

Министерство науки и высшего образования (Минобрнауки России)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИНЦ РАН)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИНЦ РАН  
доктор биологических наук

  
С.О. Скарлато

2018 г.

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Направленность подготовки: Молекулярная биология

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

ОДОБРЕНО Ученым советом ИНЦ РАН  
27 сентября 2018 г., протокол № 231/942

Санкт-Петербург  
2018 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) (РП) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, на основании учебных планов ИНЦ РАН по направлению подготовки

06.06.01 Биологические науки

---

Авторы:

Зав. Отделом подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации,  
к.б.н. Безбородкина Н.Н.

Вед. специалист Отдела подготовки научно-педагогических кадров высшей  
квалификации, к.б.н. Седова В.М.

## 1. Общие положения

1.1. Настоящая Программа итоговой аттестации (государственной итоговой аттестации) в аспирантуре ИНЦ РАН (далее – ГИА) разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 871 (в редакции приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464); Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки (Приказ Минобрнауки России от 18 марта 2016 г. № 227); Паспортом специальности 03.01.03 Молекулярная биология и примерной программы кандидатских экзаменов, рекомендованной ВАК.

1.2. Государственная итоговая аттестация, как вид образовательной деятельности аспиранта, реализуется в рамках Блока 4 Итоговая аттестация («Государственная итоговая аттестация») основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт цитологии Российской академии наук (ИНЦ РАН) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки по направленности программы «Молекулярная биология», соответствующей научной специальности 03.01.03 Молекулярная биология.

1.3. Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение имеющих государственную аккредитацию основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, является итоговой аттестацией обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

Государственная итоговая аттестация является обязательной, осуществляется после освоения аспирантами образовательной программы в полном объеме и проводится в форме:

- государственного экзамена, соответствующего направленности подготовки «Молекулярная биология»;
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, установленными ВАК Минобрнауки России (вместе – государственные аттестационные испытания).

1.4. Продолжительность и сроки проведения ГИА определены учебным планом ОПОП по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки по направленности программы «Молекулярная биология».

1.5. Государственная итоговая аттестация реализуется в соответствии с Положением о государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института цитологии Российской академии наук. Государственная итоговая аттестация реализуется при наличии государственной аккредитации.

## **2. Цель государственной итоговой аттестации**

2.1. Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта, установление уровня подготовленности выпускника аспирантуры для выполнения профессиональных задач по направлению подготовки 06.06.01. Биологические науки и направленности образования «Молекулярная биология».

## **3. Компетентностные характеристики выпускника аспирантуры по направленности подготовки «Молекулярная биология», оцениваемые в ходе государственной итоговой аттестации**

3.1. В процессе итоговой аттестации выпускник аспирантуры должен проявить себя как высококвалифицированный исследователь и преподаватель, владеющий:

- знаниями широкого круга проблем современной науки в области клеточной биологии;
- научной терминологией;
- современными методами биологических и педагогических исследований;
- умением осуществлять обработку и интерпретацию полученных результатов исследования;
- умением представлять итоги проделанной исследовательской работы в виде научного доклада.

#### **4. Место ГИА в структуре образовательной программы**

4.1. Государственная итоговая аттестация относится к Базовой части Блока 4 «Итоговая аттестация» («Государственная итоговая аттестация»).

4.2. ГИА проводится в конце четвертого года обучения (при очной форме). Успешное прохождение выпускником аспирантуры всех установленных видов итоговых аттестационных испытаний завершается присвоением ему квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» и является основанием для выдачи ему документа о высшем образовании образца, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации, - по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

4.3. Итоговые аттестационные испытания не могут быть заменены оценкой качества освоения образовательных программ путем осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### **5. Формы государственной итоговой аттестации.**

##### **Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации**

Согласно ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01. Биологические науки общая трудоемкость ГИА составляет 9 зачетных единиц (или 324 академических часа).

