекулярном уровне, а также об основных методах исследований различных молекулярных процессов. Курс должен подготовить слушателя к работе в научно-исследовательском учреждении.

Знать:

- лексический минимум в объеме, необходимом для профессиональных устных и письменных коммуникаций и работы с информацией в области молекулярной биологии;
- основные особенности объектов исследования, используемых в области молекулярной биологии;
- молекулярные основы механизмов хранения, репликации, передачи и экспрессии генетической информации и регуляции данных процессов у разных групп организмов;
- основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии;
- особенности основных концепций ведущих отечественных и зарубежных молекулярных биологов и научных школ в области молекулярной биологии;
- проблемы безопасности научных исследований в области молекулярной биологии;
- перспективы практического использования достижений молекулярной биологии в медицине и биотехнологии.

Уметь:

- собирать, анализировать и интерпретировать научную литературу по молекулярной биологии, свободно ориентироваться в дискуссионных проблемах современной молекулярной биологии;
- использовать в научных исследованиях теоретические знания в области молекулярной биологии;
- планировать эксперименты и анализировать их результаты с использованием современных методологических подходов, применяемых в области молекулярной биологии;
- излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументировать свою точку зрения в научной дискуссии.

Владеть:

- навыками научного поиска и использования информационных источников (научная литература, базы данных, компьютерные программы и другие Интернетресурсы) для аналитического поиска в области исследований по молекулярной биологии;
- методологией планирования, постановки и обработки результатов экспериментов в области молекулярной биологии, в том числе, методологией выбора объектов и методов исследований для решения конкретных поставленных задач;
- навыками критического анализа и оценки собственных результатов и научной литературы в области молекулярной биологии и смежных областей знаний.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицы, 36 академических часа, из них:

Объем дисциплины	Форма обучения
	очная
Общая трудоемкость дисциплины (часов)	72
Аудиторная работа (всего): в том числе:	18
Лекции	8
Семинары, практические занятия	10
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	54
Промежуточная аттестация	
Вид промежуточной аттестации	Дифференцированный зачет

#### 3.2. Структура дисциплины

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ:

Наименование разделов дисциплины	Количество часов			
	Очная форма			
	всего	лекции	практические занятия	самостоятельная работа обучающихся (всего)
1. Структура нуклеиновых кислот. Репликация и рекомбинация ДНК.	34	2	2	30
2. Транскрипционные и посттранскрипционные механизмы.	20	4	6	10
3. Биосинтез, строение и функции белков.	18	2	2	14
Промежуточная аттестация дифференцированный зачет				
Всего	72	8	10	54

### 3.3. Содержание разделов дисциплины

Общее содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание темы	Форма текущего контроля
1	Структура нуклеиновых кислот. Репликация и рекомбинация ДНК.	<p>Молекула ДНК. Физические свойства и конформационные формы молекулы ДНК. Нуклеотидные последовательности ДНК, определяющие конформацию ДНК, гибкость или жесткость молекулы. Уотсон-Криковские и Хугстиновские взаимодействия. Триплексы и квадруплексы. Сверхспирализация ДНК. Параметры сверхспирализованной молекулы ДНК и конформационные переходы в сверхспирализованной молекуле. ДНК-топоизомеразы I и II типов, механизмы действия. Гираза и обратная гираза.</p> <p>Репликация ДНК. ДНК-полимеразы, участвующие в репликации, характеристика их ферментативных активностей. Точность воспроизведения ДНК. ДНК-полимеразы бактерий, архей и эукариот. Процессивность ДНК-полимераз. Специализированные ДНК-полимеразы, обеспечивающие неточное воспроизведение ДНК. Вилка репликации, ведущая и отстающая нити при репликации. Комплекс белков в репликационной вилке. Фрагменты Оказаки и особенности их процессинга. Праймазы, хеликазы. Механизмы инициации репликации у бактерий и эукариот, структура участков старта репликации и регуляция инициации репликации. Белки DnaA, ORC и MCM. Методы исследования инициации репликации. Репликация концевых участков линейных хромосом. Теломера, теломераза и комплексы белков, регулирующих активность теломеразы.</p> <p>Клеточный цикл у эукариот, регуляция репликации ДНК и сегрегации хромосом. Молекулярные механизмы, координирующие клеточный цикл и репликацию ДНК. Понятие о «сверочных точках». Циклины и протеинкиназы. Механизмы упаковки ДНК при подготовке к делению клетки. Репликоны и «расписание» отдельных участков генома по ходу клеточного цикла. Когезины и конденсины в расхождении и упаковке хромосом. Структура центромер, кинетохоров, контроль присоединения микротрубочек и расхождения хромосом в митозе и мейозе.</p> <p>Репарация ДНК. Классификация типов репарации. Прямая репарация, фотолиазы, Оксидативные деметилазы и репарация метилированного гуанина. Эксцизионная репарация оснований. ДНК-гликозилазы, основные</p>	О,Д, ДЗ



		<p>принципы действия, внеспиральное узнавание поврежденных оснований. AP-эндонуклеаза. Основные пути эксцизионной репарации у прокариот и эукариот. Эксцизионная репарация нуклеотидов у бактерий и эукариот. Механизм репарации, направленный на исправление активно транскрибируемых генов. Механизм репарации неспаренных нуклеотидов. Выбор репарируемой нити ДНК. Репликация поврежденных участков ДНК специализированными ДНК-полимеразами у прокариот и эукариот. Репарация двунитевых разрывов, объединение негомологичных концов ДНК. Сигналы, обеспечивающие репарацию двунитевых разрывов и задержку репликации ДНК до завершения репарации. Болезни, обусловленные дефектами разных систем репарации. Гомологичная рекомбинация. Двунитевые разрывы ДНК, инициирующие рекомбинацию. Роль рекомбинации в репарации двунитевых разрывов. Структура Холлидея, миграция ветвей, гетеродуплексы, «разрешение» на отдельные молекулы. Энзимология рекомбинации у бактерий и эукариот. RecA-белок. Обмен нитей ДНК при синапсе. Синаптонемный комплекс эукариот. Генная конверсия. Переключение типов спаривания у дрожжей.</p> <p>Сайт-специфическая рекомбинация. Различия молекулярных механизмов общей и сайт-специфичной рекомбинации. Классификация рекомбиназ. Типы хромосомных перестроек, осуществляемых при сайт-специфичной рекомбинации. Регуляторная роль сайт-специфичной рекомбинации у бактерий. Использование систем сайт-специфичной рекомбинации в генетической инженерии.</p> <p>Мобильные генетические элементы бактерий и эукариот. ДНК-транспозоны в геномах прокариот. IS-последовательности и ДНК-транспозоны. Нерепликативный и репликативный механизмы транспозиций. Резольваза. Роль сверхспирализации при транспозиции. ДНК-транспозоны у эукариот, автономные и дефектные транспозоны.</p> <p>Горизонтальный перенос генов с участием транспозонов и их роль в структурных перестройках и в эволюции геномов. Подвижные элементы, перемещающиеся с помощью обратной транскрипции (ретроэлементы). Различие механизмов перемещения элементов с длинным и концевыми повторами (ретротранспозонов и ретровирусов), LINE- и SINE-элементов. Ретротранспозоны, ретрогены и псевдогены в эволюции геномов.</p> <p>Основные принципы структурной организации РНК. Первичная структура, модифицированные основания. Вторичная структура, принцип</p>
--	--	---

		<p>комплементарности и отклонения от него; дефекты коротких двойных спиралей, тетрапетли, псевдоузлы, тройные взаимодействия. Третичная структура: компактное сворачивание, дальние комплементарные и некомплементарные взаимодействия, формирование доменов.</p> <p>Генетические функции РНК. Структура мРНК, тРНК и рРНК. Некодирующие РНК, основные виды. Функции структурообразования, специфического узнавания и связывания лигандов. Каталитические функции, рибозимы. Малые не кодирующие РНК. Древний мир РНК и происхождение жизни. Компартиментализация и колонии РНК. Возникновение биосинтеза белка на базе мира РНК. Происхождение ДНК и универсального генетического кода. Общий универсальный предшественник и происхождение трех основных ветвей живых организмов. «Следы» мира РНК в клетках прокариот и эукариот.</p>	
2	Транскрипционные и посттранскрипционные механизмы.	<p>Транскрипция у бактерий. Структура РНК-полимеразы. Разнообразие сигма-факторов. Структура промоторов. Стадии транскрипционного цикла. Инициация, элонгация и терминация транскрипции. Регуляция инициации транскрипции с участием репрессоров, активаторов и репрессоров транскрипции. Принципы узнавания ДНК регуляторными белками. Механизмы регуляторных пауз и терминации транскрипции. Рибопереклюватели. Аттенюация транскрипции.</p> <p>Транскрипция у эукариот. РНК-полимеразы I, II и III, участие в транскрипции разных классов клеточных РНК. Структура промоторов РНК-полимеразы II. Общие факторы транскрипции, этапы сборки преинициаторного комплекса. ТВР и ТАФ факторы, медиатор. Регуляция инициации транскрипции РНК-полимеразой II. Белки - активаторы и репрессоры транскрипции, их доменная структура, типы доменов, узнающих регуляторные элементы. Комбинаторный принцип в регуляции транскрипции. Коактиваторы и корепрессоры. Энхансеры и энхансеосома. Модели, объясняющие механизм действия энхансеров. Области контроля локуса, инсуляторы. Сигнальные системы, регулирующие экспрессию генов. Примеры систем передачи сигналов. Ядерные рецепторы гормонов, их домены, особенности узнавания регуляторных последовательностей ДНК. Фосфорилирование субъединицы РНК-полимеразы II, элонгация, паузы и терминация транскрипции. РНК-полимеразы I и III, особенности структуры промоторов и инициации транскрипции. Процессинг предшественников мРНК эукариот. Кэпирование и полиаденилирование. Экзоны и интроны. Механизм сплайсинга. Роль малых</p>	О, Д, ДЗ