<b>Формы государственной итоговой аттестации</b>	<b>Трудоемкость</b>	<b>Год обучения</b>
Государственный экзамен	3 з.е. или 108 акад. часов	конец четвертого года обучения
Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	6 з.е. или 216 акад. часов	

#### **6. Требования к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы аспирантуры.**

В результате освоения ОПОП по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки по направленности программы «Молекулярная биология» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

*а) универсальными компетенциями (УК):*

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1),
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2),
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3),
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке (УК-4),
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

*б) общепрофессиональными компетенциями:*

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1),
- готовностью к преподавательской деятельности по основным программам высшего образования (ОПК-2);

*в) профессиональными компетенциями:*

- способностью самостоятельно выполнять научные исследования для изучения параметров объектов и процессов с использованием общепринятых и специально разработанных методических подходов (ПК-1),
- способностью вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их структурный и функциональный анализ (ПК-2),
- способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук в области естествознания, философии, клеточной биологии (ПК-3).

## **7. Процедура проведения ГИА по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре:**

### *Государственный экзамен*

7.1. Государственный экзамен (далее ГЭ) представляет собой традиционный экзамен, проводимый по утвержденному списку вопросов.

7.2. Цель государственного экзамена – выявить уровень теоретической и практической подготовки аспирантов, а также уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

7.3. Подготовка к ГЭ является формой самостоятельной работы обучающихся. Перед ГЭ проводится консультация.

7.4. Перед проведением экзамена все обучающиеся приглашаются в аудиторию, где председатель комиссии оглашает порядок проведения экзамена. Во время сдачи экзамена в аудитории остается не более четырех экзаменуемых. Допускается присутствие представителей администрации – директора, заместителя директора по научной работе.

Не допускается присутствие посторонних лиц. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

7.5. Государственный экзамен проводится в устной форме по билетам в один этап.

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, один из которых относится к дисциплине, направленной на подготовку к преподавательской деятельности, а второй вопрос – к специальной дисциплине образовательной программы, результат которой имеет определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников по научной специальности 03.01.03 Молекулярная биология.

7.6. После завершения ответа по билетам члены экзаменационной комиссии, с разрешения ее председателя, могут задавать аспиранту дополнительные вопросы, не выходящие за пределы программы государственного экзамена.

7.7. На ответ аспиранта на вопросы билета и на вопросы членов комиссии отводится не более 45 минут.

Ответ на вопрос билета должен соответствовать основным положениям раздела программы государственного экзамена, предусматривать изложение определений основных понятий.

Порядок и последовательность изложения материала определяется самим аспирантом.

## 8. Критерии оценивания аспиранта на государственном экзамене

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную сдачу государственного экзамена.

При выставлении оценок используют следующие критерии, представленные в таблице:

Критерии выставления оценок на государственном экзамене

Оценка	Критерий
отлично	Аспирант исчерпывающе, логично и аргументировано излагает материал вопроса; обосновывает собственную точку зрения при анализе конкретной проблемы исследования, грамотно использует методы научной коммуникации, свободно отвечает на поставленные дополнительные вопросы, делает обоснованные выводы.
хорошо	Аспирант демонстрирует знание базовых положений без использования дополнительного материала; проявляет логичность и доказательность изложения материала, но допускает отдельные неточности при использовании ключевых понятий и способов научной коммуникации; в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки.
удовлетворительно	Аспирант поверхностно раскрывает основные теоретические положения, в усвоении программного материала имеются существенные пробелы, излагаемый материал не систематизирован; выводы недостаточно аргументированы, имеются смысловые и речевые ошибки.
неудовлетворительно	Аспирант допускает фактические ошибки и неточности, у него отсутствует знание специальной терминологии, нарушена логика и последовательность изложения материала; не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам, не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу.



## **9. Перечень дисциплин, выносимых на экзамен:**

- 1) Педагогика высшей школы.
- 2) Молекулярная биология

## **10. Содержание программы государственного экзамена**

### 10.1. Перечень вопросов для ГЭ по дисциплине «Педагогика высшей школы» (код компетенции – ОПК-2):

1. Педагогика как наука. Области современной педагогики. Система образования в Российской Федерации.
2. Развитие высшего образования в России. Болонский процесс, его влияние на изменение высшего образования в Российской Федерации.
3. История педагогики. Деятельность отечественных и зарубежных педагогов.
4. Цели и задачи педагогики. Типы педагогов, стили педагогической деятельности.
5. Государственный стандарт образования. федеральный и региональный компоненты государственного образовательного стандарта.
6. Разработка курса лекций. Тематический план, его структура. Место курса лекций в системе подготовки специалистов высшей квалификации.
7. Разработка лекции. Структура лекции, её место в курсе лекций. Одиночная лекция. Целевая аудитория, учет интересов целевой аудитории.
8. Межпредметные и внутрипредметные связи как основа интеграции в образовательной деятельности.
9. Технические средства обучения, их роль в образовательном процессе.
10. Принципы и методы обучения. Организация самостоятельной работы учащихся.
11. Организация проблемного обучения (на конкретных примерах).
12. Формы организации учебной деятельности.
13. Основы педагогического контроля, основные формы контроля.
14. Основные качества преподавателя: профессиональные, моральные, мотивационные.
15. Психологические особенности деятельности преподавателя высшего учебного заведения.
16. Мотивация, ее роль в учении и поведении студента.

### 10.2. Тематические разделы дисциплины «Молекулярная биология»:

**Раздел 1. Введение. Предмет молекулярной биологии и его место в ряду других биологических дисциплин.** Историческая справка. Первые данные о химии нуклеиновых кислот. Первые открытия о ДНК как носителе информации о наследуемых признаках. Методы исследования нуклеиновых кислот в историческом аспекте.

**Раздел 2. Структурная организация генома.** Плотность кодирования, количество генов на геном. Минимальный геном. Семейства генов. Методы определения последовательностей нуклеотидов, физическое и генетическое картирование.

**Раздел 3. Химия нуклеиновых кислот. Вторичная структура ДНК.** Гетероциклические основания: пурины и пиримидины. Пентозы, нуклеозиды, нуклеотиды. Правило Чаргаффа. Закон Уотсона-Крика. Двойная спираль ДНК. Понятие о малой и большой бороздках ДНК. В-форма, А-форма и Z-форма ДНК. Кооперативность внутримолекулярных взаимодействий цепей ДНК. Денатурация и ренатурация ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Понятие о генетическом коде.

**Раздел 4. Репликация ДНК. Основные черты репликации. Ферменты репликации. Регуляция репликации, Про- и Eukaryota. Точность репликации.** Этапы изучения и основные понятия репликации. Последовательность событий при репликации ДНК. Репликон и его структура. Понятие о реписоме, репликативная вилка. ДНК-полимеразы, праймаза, геликазы, топоизомеразы, экзонуклеазы, лигаза. ДНК-полимеразы: виды, функции в клетке. Инициация репликации в простых системах: бактерии, фаги, плазмиды, катенаны. Ферментативный аппарат репликации у про- и эукариот. Геликазы – процессивность геликаз, направление репликации. Последовательность событий при инициации репликации. Элонгация репликации. Вероятность ошибки или точность репликации. Редактирование. Коррекция в дуплексах. Терминация репликации. Плазмиды бактериальных клеток и их репликация. Точность репликации и частота инициации в клетках E.coli. Инициация и точность репликации у млекопитающих, инициаторные белки. Разборка репликативной машины у про- и эукариот.