		<p>ядерных РНК. Сплайсосома. Альтернативный сплайсинг и его роль в регуляции экспрессии генов. Самосплайсинг. Транс-сплайсинг. Редактирование РНК.</p> <p>Структура хроматина. Нуклеосома как единица структурной организация хроматина. Октамер гистонов, варианты формы гистонов. Центромерные варианты гистона H3.</p> <p>Линкер и линкерные гистоны. Расположение нуклеосом на молекуле ДНК. Перемещение нуклеосом вдоль молекулы ДНК и АТР-зависимое ремоделирование хроматина.</p> <p>Молекулярные машины ремоделирования. Сборка нуклеосом при репликации ДНК.</p> <p>Переносчики гистонов. Не зависящая от репликации сборка нуклеосом. Замена обычных гистонов на варианты формы и их роль в генетической регуляции. Транскрипция «через нуклеосомы». Химические модификации гистонов: ацетилирование, фосфорилирование, метилирование, убиквитинилирование и ADP-рибозилирование. Понятие о «гистоновом коде». Активный хроматин и неактивный хроматин. Гетерохроматин и механизмы его распространения по хромосоме.</p> <p>Механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов. Взаимосвязь модификации гистонов и метилирования ДНК, механизмы инактивации генов при метилировании. ДНК-метилтрансферазы эукариот. Наследование метилированного состояния и метилирование <i>de novo</i>. Родительский геномный импринтинг. Эффекты положения генов. Белковые комплексы в определении эпигеномного наследования. Пространственная организация хромосом в ядре и регуляция генной активности. Понятие об активных и неактивных доменах в ядре. Роль блоков конститутивного гетерохроматина и белков ядерной ламины в инактивации генов. Хромосомные территории. Влияние расположения в ядре на уровень экспрессии генов. Функциональная компартментализация клеточного ядра.</p> <p>Понятие стресса. Компоненты и функции стресс-сигналинга клетки. Метаболический стресс. Образование и предотвращение повреждений макромолекул клетки. Механизмы ответа на повреждение ДНК, белков и липидов. Эпигенетические механизмы гомеостаза.</p>	
3	Биосинтез, строение и функции белков.	<p>Структура рибосом и биосинтез белка. Строение рибосом, подразделение на субчастицы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомные белки, разнообразие, разделение, номенклатура, особенности структуры. Рентгеноструктурный анализ рибосом. Механизмы</p>	О, Д, ДЗ

		<p>инициации синтеза белка, факторы инициации у бактерий и эукариот. Кэп-зависимая и кэп-независимая инициация трансляции. Элонгация и терминация трансляции. Рибосома как молекулярная машина. Регуляция трансляции у прокариот и эукариот.</p> <p>Общее строение и основные функции белков. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белка. Механизмы сворачивания белков <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>. Пост-трансляционные модификации.</p>	
--	--	---	--

**Примечание:** О - опрос, Д - дискуссия (диспут, круглый стол, мозговой штурм, ролевая игра), ДЗ - домашнее задание (эссе и пр.). Формы контроля не являются жесткими и могут быть заменены преподавателем на другую форму контроля в зависимости от контингента обучающихся.

### 3.4 Лекционные занятия

№ занятия	№ Раздела (темы)	Краткое содержание темы	Количество часов, очная форма
1	1	Структура ДНК. Суперспирализация ДНК и топоизомеразы. Механизмы репликации ДНК у бактерий и эукариот. Теломера и теломераза. Репарация ДНК, основные типы и механизмы. Гомологичная и сайт-специфическая рекомбинация. Горизонтальный перенос генов. Мобильные генетические элементы бактерий и эукариот.	2
2	2	Механизмы транскрипции у прокариот и эукариот. Процессинг РНК у эукариот. Механизмы сплайсинга РНК.	2
3		Структура хроматина и нуклеосом. Механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов.	2
4	3	Структура рибосом и биосинтез белка. Общее строение и основные функции белков.	2
<b>Всего:</b>			8

### 3.5 Семинарские и практические занятия

№ занятия	№ Раздела (темы)	Краткое содержание темы	Количество часов, очная форма
1	1	Структура нуклеиновых кислот. Репликация и рекомбинация ДНК. Структура РНК, основные классы РНК в клетках. Некодирующие РНК, основные виды.	2

		Древний мир РНК и происхождение жизни. Компарментализация и колонии РНК. Коллоквиум №1	
2	2	Практикум по решению исследовательских задач по молекулярной биологии.	2
3		Понятие стресса. Компоненты и функции стресс-сигналинга клетки. Метаболический стресс. Образование и предотвращение повреждений макромолекул клетки. Механизмы ответа на повреждение ДНК, белков и липидов. Эпигенетические механизмы гомеостаза.	4
4	3	Транскрипционные и посттранскрипционные механизмы. Биосинтез, строение и функции белков. Коллоквиум №2.	2
<b>Всего:</b>			10

### 3.6 Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает в себя самоподготовку обучающихся (проработку и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовку к лабораторным и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины

№ п/п	Название раздела	Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение	Количество часов	Формы контроля
			очная форма	
1	Структура нуклеиновых кислот. Репликация и рекомбинация ДНК.	Структура ДНК. Суперспирализация ДНК и топоизомеразы. Механизмы репликации ДНК у бактерий и эукариот. Репликативная вилка и ферменты репликации. Инициация и терминация репликации. Теломера и теломераза. Клеточный цикл у эукариот, регуляция репликации ДНК и сегрегации хромосом. Механизмы упаковки ДНК при подготовке к делению клетки. Репликоны и «расписание» отдельных участков генома по ходу клеточного цикла. Когезины и конденсины в расхождении и упаковке хромосом. Структура центромер, кинетохоров, контроль присоединения микротрубочек и расхождения хромосом в митозе и мейозе. Репарация ДНК, основные типы и механизмы. Гомологичная и сайт-специфическая рекомбинация. Горизонтальный перенос генов. Мобильные генетические элементы	30	У, П, Р

		<p>бактерий и эукариот. Горизонтальный перенос генов с участием транспозонов и их роль в структурных перестройках и в эволюции геномов. Ретротранспозоны, ретрогены и псевдогены в эволюции геномов. Основные принципы структурной организации РНК. Генетические функции РНК. Структура мРНК, тРНК и рРНК. Некодирующие РНК, основные виды. Древний мир РНК и происхождение жизни.</p>		
2	Транскрипционные и посттранскрипционные механизмы.	<p>Механизмы транскрипции, структура РНК-полимеразы и регуляция экспрессии генов у бактерий. Механизмы транскрипции у эукариот. Структура и механизмы действия промоторов, энхансеров, РНК-полимераз и транскрипционных факторов. Процессинг РНК у эукариот. Механизмы сплайсинга РНК. Структура хроматина и нуклеосом. Модификации гистонов и типы хроматина. Механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов, роль хроматина в регуляции транскрипции. Понятие стресса. Компоненты и функции стресс-сигналинга клетки. Метаболический стресс. Образование и предотвращение повреждений макромолекул клетки. Механизмы ответа на повреждение ДНК, белков и липидов. Эпигенетические механизмы гомеостаза.</p>	10	У, П, Р, ДЗ
3	Биосинтез, строение и функции белков.	<p>Структура рибосом и биосинтез белка. Строение рибосом, подразделение на субчастицы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Механизмы инициации синтеза белка, факторы инициации у бактерий и эукариот. Элонгация и терминация трансляции. Рибосома как молекулярная машина. Регуляция трансляции у прокариот и эукариот. Общее строение и основные функции белков. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белка. Механизмы сворачивания белков <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>. Пост-трансляционные модификации.</p>	14	У, П, ДЗ
		Итого часов:	54	

**Примечание:** У- устный ответ; П - письменная работа; Р – реферат; ДЗ - домашнее задание (эссе и пр.). Формы контроля не являются жесткими и могут быть заменены преподавателем на другую форму контроля в зависимости от контингента обучающихся.