**Раздел 5. Репарация ДНК.** Повреждения ДНК, индуцируемые действием УФ, пиримидиновые димеры. Белки эксцизионной репарации. Этапы эксцизионной репарации прокариот и эукариот. Пострепликативная репарация ДНК. SOS -репарация. Стрессы, повреждающие ДНК. Ферменты эксцизионной репарации. Дефекты эксцизионной репарации в клетках человека. Репликативные факторы и белки, принимающие участие в

репликации и эксцизионной репарации в клетках человека. Модель механизма эксцизионной репарации нетранскрибируемого участка ДНК. Эксцизионная репарация транскрипционно-активного участка ДНК. Узнавание поврежденного участка ДНК; модификация ДНК; ресинтез или восстановление поврежденного участка ДНК. Репарация ошибочно спаренных оснований.

**Раздел 6. Активная деградация белков и ее роль в регуляции ДНК-метаболизма.** Система убиквитинирования белков. Протеасомы 20S и 26S, их строение и роль в активной деградации белков. Регуляция экспрессии различных белковых субъединиц протеасомы. Роль протеасомы в развитии иммунного ответа. Протеасомная регуляция клеточного цикла.

**Раздел 7. Процессы рекомбинации и их регуляция** Типы рекомбинации и их роль в жизни клетки и организма. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологической рекомбинации. Белок Rad51 и другие гомологи RecA у эукариот. SOS-ответ на повреждение ДНК у *E. coli*. Экспрессия генов SOS-регулона. Мейотическая рекомбинация у эукариот и ее регуляция.

**Раздел 8. Транскрипция – первый этап реализации генетической информации.** Транскрипция у прокариот. Регуляция транскрипции у прокариот. Негативная и позитивная регуляция транскрипции. Экспрессия лактозного оперона. Экспрессия триптофанового оперона, аттенюация, элонгация. Понятие о транскриптоне и опероне. Матричная цепь ДНК. Промоторы генов прокариот. Последовательность Прибнова, консенсусные или канонические последовательности промоторов прокариот. Ассиметрия промотора и направление транскрипции. Понятие о силе промотора. Ферменты транскрипции прокариот. Полный цикл транскрипции. Скорость элонгации. Пауза элонгации. Взаимосвязь аттенюации и трансляции. Внутригенный терминатор. Структурная организация лидерной последовательности информационной РНК прокариот. Структурная или кодирующая белок последовательность иРНК. Пауза транскрипции лидерной последовательности и трансляция. Роль аттенюации в регуляции биосинтеза аминокислот на примере триптофанового оперона. Терминация транскрипции, сайты терминации, механизмы терминации у прокариот. Негативная и позитивная регуляция транскрипции. Репрессоры, активаторы, эффекторы, индукторы. Синтез циклического АМФ.

**Раздел 9. Транскрипция эукариот. Регуляция транскрипции генов класса I, II, III.** Понятие о генах классов I, II и III. Множественность ДНК-зависимых РНК-полимераз эукариот. Номенклатура. Транскрипция генов класса II. Промотор генов класса II. ТАТА-последовательность, консенсусная последовательность. Другие специфические последовательности промотора генов класса II. Промоторы, не содержащие ТАТА-последовательность. Транскрипционные факторы транскрипции генов класса II. Модель взаимодействия ТВР-белка с ТАТА-последовательностью в гомологичных и гетерологичных системах. Вариабельность N-терминального домена ТВР-белка. Закрытый и открытый комплекс. Инициация транскрипции. Продуктивная и abortивная транскрипция. Паузы транскрипции. РНК-полимераза I. Промотор генов класса I. Транскрипционные факторы генов класса I. Транскрипция генов класса III. Промоторы генов класса III, внутригенные промоторы. Промотор гена U6 РНК. Транскрипционные факторы генов класса III.

**Раздел 10. Элонгация транскрипции генов класса II и III. Терминация транскрипции эукариот.** РНК-полимераза II на стадии элонгации, компетентная для элонгации форма РНК-полимеразы II, модификация C- терминального домена самой крупной субъединицы РНК-полимеразы II. Транскрипционный комплекс, компетентный в элонгации. Общие свойства комплексов элонгации для всех форм РНК-полимераз. Скорость элонгации, пауза и арест комплекса элонгации. Факторы элонгации. Особенности терминации генов класса I. Особенности терминации генов класса II. Терминация у генов класса III.

**Раздел 11. Структура хроматина. Белковые комплексы, ремоделирующие хроматин. Механизмы регуляции экспрессии хроматина.** Уровни организации хроматина. Основные белки хроматина - гистоны. Вариантные формы гистонов. Негистоновые белки. Белки HMG. Модификации компонентов хроматина: модификации гистонов и ДНК. Специфические домены белков, узнающие модифицированные гистоны. Гистоновый код. Специализация семейств АТР-зависимых белковых комплексов. Механизм подвижности нуклеосом.

**Раздел 12. РНК-интерференция. Интерферирующие РНК. Биогенез интерферирующих РНК. Ферменты биогенеза.** Интерферирующие РНК. Ферменты биогенеза интерферирующих РНК. Медицинский и экспериментальный аспекты применения РНК интерференции.

**Раздел 13. Процессинг РНК в эукариотической клетке.** Первичные транскрипты. Этапы процессинга мРНК: кэпирование 5'-конца, функции кэпа; полиаденилирование 3'-конца, роль полиаденилирования. Гетерогенная ядерная РНК, информоферы и информосомы, сущность сплайсинга, интроны и экзоны. Два этапа реакции сплайсинга. Процессы, обеспечивающие точность сплайсинга. Биохимическая и молекулярно-биологическая сущность сплайсинга.

**Раздел 14. Сплайсинг пре-мРНК. Малые ядерные РНК и белковые факторы сплайсинга. Разнообразие процессов сплайсинга.** U – богатые малые ядерные РНК. Структурная организация малых ядерных РНК. Биогенез малых ядерных РНК. Процессинг мяРНК и экспорт из ядра в цитоплазму. Модификация оснований мяРНК. Тельца Кахала. Этапы сборки сплайсосомы и белковые факторы сплайсинга. Малые ядерные РНП и процессинг мяРНК. Белковые факторы сплайсинга. Сборка сплайсосомы и реакции сплайсинга. Альтернативный сплайсинг – механизм образования изоформ или изоформ белков с различными функциональными свойствами. Варианты альтернативного сплайсинга. Транс-сплайсинг и механизмы, лежащие в его основе. Автокаталитический сплайсинг или самосплайсинг. Сплайсинг вне ядра.

**Раздел 15. Процессинг некодирующих РНК.** Процессинг транспортных РНК, рибосомных РНК, микро-РНК, редактирование РНК.

**Раздел 16. Функциональная компарментализация клеточного ядра и процессинг РНК.** Универсальные ядерные домены интерхроматиновой области ядра. Перихроматиновые гранулы, перихроматиновые фибриллы. Интерхроматиновые гранулы. Некоторые особенности экстрахромосомных ядерных структур ооцитов. Компоненты телец Кахала. Белок коилин. Функции телец Кахала. Особенности телец Кахала ооцитов.

**Раздел 17. Трансляция генетического кода на рибосомах. Структура белка, аминокислоты, пептидная связь. Методы исследования структура белка.** Реакция конденсации, первичная структура белка, Вторичная структура белка:  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -складчатость, третичная и четвертичная структура белка. Бесклеточная система синтеза белка и ее роль в исследовании механизмов трансляции. Рибосомы, проблема генетического кода, адапторные компоненты аппарата трансляции– t-РНК. Матричная РНК. Расшифровка генетического кода. Рентгеноструктурный анализ и электронная микроскопия, их роль в исследовании структуры рибосом. Разборка и сборка рибосом.

Рибосомные белки. Рибосомная РНК, процессинг и регуляция р-РНК. Структура рибосомной РНК. Влияние мутаций рРНК на функции рибосом. Рибосомы митохондрий, рРНК митохондрий.