## 4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1. Текущая аттестация

Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов по программам высшего образования - программам подготовки научных кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса - ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина - активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;

- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5-отлично, 4- хорошо, 3-удовлетворительно, 2- не удовлетворительно).

### 4.2. ФОС: оценочные средства дисциплины

Для определения уровня освоения дисциплины «Молекулярная биология клетки» и сформированных у обучающихся компетенций проводится пороговый, текущий и итоговый контроль знаний, которые завершаются промежуточной аттестацией в виде дифференцированного зачета в устной форме. Пороговый контроль проводится на начальных этапах изучения учебного материала и базируется на знаниях по биологии и химии в рамках бакалаврской и магистерской программы. Текущий контроль степени усвоения теоретического материала осуществляется после изучения каждого раздела. Для проведения текущего контроля составляются отдельные группы вопросов в рамках разделов. Количество вопросов, выдаваемых каждому обучающемуся в рамках текущего контроля, зависит от объема раздела. Итоговый контроль проводится в целях закрепления и усвоенного материала по вопросам всех разделов. Промежуточная аттестация проводится в виде дифференцированного зачета в устной форме. Для проведения зачета используются типовые задания, в которые включаются два теоретических вопроса.

Оценочными средствами текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины является следующее:

Форма контроля знаний	Вид аттестации	Примечание
Опрос	Текущая	Подготовка и ответ на семинарском занятии по заданным вопросам
Дискуссия	Текущая	Обсуждение проблематики предмета
Практическая работа	Текущая	Выполнение и оформление заданий на практических работах
Реферат	Текущая	Самостоятельный анализ проблемы.
Контрольная работа	Промежуточная	Выполнение и оформление заданий по предложенным вопросам
Дифференцированный зачет	Промежуточная	Подготовка и ответ на экзамене по предложенным вопросам





№ 5. Линейный фрагмент ДНК обработали рестриктазой *EcoRI*, рестриктазой *BamHI* и их смесью. Продукты реакции разделили в агарозном геле и окрасили бромистым этидием. Результаты электрофореза представлены на рис.1. Цифры указывают приблизительные размеры фрагментов в п.н. Постройте рестрикционную карту фрагмента.

№ 6. Вирионную (линейную) ДНК бактериофага  $\lambda$  обработали рестриктазой *PvuI*, рестриктазой *NcoI*, а также смесью обеих рестриктаз. Продукты реакции разделили в агарозном геле и окрасили бромистым этидием. Результаты электрофореза представлены на рис.1. Цифры указывают приблизительные размеры фрагментов в п.н. определите координаты сайтов *PvuI* и *NcoI* в ДНК фага  $\lambda$ .

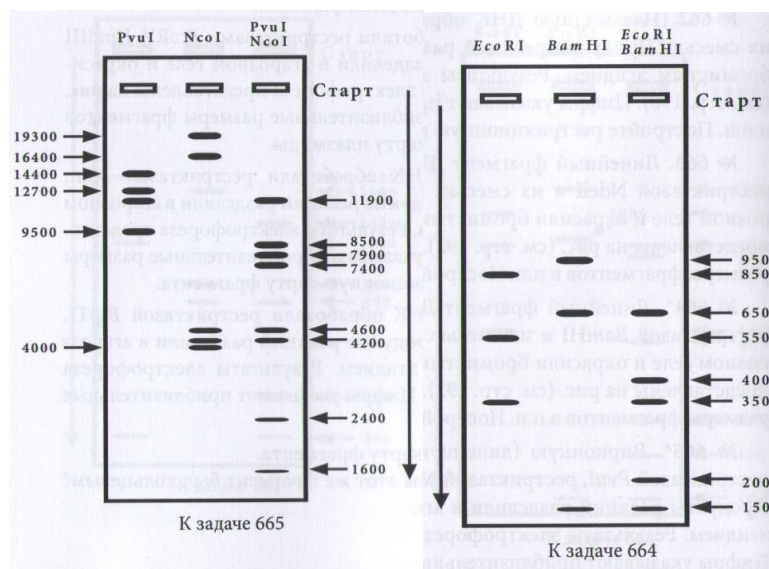


Рис.1 Результаты электрофореза к задачам 5 и 6.

№ 7. Вы клонировали в *E.coli* дрожжевой ген, кодирующий фермент метаболизма, с целью синтеза продукта гена. Как вы полагаете, будет ли дрожжевой промотор работать в клетках *E.coli*. Почему?

№ 8. Изобразите схему прокариотического гена и его мРНК. Не забудьте включить в нее промотор, старт транскрипции, сайт терминации транскрипции, нетранслируемые районы, сайты инициации и терминации трансляции, обозначьте 5'- и 3'-концы цепей ДНК.

№ 9. У *E. coli* мутации *sbcB* + *sbcD* супрессируют мутации *recB* и *recC* (уровень рекомбинации у мутантов подавлен в среднем до 1%, по сравнению с клетками дикого типа), восстанавливая, хотя и не полностью, способность к генетической рекомбинации путем включения альтернативного пути рекомбинации *RecF*. Последний является минорным и отличается от основного для *E.coli* пути *RecBCD* значительно меньшей эффективностью. В то же время известна температурочувствительная мутация гена *recA* — *recA200*, отличающаяся нормальным уровнем рекомбинации при 37°C, а при переносе клеток в условия 43 °C — полностью блокирующая процесс. Использование мутации позволяет изучать кинетику процесса рекомбинации. Спланируйте эксперимент по сравнительной оценке скорости рекомбинации между штаммом с генотипом *recB recC sbcB sbcD* (функционирует *RecF* путь рекомбинации) и нормальным по рекомбинации штаммом в конъюгационном скрещивании с участием мутации *recA200*. Для отбора рекомбинантов и элиминации штамма-донора *Hfr* дополнительно используйте мутацию *rpsL* (устойчивость к стрептомицину) и подходящую ауксотрофную мутацию для подавления роста реципиентного штамма.

№ 10. У дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* мутации *ade1* и *ade2* вызывают красную окраску колоний (в норме окраска белая). С помощью этой мутационной системы можно выявлять мутанты по репарации неспаренных оснований в ДНК. Предложите схему такого эксперимента.

№ 11. На практике размер фрагмента определяют, сравнивая расстояние, пройденное фрагментом от старта в агарозном геле с подвижностями набора фрагментов известной длины (такой набор называют набором маркеров молекулярной массы). Линейный фрагмент ДНК обработали рестриктазой *PstI*, рестриктазой *XhoI* и их смесью. Продукты реакций разделили в

агарозном теле и окрасили бромистым этидием (рис. 2). На последнюю дорожку («М») нанесли набор маркеров молекулярных масс. Цифры указывают размеры маркеров в п.н.

- Постройте график зависимости пробега фрагмента от его размера.
- С помощью полученного графика определите размер фрагментов ДНК, получившихся при обработке исходного фрагмента рестриктазами.
- Постройте рестрикционную карту исходного фрагмента.

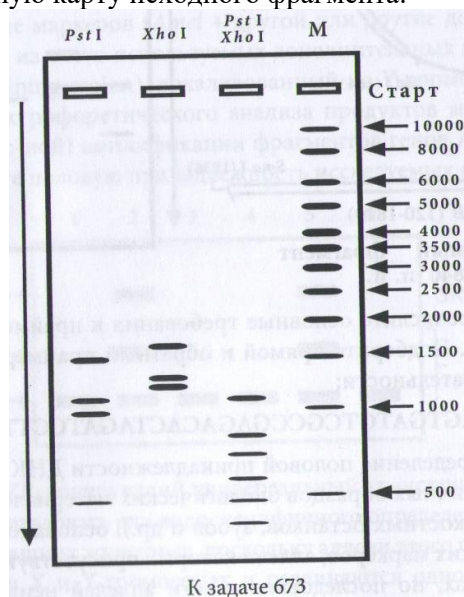


Рис.2 Результаты электрофореза к задаче 11.

№ 12. У пациента, страдающего муковисцидозом, провели определение последовательности гена CFTR, продукт которого отвечает за транспорт ионов хлора в эпителиальных клетках. На рис.3 приведены результаты электрофоретического анализа фрагмента гена CFTR у здорового человека (А) и пациента (Б). Установите последовательности нуклеотидов на данном участке в норме и патологии. Определите тип мутации. Предложите способ ПЦР-диагностики заболевания.