**Раздел 18. Транспортная РНК. Инициация трансляции. Элонгация трансляции. Терминация трансляции.** Структура тРНК, антикодон, реакция аминоацилирования. Экспрессия в клетках и процессинг т-РНК. Аминоацил т-РНК синтетазы. Взаимодействие т-РНК с аминоацил т-РНК синтетазами, селективность взаимодействия. Узнавание аминокислот аминоацил т-РНК синтетазой. Узнавание матричной РНК (m РНК) аминоацил т-РНК синтетазой. Экспериментальное определение детерминантов аминоацил т-РНК синтетазы на молекуле m РНК, супрессия, аминокислотная специфичность при супрессии, m-РНК, количество m-РНК и скорость ее распада. Сложность и многоступенчатость инициации элонгации. Инициаторные m-РНК, особенности их структуры, участки m-РНК, взаимодействующие с рибосомой при инициации. Инициация и факторы инициации у эукариот. Реакция транспептидации, селекция транспептидации, реальная точность трансляции. Транслокация, факторы транслокации. Скорость элонгации. Энергетика элонгации, Элонгация у эукариот. Сигналы терминации, факторы терминации. Терминация и супрессия, терминация рибосомами. Неоднозначность генетического кода, общие сведения, изменения значения кодона, приводящие к нестандартному прочтению кодонов, квазинеоднозначность, сдвиг рамки считывания. «Шунтирование» при трансляции, «транс-трансляция». Процессинг и транспорт белков. Внерибосомный синтез полипептидов.

**Раздел 19. Введение в протеомику. Функциональная и структурная протеомика.** Протеомика – наука, основным предметом изучения которой являются белки, их функции и взаимодействия в организме. Основная задача протеомики. Определение структуры не одного, а сразу множества белков. Выделение, очистка, определение первичной, вторичной и третичной структур всех белков живого организма.

**Раздел 20. Принципы и методы анализа протеома.** Масс-спектрометрия белков. Комбинация двумерного электрофореза с MALDI-масс-спектрометрией и сочетание высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией. Другие методы анализа протеома: иммуноблоттинг (вестерн-блоттинг); гель-хроматография; аффинная хроматография; инфракрасная спектроскопия; рентгеновская кристаллография и ядерно-магнитный резонанс.

**Раздел 21. Практическая протеомика.** Предсказание пространственной структуры с помощью компьютерных программ (*in silico*). Прогнозирование межмолекулярных взаимодействий, таких как молекулярная стыковка и предсказание белок-белковых взаимодействий. Фолдинг и межмолекулярные взаимодействия белков моделируются с использованием молекулярной механики. Методы предсказания функций белков делятся. Сравнение протеомов различных клеток в норме и при патологиях для расшифровки механизмов, участвующих в развитии патологических реакций. Важное медицинское приложение протеомики – поиск белковых маркеров для диагностики и терапии социально-значимых заболеваний.

**Раздел 22. Предмет генной инженерии. Цели и задачи генной инженерии. История развития генной инженерии. Первые важные открытия.** Номенклатура рестриктаз и метилаз, понятия сайта рестрикции, температурного оптимума ферментативной реакции, свойств рестриктаз и метилаз разных классов. Общие свойства ДНК- и РНК- лигаз, ДНК-лигаз, выделенных их различных организмов. ДНК- и РНК- полимеразы. Строение основных природных плазмид, послуживших основой для создания векторов молекулярного клонирования, классификации плазмид и методов их выделения.

**Раздел 23. Векторы для клонирования в клетках прокариот.** Требования, предъявляемые к прокариотическому вектору, классификация векторов, алгоритм создания генетической конструкции, методы трансформации прокариотических клеток, способы детекции чужеродной ДНК и успеха трансформации, способы оптимизации экспрессии чужеродных генов. Биология кишечной палочки *E. coli*, свойства основных векторов, сконструированных для клонирования в ней, в деталях строение и принципы работы вектора pBR322, и его основных модификаций, векторов серии pUC.