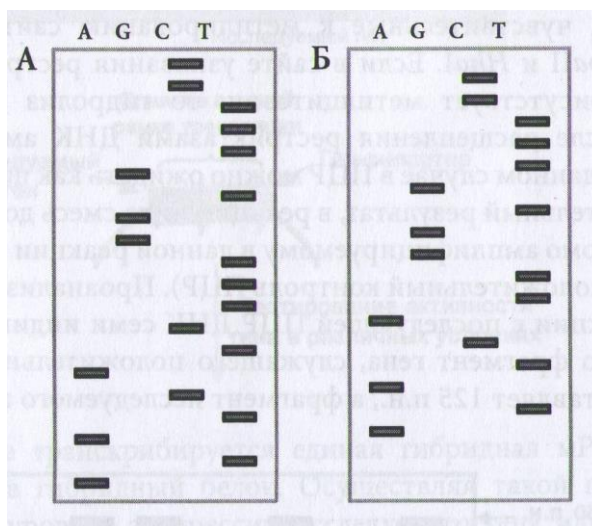


Рис.3 Результаты электрофореза к задаче 12.

### Вопросы для подготовки к практическому занятию №3

#### Темы рефератов.

С использованием учебной литературы и научных статей самостоятельно подготовьте доклад с презентацией по одной из тем либо самостоятельно изучите материал и составьте список вопросов для докладчиков к семинару:

- Методы изучения клеточного стресс-сигналинга *in silico*. Построение генных сетей.
- Базы данных мировой научной литературы.

3. Базы данных геномных и протеомных сетей.
4. Метаболический стресс. Образование и предотвращение повреждений макромолекул клетки.
5. Методы оценки повреждений ДНК, РНК и белков.
6. Зависимость частоты возникновения отдельных типов повреждения ДНК от природы и интенсивности действующего фактора.
7. Повреждения ДНК, образующиеся при связывании ДНК с другими макромолекулами клетки (например, сшивки ДНК-белок и т.д.).
8. Роль старения клеток и апоптоза в поддержании тканевого и организменного гомеостаза.
9. Метилирование ДНК.
10. Модификации и варианты гистонов.
11. Polycomb и Tryptorax.
12. Некодирующие РНК и РНК-интерференция.
13. Геномный импринтинг.
14. Компенсация дозы и инактивация X-хромосомы.

**Критерии и шкала оценки результатов текущей аттестации по подготовке и защите реферата**

Критерии	Количество баллов	0	1	2
1. Актуальность материала	Представленный материал недостаточно актуален, для подготовки доклада студент использовал устаревшие источники литературы (более 10-20 лет).	Для подготовки доклада студент использовал российские и зарубежные источники литературы, однако недостаточно новые (изданные 10-20 лет назад), либо не учел опыт зарубежных специалистов.	Представленный материал актуален. Для подготовки доклада студент использовал современные российские и зарубежные источники литературы под авторством ведущих специалистов (за последние 5-10 лет).	
2. Информативность	Тема раскрыта неполно, отсутствует либо слабо представлен наглядный материал. Для подготовки доклада использовано менее 3 источников литературы.	Тема доклада раскрыта недостаточно полно, но сопровождается наглядными схемами и рисунками. Для подготовки доклада использовано 3-10 источников литературы.	Тема раскрыта в полном объеме, проиллюстрирована описанием на примерах, а также сопровождается наглядными схемами и рисунками. Для подготовки доклада использовалось более 10 источников литературы.	
3. Научность	Доклад изложен в ненаучном стиле, для его подготовки в основном использованы популярные интернет-статьи без ссылок на первоисточники.	Доклад изложен с элементами научного стиля, для его подготовки студент использовал научные статьи, однако часть материала (30-40% и более) была взята из популярных интернет-статей. Не хватает ссылок на	Доклад изложен с элементами научного стиля, для его подготовки студент использовал научные статьи, в том числе из всероссийских международных баз (например, статьи из eLibrary, Web of Science). На слайдах	

		первоисточники.	имеются ссылки на первоисточники.
4. Структура доклада	Доклад не структурирован. Нет введения и заключения.	Доклад структурирован, но имеет место обсуждение деталей, отвлеченных от темы. Не хватает введения или заключения.	Доклад четко структурирован, имеет введение с постановкой проблемы, последовательную содержательную часть, заключение.
5. Оформление	Презентация к докладу не подготовлена.	Для демонстрации иллюстративного материала к докладу подготовлена презентация. Однако возникают проблемы с читаемостью шрифта (маленький размер, бледный цвет, слишком пестрое оформление). Встречаются нечеткие иллюстрации, либо имеются необоснованные графические элементы.	Для демонстрации иллюстративного материала к докладу подготовлена презентация. Размер шрифта в презентации более 16, цвет контрастен по отношению к фону, используется 2-4 цвета, текст легко читается. Иллюстрации обоснованные и четкие.
6. Представление материала	Материал излагается недостаточно логично и последовательно. Текст читается с листа. Информация не понятна аудитории. Наглядный материал отсутствует.	Материал излагается недостаточно логично и последовательно. Текст читается с листа. Некоторые детали представляемой информации непонятны для аудитории. Иллюстрации в презентации не всегда совпадают с текстом доклада, либо есть текстовый материал, ключевые моменты которого остались без демонстрации.	Материал излагается логично, последовательно, понятным для аудитории языком. Студент делает доклад «своими словами». Иллюстрации в презентации соответствуют тексту доклада. Приветствуются наличие видеоматериалов, а также демонстративного материала в виде приборов или других материалов (+1 дополнительный балл)
7. Владение информацией (ответы на вопросы)	Студент недостаточно свободно владеет информацией и не может ответить на вопросы.	Студент недостаточно владеет информацией, у него возникают трудности при ответе на вопросы.	Студент свободно владеет информацией, дает развернутые ответы на вопросы.

Подсчитывается общее количество баллов, в зависимости от набранной суммы выставляется оценка.

12-15 баллов - «отлично».

8-11 баллов - «хорошо».  
4-7 баллов - «удовлетворительно»,  
менее 4 баллов - «неудовлетворительно».

### **Контрольные вопросы.**

1. Понятие стресса, стадии стресс-реакции. Стресс на клеточном уровне. Изменения в метаболизме клеток и повреждения макромолекул при стрессе, их последствия.
2. Компоненты стресс-сигналинга клеток, их функции. Основные типы передачи сигнала в клетке (фосфорилирование и дефосфорилирование, ацетилирование и деацетилирование, убиквитинирование, ингибирующее и активирующее связывание).
3. Факторы, вызывающие стресс на клеточном уровне. Детоксикация, ее роль в стресс-реакции клетки. Механизмы детоксикации свободных радикалов, токсикантов, продуктов гликозилирования.
4. Типы повреждений ДНК. Механизмы распознавания повреждений ДНК.
5. Понятие репарации ДНК. Типы и механизмы репарации ДНК.
6. Остановка клеточного цикла в проверочных точках в ответ на стресс. Обратимая и необратимая остановка клеточного цикла. Стресс-индуцированное клеточное старение.
7. Типы клеточной гибели. Понятие апоптоза. Внутренние и внешний пути апоптоза.
8. Повреждения белков. Механизмы восстановления нативной структуры белков.
9. Механизмы утилизации поврежденных белков - протеолиз и автофагия.
10. Роль регуляции экспрессии генов в механизмах ответа на стресс. Транскрипционная и посттранскрипционная регуляция экспрессии генов.
11. Генетика и эпигенетика. Определение и предмет эпигенетики. Задачи эпигенетики. Объект и методы исследования. Природа и суть эпигенетических процессов.
12. Состав и упаковка хроматина. Эухроматин и гетерохроматин.
13. Виды эпигенетических процессов.
14. Эпигенетическая регуляция хромосомного наследования.
15. Метилирование ДНК. Гиперметилирование и метилирование.
16. Модификации гистонов и варианты гистонов.
17. Негистоновые белки хроматина. Белки групп Polycomb и Trithorax.
18. МикроРНК. РНК-интерференция и сайленсинг генов.
19. Компенсация дозы. Инактивация X-хромосомы и факультативный гетерохроматин.
20. Факторы внешней среды, влияющие на активность генов, геномный импринтинг.
21. Методы оценки повреждений ДНК и белков. Их принципы и сферы применения.
22. Методы оценки изменения активности генов стресс-ответа. Их принципы и сферы применения.
23. Методы оценки активности микро РНК, уровня метилирования ДНК и содержания модификаций хроматина.

### **Тестовые задания для семинарского занятия №3.**

Выберите 1-4 правильных ответа:

1. Стресс представляет собой:
  - а) адаптивную реакцию биологической системы;
  - б) состояние угнетения функционирования биологической системы;
  - в) стимуляцию работы всех компонентов биологической системы;
  - г) неспецифический ответ биологической системы на действие повреждающего фактора.
2. Во время фазы тревоги в клетке:
  - а) наблюдается повышенный уровень повреждений белков;
  - б) изменяется проницаемость мембран;
  - в) происходит активация сенсоров повреждения;
  - г) запускаются механизмы детоксикации свободных форм кислорода.
3. Во время фазы резистентности в клетке:
  - а) наблюдается высокий уровень повреждений ДНК;
  - б) запускаются механизмы детоксикации ксенобиотиков;
  - в) наблюдается высокое содержание белков теплового шока;

- г) клетки нормально делятся путем митоза.
4. Специфичность ответа клетки на стресс обусловлена:
- а) интенсивностью стрессового воздействия;
  - б) природой повреждающего действия стрессора;
  - в) набором белков стресс-ответа;
  - г) активацией специфичных рецепторов на поверхности мембран.
5. В цепи клеточного стресс-сигналинга транскрипционные факторы:
- а) распознают повреждения макромолекул клетки;
  - б) участвуют в активации белков стресс-ответа путем присоединения химических групп;
  - в) запускают транскрипцию генов, кодирующих белки-эффекторы
  - г) осуществляют посттранскрипционную регуляцию генной экспрессии.
6. К какому типу компонентов стресс-сигналинга вы можете отнести белки АП-эндонуклеазы, которые разрезают ДНК в апуриновых или апиримидиновых участках в процессе эксцизионной репарации оснований:
- а) сенсорам;
  - б) трансдукторам;
  - в) транскрипционным факторам;
  - г) эффекторам.
7. К какому типу компонентов стресс-сигналинга вы можете отнести белки теплового шока, которые осуществляют ренатурацию белков, а также обнаруживают поврежденные белки с последующей и индукцией факторов теплового шока:
- а) сенсорам;
  - б) трансдукторам;
  - в) транскрипционным факторам;
  - г) эффекторам?
8. Метаболический стресс обусловлен:
- а) изменением свойств плазматических мембран;
  - б) повреждением белков-ферментов;
  - в) эпигенетическими модификациями;
  - г) образованием токсичных вторичных метаболитов.
9. Свободные радикалы необходимы для функционирования клеток, так как:
- а) участвуют в стресс-сигналинге;
  - б) необходимы для работы гормонов;
  - в) могут оказывать антибактериальное и противовирусное действие;
  - г) опосредуют процесс клеточного дыхания.
10. Свободные радикалы вредны для клеток, так как:
- а) вызывают повреждение липидов мембран;
  - б) приводят к окислению оснований и однонитевым разрывам ДНК;
  - в) вызывают двунитевые разрывы ДНК;
  - г) опосредуют образование вторичных продуктов гликозилирования.
11. Какие из перечисленных веществ являются антиоксидантами:
- а) глутатион редуктаза;
  - б) супероксиддисмутаза;
  - в) мелатонин;
  - г) витамин С?
12. К каким последствиям могут привести повреждения ДНК:
- а) клеточному старению;
  - б) канцерогенезу;
  - в) межнитевым сшивкам;
  - г) стрессу эндоплазматической сети?
13. В клетке имеются проверочные точки клеточного цикла:
- а) G<sub>0</sub>;
  - б) G<sub>1</sub>/S;
  - в) S;
  - г) S/G<sub>2</sub>.

14. Задержка клеточного цикла необходима:
- а) для запуска механизмов репарации ДНК;
  - б) перехода в состояние клеточного старения;
  - в) предотвращения канцерогенеза;
  - г) дегградации клеток при некрозе.
15. Механизмы эксцизионной репарации ДНК восстанавливают:
- а) однонитевые разрывы ДНК;
  - б) двунитевые разрывы ДНК;
  - в) мисмэтчи;
  - г) замены азотистых оснований.
16. Какой тип репарации двунитевых разрывов ДНК происходит без уменьшения количества ДНК:
- а) гомологичная рекомбинация;
  - б) однонитевой отжиг;
  - в) ДНК ПК-зависимое негомологичное воссоединение концов;
  - г) обратное негомологичное воссоединение концов.
17. В процессе репарации ДНК участвуют ферменты:
- а) геликазы;
  - б) лиазы;
  - в) полимеразы;
  - г) ДНКазы.
18. Во время репарации ДНК фермент эндонуклеаза (в частности, APE1):
- а) распознает повреждение;
  - б) вырезает поврежденный участок ДНК;
  - в) строит новую последовательность ДНК по неповрежденной нити;
  - г) восстанавливает целостность ДНК путем образования фосфодиэфирных связей.
19. Каспазы - это ферменты, которые участвуют в процессе:
- а) протеолиза белков;
  - б) репарации нуклеотидов;
  - в) апоптоза;
  - г) некроза.
20. К путям клеточной гибели относятся:
- а) апоптоз;
  - б) некроз;
  - в) протеолиз;
  - г) автофагия.
21. При внутреннем пути апоптоза происходит:
- а) активация рецепторов гибели на плазматических мембранах;
  - б) активация каспаз;
  - в) высвобождение проапоптотных факторов из митохондрий;
  - г) сборка апоптосом.
22. В отличие от некроза при апоптозе наблюдаются:
- а) активация генов стресс-ответа;
  - б) воспаление;
  - в) фрагментация клеточных компонентов;
  - г) большие энергетические затраты.
23. Понятие «клеточное старение» обозначает:
- а) гибель клетки;
  - б) длительную остановку клеточного цикла;
  - в) замедление метаболических реакций клетки;
  - г) увеличение вероятности канцерогенеза.
24. Для оценки количества повреждений ДНК возможно использовать методы:
- а) Нозерн-блоттинга;
  - б) ДНК-комет;

- в) диффузии ДНК в геле;
  - г) полимеразной цепной реакции.
25. В результате повреждения белков:
- а) нарушается клеточный метаболизм;
  - б) образуются токсичные нерастворимые белковые агрегаты;
  - в) изменяется электрический потенциал мембран клетки;
  - г) активируется синтез ростовых факторов.
26. При гликозилировании белков образуются:
- а) активные формы кислорода;
  - б) токсичные альдегиды;
  - в) конечные продукты гликозилирования;
  - г) сорбитол.
27. Шапероны необходимы для осуществления:
- а) распознавания поврежденных белков;
  - б) денатурации белков;
  - в) макроавтофагии;
  - г) ответа на стресс эндоплазматической сети.
28. Во время протеосомальной деградации происходит расщепление;
- а) липидов мембран;
  - б) короткоживущих регуляторных белков;
  - в) долгоживущих структурных белков;
  - г) поврежденных белков.
29. Автофагия обеспечивает;
- а) клеточную гибель;
  - б) восполнение энергии и питательных веществ при голодании;
  - в) расщепление долгоживущих структурных белков;
  - г) утилизацию токсичных белковых агрегатов.
30. Прионы - это:
- а) негистоновые белки хроматина;
  - б) белки стресс-ответа;
  - в) инфекционные белковые молекулы;
  - г) стероидные гормоны.
31. Для анализа локализации и количества белков стресс-ответа применяют метод:
- а) гибридизации *in situ*;
  - б) детекции флуоресценции GFP;
  - в) вестерн-блоттинга;
  - г) пиросеквенирования.
32. При липотоксическом стрессе:
- а) происходит активация рецепторов роста и рецепторов смерти;
  - б) образуются ДНК-ДНК и ДНК-белковые сшивки;
  - в) изменяется баланс ионов кальция между клеточными компартментами;
  - г) ухудшается клеточное дыхание.
33. Эпигенетические изменения:
- а) приводят к изменению нуклеотидной последовательности ДНК;
  - б) вызывают активацию генов стресс-ответа;
  - в) обеспечивают онтогенез организма;
  - г) могут наследоваться.
34. Активацию генной экспрессии обеспечивает:
- а) метилирование ДНК;
  - б) ацетилирование гистонов;
  - в) ремоделинг хроматина;
  - г) РНК-интерференция.
35. Снижение транскрипционной активности генов происходит:
- а) путем фосфорилирования транскрипционных факторов;
  - б) метилирования гистонов;



- в) активности микроРНК;  
 г) функционирования белков Polysomb.
36. Черепаховая окраска у кошек обеспечивается эпигенетическим механизмом:  
 а) геномным импринтингом;  
 б) инактивацией X-хромосомы;  
 в) метилированием ДНК;  
 г) сайленсингом генов.
37. На клеточном уровне причиной рака является:  
 а) активация рецепторов роста;  
 б) активация рецепторов смерти;  
 в) образование мутаций генов-онкосупрессоров;  
 г) метилирование промоторов генов-онкосупрессоров.
38. В клетках стареющего организма:  
 а) снижается эффективность репарации ДНК;  
 б) активируются механизмы протеолиза и автофагии;  
 в) наблюдается глобальное деметилирование промоторов генов;  
 г) изменяется активность микроРНК.
39. Для анализа экспрессии генов стресс-ответа используют методы  
 а) секвенирования РНК;  
 б) саузерн-блоттинга;  
 в) полимеразной цепной реакции;  
 г) рестрикционный анализ ДНК.
40. Для проведения ПЦР «в реальном времени» необходимы:  
 а) образец ДНК;  
 б) термостабильная ДНК-полимераза;  
 в) флуоресцирующий краситель;  
 г) праймеры, ограничивающие участок гена-мишени.
- Правильные варианты ответов:

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1	г	11	б-г	21	б, в, г	31	б, в
2	а-г	12	а-в	22	а, в	32	а, в, г
3	в, г	13	б-г	23	б	33	б-г
4	б, г	14	а-в	24	б, г	34	б, в
5	в	15	а, в, г	25	а-г	35	б-г
6	г	16	а	26	а-г	36	б
7	а, г	17	а-в	27	а-г	37	а, в, г
8	а-г	18	б	28	б, г	38	а, в, г
9	а-г	19	в	29	а-г	39	а, в
10	а, б, г	20	а, б, г	30	в	40	а-г

За каждый правильный ответ на вопросы выставляется 1 балл. В зависимости от набранной суммы баллов выставляется оценка:

36-40 баллов - «отлично».  
28-35 баллов - «хорошо».  
20-27 баллов - «удовлетворительно»,  
менее 20 баллов - «неудовлетворительно».

**Вопросы для подготовки к практическому занятию №4 (№2). Транскрипционные и посттранскрипционные механизмы. Биосинтез, строение и функции белков.**

1. Транскрипция у бактерий. Структура промоторов генов бактерий. РНК-полимераза, сигма-факторы, репрессоры и активаторы транскрипции.
2. Элонгация и терминация транскрипции у бактерий, механизмы регуляции данных процессов. Антибиотики - ингибиторы транскрипции.
3. Антисмысловая РНК в регуляции экспрессии генов.
4. Транскрипция у эукариот и ее регуляция. Три типа РНК-полимераз (I, II и III), особенности структурной организации промоторов транскрибируемых ими генов.
5. Базальная и индуцированная транскрипция у эукариот. Энхансеры (усилители) работы генов. Белковые факторы транскрипции.
6. Процессинг мРНК у эукариот. Механизмы эспирования, полиаденилирования и сплайсинга. Структура сплайсосомы, малые ядерные РНК. Самосплайсинг и транссплайсинг. Редактирование РНК.
7. Нуклеосомная организация хроматина. Гистоны и негистоновые белки хроматина. Модификации гистонов, свойственные активному и неактивному хроматину. Гистоновый код. Эухроматин и гетерохроматин, эффект положения гена.
8. Комплексы ремоделинга хроматина. Компарментализация хроматина в ядре как способ регуляции транскрипции. РНК-сайленсинг на уровне хроматина.
9. Основные принципы структурной организации РНК. Генетические и негенетические функции РНК.
10. Некодирующие РНК в регуляции экспрессии генов.
11. Мир РНК и гипотезы происхождения жизни.
12. Структура рибосом и биосинтез белка. Строение рибосом, подразделение на субчастицы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомные белки, разнообразие, разделение, номенклатура, особенности структуры. Рентгеноструктурный анализ рибосом.
13. Механизмы инициации синтеза белка, факторы инициации у бактерий и эукариот. Кэп-зависимая и кэп-независимая инициация трансляции.
14. Элонгация и терминация трансляции.
15. Рибосома как молекулярная машина. Регуляция трансляции у прокариот и эукариот.
16. Общее строение и основные функции белков. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белка.
17. Механизмы сворачивания белков *in vivo* и *in vitro*. Пост-трансляционные модификации.
18. Векторы для клонирования в клетках про- и эукариот. Структура плазмид. Ферменты, применяемые в генной инженерии.

**ФОС: оценочные средства промежуточного контроля**

***Вопросы для подготовки к аттестации***

1. Суперспирализация ДНК и ее роль в генетических процессах. Топоизомеразы, классы и механизмы действия.
2. Репликация ДНК и механизм биосинтеза ДНК. Энзимология репликации и строение репликативной вилки.
3. ДНК-полимеразы бактерий и эукариот, ферментативные активности и роль в синтезе ДНК. Точность репликации ДНК и специализированные ДНК-полимеразы.
4. Инициации репликации у бактерий и эукариот. Регуляция инициации репликации.
5. Механизмы терминации репликации у прокариот и эукариот.
6. Структура теломер у разных групп организмов. Теломераза, строение и регуляция активности.

7. Гомологичная рекомбинация, стадии процесса. Белки и ферменты рекомбинации. Пострепликативная репарация ДНК. Генная конверсия.
8. Сайт-специфическая рекомбинация, механизм и биологическая роль, классы рекомбиназ. Сайт-специфическая рекомбинация и реконструирование геномов эукариот.
9. Горизонтальный перенос генов в эволюции бактерий и эукариот. Основные классы мобильных генетических элементов прокариот и механизмы их перемещения.
10. Структура и механизмы действия транспозаз.
11. Подвижные генетические элементы генома эукариот, их типы. Ретротранспозоны и транспозоны. Ретроэлементы в эволюции эукариотического генома, процессированные гены и псевдогены.
12. Транскрипция у бактерий. Структура промоторов генов бактерий. РНК-полимераза, сигма-факторы, репрессоры и активаторы транскрипции.
13. Элонгация и терминация транскрипции у бактерий, механизмы регуляции данных процессов. Антибиотики - ингибиторы транскрипции.
14. Антисмысловая РНК в регуляции экспрессии генов.
15. Транскрипция у эукариот и ее регуляция. Три типа РНК-полимераз (I, II и III), особенности структурной организации промоторов транскрибируемых ими генов.
16. Базальная и индуцированная транскрипция у эукариот. Энхансеры (усилители) работы генов. Белковые факторы транскрипции.
17. Процессинг мРНК у эукариот. Механизмы экзирования, полиаденилирования и сплайсинга. Структура сплайсосомы, малые ядерные РНК. Самосплайсинг и транссплайсинг. Редактирование РНК.
18. Нуклеосомная организация хроматина. Гистоны и негистоновые белки хроматина. Модификации гистонов, свойственные активному и неактивному хроматину. Гистоновый код. Эухроматин и гетерохроматин, эффект положения гена.
19. Комплексы ремоделинга хроматина. Компарментализация хроматина в ядре как способ регуляции транскрипции. РНК-сайленсинг на уровне хроматина.
20. Основные принципы структурной организации РНК. Генетические и негенетические функции РНК.
21. Рибосома и механизм биосинтеза белка. Структура рибосомы, факторы инициации, элонгации и терминации трансляции. Регуляция трансляции у бактерий и эукариот.
22. Основные принципы строения белков. Механизмы сворачивания белков и посттрансляционные модификации.
23. Некодирующие РНК в регуляции экспрессии генов.
24. Мир РНК и гипотезы происхождения жизни.

### 4.3. Формирование и оценка компетенций в процессе обучения

Оценка результатов обучения по дисциплине (модулю) «Молекулярная биология клетки», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры.

ПК- 3: Способность и готовность использовать систему знаний о закономерностях клеточной организации биологических объектов, физиологических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности микроорганизмов; проводить системный анализ экспериментальных данных, научной и научно-практической информации в области микробиологии.

балл	Критерии оценивания планируемых результатов обучения (показатели освоения компетенций)		
	знать	уметь	владеть
5	Сформированные систематические знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в	Успешное и систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических	Информацией о современных базах данных, хранящих геномную информацию; навыками использования

	молекулярной биологии и генной инженерии. Сформированные систематические знания о современном состоянии науки в области молекулярной биологии, принципов структурной организации биомолекул, о молекулярных механизмах НК-белковых взаимодействий.	методов исследования в области молекулярной биологии.	современной методологии изучения первичной структуры белков и пептидов; навыками решения расчётных задач по молекулярной биологии.
4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в молекулярной биологии и генной инженерии. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современном состоянии науки в области молекулярной биологии, знания принципов структурной организации биомолекул знания о молекулярных механизмах НК-белковых взаимодействий.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области молекулярной биологии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение информацией о современных базах данных, хранящих геномную информацию; навыками использования современной методологии изучения первичной структуры белков и пептидов; навыками решения расчётных задач по молекулярной биологии.
3	Общие, но неструктурированные знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в молекулярной биологии и генной инженерии. Имеет общее представление о современном состоянии науки в области молекулярной биологии. Общие представления о принципах структурной организации биомолекул; проблемы с конкретизацией. Знает молекулярные механизмы НК-белковых взаимодействий, но допускает ошибки при их описании.	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области молекулярной биологии.	В целом успешное, но не систематическое владение информацией о современных базах данных, хранящих геномную информацию; удовлетворительные навыки использования современной методологии изучения первичной структуры белков и пептидов; навыками решения простых расчётных задач по молекулярной биологии.
2	Фрагментарные знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в молекулярной биологии и генной инженерии. Фрагментарные представления о современном состоянии	Частично освоенное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области молекулярной биологии.	Поверхностное владение информацией о современных базах данных, хранящих геномную информацию; фрагментарные навыки использования современной

	науки в области молекулярной биологии, принципах структурной организации биомолекул, молекулярных механизмах НК-белковых взаимодействий.		методологии изучения первичной структуры белков и пептидов; отсутствие навыков решения расчётных задач по молекулярной биологии.
--	--	--	--

#### 4.4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальным актом - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФГБУН «НИИСХ КРЫМА» по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме дифференцированного зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса либо по балльно-рейтинговой системе по выбору аспиранта. Для выставления итоговой оценки по балльно-рейтинговой системе суммируются баллы за коллоквиумы, практикум по решению задач, реферат и контрольный тест. В зависимости от суммы баллов выставляется оценка дифференцированного зачета.

Обучающийся допускается к зачету в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания. Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на экзамене - по 4-х бальной системы (5-отлично, 4-хорошо, 3-удовлетворительно, 2-не удовлетворительно).

#### Критерии и шкала оценки результатов промежуточной аттестации

**5 баллов (отлично):** обучающийся дает исчерпывающие ответы, знает точные определения, может привести примеры из исследовательской практики. Обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в молекулярной биологии и геномной инженерии. Сформированные систематические знания о современном состоянии науки в области молекулярной биологии, принципов структурной организации биомолекул, о молекулярных механизмах НК-белковых взаимодействий. Показывает успешное и систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области молекулярной биологии.

**4 балла (хорошо):** обучающийся дает полный ответ, раскрывает биологические закономерности процессов молекулярной биологии эукариотической и прокариотической клетки, допускает незначительные ошибки при изложении материала. Обучающийся демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в молекулярной биологии и геномной инженерии. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современном состоянии науки в области молекулярной биологии, знания принципов структурной организации биомолекул знания о молекулярных механизмах НК-белковых взаимодействий. Показывает в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области молекулярной биологии.

**3 балла (удовлетворительно):** обучающийся дает неполный ответ. Ответ обучающегося полностью раскрывает содержание первого вопроса и только ряд положений второго. Допускается наличие 8-10 неточностей в ответе, не изменяющих его суть. Обучающийся демонстрирует общие, но неструктурированные знания методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в молекулярной биологии и геномной инженерии. Имеет общее представление о современном состоянии науки в области молекулярной биологии. Общие представления о принципах структурной организации биомолекул; проблемы с конкретизацией. Знает молекулярные механизмы НК-белковых взаимодействий, но допускает ошибки при их описании. Показывает в

целом успешное, но не систематическое умение выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области молекулярной биологии.

**2 балла (неудовлетворительно):** знания отсутствуют или ответ неполный, нелогичный и непоследовательный, допущены грубые ошибки в изложении сути вопросов. Отсутствуют примеры.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная учебная литература

1. Албертс Б. Молекулярная биология клетки. Том 1 - Москва: Мир, 1994
2. Албертс Б. Молекулярная биология клетки. Том 2 - Москва: Мир, 1994
3. Албертс Б. Молекулярная биология клетки. Том 3 - Москва: Мир, 1994
4. Жимулев И.Ф. «Общая и молекулярная генетика». 2003. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии = Principles and techniques of biochemistry and molecular biology: учебное пособие - Москва: Лаборатория знаний, 2020
5. Спирин А. С. Молекулярная биология : рибосомы и биосинтез белка: учебное пособие - Москва: Лаборатория знаний, 2019
6. Кребс Д., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину: учебное пособие - Москва: Лаборатория знаний, 2021
7. Клетки по Льюину: учебное пособие - Москва: Лаборатория знаний, 2018
8. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия: учебное пособие - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010
9. Биология клетки: учебное пособие - Санкт-Петербург: СпецЛит, 2015
10. Андрианов, А. М. Конформационный анализ белков: теория и приложения / А. М. Андрианов ; ред. Г. В. Малахова. – Минск : Белорусская наука, 2013. – 518 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142264> (дата обращения: 20.06.2021). – ISBN 978-985-08-1529-3. – Текст : электронный.

### Дополнительная учебная литература

1. Сборник задач и вопросов по общей и молекулярной генетике. М., КДУ, Университетская книга, 2021.
2. Миронова Л.Н. РНК: синтез и функции: учебное пособие/ Л.Н. Миронова, М.В. Падкина, Е.В. Самбук. – СПб.: Эко-Вектор, 2017.
3. Смирнов А.Ф. Структурно-функциональная организация хромосом. – СПб.:Нестор-История, 2009.
4. Прошкина Е.Н., Юранева И.Н., Москалев А.А. Молекулярная биология. Стресс-реакции клетки. М.,Издательство Юрайт, 2020.
5. Филькенштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. Курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачами: учебное пособие. М., КДУ, 2014.
6. Эпигенетика. Под ред. С.Д. Эллиса, Т. Дженювейна, Д. Рейнберга. М.: Техносфера, 2013.
7. Патрушев Л.И. «Экспрессия генов». Наука, 2000.
8. Сингер М., Берг П. «Гены и геномы». М., Мир, 1998.
9. Степанов В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2005.
10. Давыдова О. К. Генетика бактерий в вопросах и ответах: учебное пособие - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015
11. Молекулярная биология: лабораторный практикум / О. С. Корнеева, В. Н. Калаев, М. С. Нечаева, О. Ю. Гойкалова; науч. ред. О. С. Корнеева ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. – 52 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336018> (дата обращения: 20.06.2021). – Библиогр.: с. 50 - 51. – ISBN 978-5-00032-106-5. – Текст : электронный.
12. Жукова, А. Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами / А. Г. Жукова, Н. В. Кизиченко, Л. Г. Горохова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 269 с. : ил., табл. –

Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606> (дата обращения: 20.06.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9674-3. – DOI 10.23681/488606. – Текст : электронный.

13. NGS : высокопроизводительное секвенирование: монография - Москва: Лаборатория знаний, 2020

14. Журналы Nature, Science, Биохимия, Молекулярная биология, Биоорганическая химия, Генетика

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Protein Data Bank (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>

<http://www.cellbio.com/>

<http://bioinfo.nist.gov/>

<http://www.cellbiol.com/>

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Самостоятельная работа* аспирантов по дисциплине «Молекулярная биология клетки» проявляется в следующих формах:

- репродуктивная: самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание лекций, анализ, запоминание, повторение учебного материала;
- познавательно-поисковая: подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, написание рефератов, контрольных и др.;

В рамках самостоятельной работы аспиранты изучают учебнометодическое обеспечение дисциплины, готовят домашнее задание, работает над вопросами и заданиями для самоподготовки, занимается поиском и обзором научных публикаций и электронных источников информации. Самостоятельная работа должна носить систематический характер и контролируется преподавателем, учитывается преподавателем для выставления аттестации.

*Подготовка к лекции.* Для повышения качественного уровня освоения дисциплины аспирант должен готовиться к каждой лекции, так как она является ведущей формой организации обучения студентов и реализует функции, способствующие:

- > формированию основных понятий дисциплины,
- > стимулированию интереса к дисциплине, темам ее изучения,
- > систематизации и структурированию всего массива знаний по дисциплине,
- > ориентации в научной литературе, раскрывающей проблемы дисциплины. Подготовка к лекции заключается в следующем:

- > внимательно прочитайте материал предыдущей лекции,
- > узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора),
- > ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
- > постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- > запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

*Подготовка к практическим и семинарским занятиям.*

Подготовка к семинарским, практическим занятиям не сводится только к поиску ответов на поставленные в плане вопросы и выполнение практических заданий. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике. По каждому вопросу практического занятия аспирант должен быть готов высказать и свою собственную точку зрения. При подготовке к каждому семинарскому или практическому занятию аспирант должен сформулировать, какие именно умения и навыки он должен в ходе него приобрести, а после его окончания уяснить, получены ли они. На семинарских

и практических занятиях по дисциплине проводятся контрольные мероприятия с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций.

Для эффективной подготовки к практическим и семинарским занятиям:

> внимательно ознакомьтесь с планом семинарского занятия: вначале с основными вопросами, затем - с вопросами для обсуждения, оценив для себя объем задания;

> прочитайте конспект лекции по теме семинарского занятия, отмечая материал, необходимый для изучения поставленных вопросов;

> ознакомьтесь с рекомендуемой основной и дополнительной литературой по теме, новыми публикациями в периодических изданиях; Уделите особое внимание основным понятиям изучаемой темы, владение которыми способствует эффективному освоению дисциплины;

> подготовьте тезисы или мини-конспекты, которые могут быть использованы при публичном выступлении на занятии.

> выполните предусмотренные домашние задания. Рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована в качестве ориентира в организации обучения.

*Подготовка реферата.*

В рамках подготовки к сдаче дифференцированного зачета по дисциплине «Молекулярная биология клетки» аспирант представляет реферат. Реферат является самостоятельной письменной учебно-исследовательской работой, где он должен продемонстрировать достаточно высокий уровень логикометодологической культуры, творческий подход к исследованию конкретной научной проблемы в контексте ее понимания и интерпретации. Реферат должен отвечать высоким квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления.

Выбор темы реферата осуществляется с учетом выбранной темы диссертационного исследования и исходя из собственных приоритетов обучающегося.

СТРУКТУРА РЕФЕРАТА - титульный лист; - содержание; - введение; - основной текст работы; - заключение; - список используемой литературы; - приложения (при необходимости).

**ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ РЕФЕРАТА**

Титульный лист оформляется в соответствии с «Образец оформления титульного листа» (см. ниже). Содержание включает наименование глав, разделов, параграфов с указанием номера страницы, с которой они начинаются. Во введении (2 стр.) раскрывается актуальность выбранной темы, степень ее исследованности, цель и задачи работы, методы исследования, описывается структура работы.

Актуальность темы отражает ее важность, злободневный характер, соответствие задачам науки и практики, решаемым в настоящее время. Пункт «Актуальность исследования» содержит положения и доводы, свидетельствующие в пользу научной и прикладной значимости решения проблемы. Здесь необходимо продемонстрировать знание путей, вариантов решения проблемы, предложенных авторитетными в данной области исследователями, попытаться обосновать значение данной работы, важность ее выводов. Частью введения является обзор литературы по теме реферата, в который включают наиболее ценные, актуальные работы. Закончить обзор необходимо кратким выводом о степени освещения в литературе основных аспектов темы. С большим вниманием следует отнестись к формулированию цели и задач исследования. Конкретное описание сути решения проблемы представляет формулирование главной цели работы. В соответствии с основной целью следует выделить 3-4 задачи, которые необходимо решить для достижения главной цели исследования. Задачи вытекают из цели исследования и структурируют саму работу. Это либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, выявления, обоснования, разработки, оценки отдельных аспектов общей проблемы, решение которых ведет к успешному пониманию молекулярной биологии. Формулировка цели исследования может быть начата следующими выражениями: - изучение...; - анализ...; - выявление...; - разработка...; и др.

Формулировка задач исследования может быть начата следующими выражениями: - выявить (показать) значимость...; - раскрыть...; - исследовать и охарактеризовать методы...; - проанализировать...; - рассмотреть...; - исследовать конкретные варианты (решения проблемы)... и др.

Объект исследования представляет область научных изысканий, в пределах которой выявлена и существует исследуемая проблема. Это система закономерностей, связей, отношений,



видов деятельности, в рамках которой зарождается проблема. Предмет исследования более узок и конкретен. Благодаря его формулированию в работе из общей системы, представляющей объект исследования, выделяется часть системы или процесс, протекающий в системе, являющийся непосредственным предметом исследования. Именно на предмет исследования ориентируется сама работа, поэтому он непосредственным образом отражается в ее теме. Объект и предмет соотносятся между собой как общее и частное. Описание объекта и предмета исследования носит лаконичный характер.

Текст основной части (в объеме 15-20 стр.) делится на смысловые части, здесь излагается содержание работы. В основной части целесообразно выделить 2-3 вопросов, отражающих разные аспекты темы. В реферате важно привести различные точки зрения на проблему и дать им оценку. К содержанию смысловых частей работы выдвигаются такие основные требования: методологический характер, аргументированность, последовательное и точное отображение внутренней логики содержания работы. Формулировки заглавий смысловых частей работы должны быть проблемными.

Заключение (на 1-2 стр.) в концентрированном виде должно отражать основные результаты работы. Материалы заключения должны обладать самой высокой «плотностью» изложения и характеризовать итоги работы в виде выводов, вытекающих из проведенного исследования. Выводы характеризуют позицию автора по изучаемой проблеме, сформировавшуюся в результате исследования.

Выводы должны обладать краткостью и четкостью, быть конкретными.

Список используемой литературы отражает объем использованных источников и степень изученности исследуемой темы, является визитной карточкой автора работы, его профессиональным лицом, свидетельствует об уровне овладения навыками работы с научной отечественной и зарубежной литературой. Список должен содержать библиографическое описание источников, использованных аспирантом во время работы над темой (включая интернет источники). Список использованной литературы дается в алфавитном порядке, должен быть оформлен в соответствии с общепринятыми требованиями и должен содержать источники по теме реферата, в том числе не менее 10 источников, вышедших в последние 3 года (возможно, статьи по теме в периодических изданиях). Все приложения (если они необходимы) должны иметь порядковую нумерацию и названия, которые отвечают их содержанию.

Нумерация листов с приложениями продолжает общую нумерацию страниц основного текста работы.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА** Общий объем текста 20-25 страниц компьютерной печати. Текст печатается через полтора интервала. Стандартным является шрифт Times New Roman, размер 14, одинарный интервал. Размеры полей: верхнее и нижнее – 2 см, левое – 2,5 см, правое – 1,5 см. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен 12,5 мм. Текст выравнивается по ширине страницы. Стилль оформления: Normal. Все страницы кроме титульного листа нумеруются. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом нижнем углу страницы (на титульном листе цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят). Текст реферата должен быть тщательно вычитан, все ошибки и опечатки исправлены. При оформлении реферата необходимо строго соблюдать правила цитирования. Плагиатом считается любой заимствованный фрагмент текста, не заключенный в кавычки и не сопровождаемый упоминанием автора и названия цитируемой работы. Список литературы содержит указание на использованные автором работы, в том числе электронные, включает 20-30 наименований, оформление производится в соответствии с требованиями ГОСТ. Аспиранты, не защитившие реферат, не допускаются к дифференцированному зачету.

Защита реферата проводится при его сдаче преподавателю и подготовке презентации в программе Power Point с освещением основных структурных частей подготовленного материала, докладывается не более 10 минут.

*Подготовка к дифференцированному зачету.*

К зачету необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. В самом начале изучения дисциплины аспирант знакомится с программой по дисциплине, перечнем знаний и умений, которыми аспирант должен владеть, контрольными мероприятиями, учебником, учебными пособиями по изучаемой дисциплине, электронными ресурсами, перечнем вопросов к зачету. Систематическое выполнение учебной

работы на лекциях, семинарских и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета. От аспирантов требуется посещение занятий, выполнение заданий руководителя дисциплины, знакомство с рекомендованной литературой. При аттестации аспиранта оценивается качество работы на занятиях, уровень подготовки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности специалиста, качество выполнения заданий (презентаций, докладов, аналитических записок и др.). В процессе обучения по дисциплине «Молекулярная биология клетки» преподаватель обращает особое внимание на практическую подготовку аспирантов. В ходе промежуточной аттестации оценивается качество освоения аспирантом профессиональных знаний и компетенций в области молекулярной биологии, приобретение умений и навыков по использованию живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом геной инженерии.

Качество освоения аспирантом профессиональных знаний, приобретенных умений по молекулярной биологии клетки является основой подготовки к сдаче кандидатского минимума по специальности.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Молекулярная биология клетки» перечень материально-технического обеспечения, имеющийся в ФГБУН «НИИСХ КРЫМА», включает:

- аудиторный фонд;
- технические средства обучения (мультимедийное оборудование, экран, ноутбук, МФУ);
- оборудование (аудиовизуальные, компьютерные и телекоммуникационные средства).

Язык преподавания - русский.

Преподаватель:

к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, протеомики и биоинформатики в сельском хозяйстве Крыжко А.В.

к.с.-х.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник лаборатории растительно-микробного взаимодействия Дидович С.В.