**Раздел 26. Векторы для клонирования в клетках эукариот.** Требования, предъявляемые к эукариотическому экспрессирующему вектору, алгоритм создания генетической конструкции, свойства основных промоторов, использующихся при конструировании экспрессирующих векторов, принципы получения гетерологичных белков в клетках эукариот. Классификация векторов пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, биология пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, свойства природных плазмид Scp1 *Saccharomyces cerevisiae*, основных векторов, сконструированных для клонирования в дрожжах, в деталях строение и принципы работы векторов типа YIp (yeast integrating plasmid), YEp (yeast episomal plasmid), YRp (yeast replicating plasmid), YCp (yeast

centromere plasmid), YLp (yeast linear plasmid). Свойства векторов типа pYAC (yeast artificial chromosome), принципы конструирования искусственных хромосомы дрожжей. Строение природных Ti плазмид. Алгоритм создания на их основе векторов для переноса в растения чужеродной ДНК. Существующие методы создания трансгенных растений и животных. Биология бакуловирусов, принципы методов клонирования и экспрессии чужеродных генов в составе генома бакуловирусов, алгоритм создания гибридных бакуловирусов. Методы трансфекции культивируемых клеток, обеспечения стабильности гибридных молекул ДНК в клетках млекопитающих, регуляции экспрессии целевых генов. Представление о современных клеточных технологиях. Принципы и методы использования эмбриональных стволовых клеток для создания трансгенных животных

10.3. Перечень вопросов для ГЭ по дисциплине «Молекулярная биология» (код компетенции ОПК-1, УК-1, УК-4, УК-5, ПК-2, ПК-3):

1. Структурная организация генома. Уникальные и повторяющиеся нуклеотидные последовательности.
2. Химия нуклеиновых кислот. Типы нуклеиновых кислот.
3. Вторичная структура ДНК. Третичная структура ДНК. Вторичная и третичная структура РНК, ее функция. Геномы органелл - митохондрии, хлоропласты.
4. Репликация ДНК. Основные черты репликации.
5. Ферменты репликации. Регуляция репликации, Pro- и Eukaryota. Точность репликации.
6. Репарация ДНК. Типы репарации.
7. Эксцизионная репарация ДНК, этапы у прокариот и эукариот, белки эксцизионной репарации.
8. Пострепликативная репарация ДНК. SOS -репарация.
9. Активная деградация белков и ее роль в регуляции ДНК-метаболизма.
10. Процессы рекомбинации и их регуляция.
11. Транскрипция. Транскрипция у прокариот. Негативная и позитивная регуляция транскрипции. Экспрессия лактозного оперона. Экспрессия триптофанового оперона, аттенуация, элонгация.
12. Транскрипция эукариот. ДНК-зависимые РНК-полимеразы эукариот. Этапы транскрипции генов класса I, II, III, транскрипционные факторы и их роль в регуляции транскрипции.
13. Структура хроматина. Белковые комплексы, ремоделирующие хроматин. Механизмы регуляции экспрессии генома на уровне хроматина.



14. РНК-интерференция. Множественность интерферирующих РНК. Биогенез интерферирующих РНК. Ферменты биогенеза.
15. Процессинг и сплайсинг м-РНК. Механизмы и компоненты процессинга и сплайсинга. Процессинг некодирующих РНК.
16. Трансляция генетического кода на рибосомах. Транспортная РНК. Инициация, элонгация и терминация трансляции.
17. Структура белка, аминокислоты, пептидная связь.
18. Методы предсказания пространственных структур белков. Методы предсказания функций белков.
19. Векторы для клонирования в клетках про- и эукариот. Структура плазмид. Ферменты, применяемые в генной инженерии.
20. Биология бакуловирусов, принципы методов клонирования и экспрессии чужеродных генов в составе генома бакуловирусов, алгоритм создания гибридных бакуловирусов.

#### **10.4. Учебно-методическое и информационное обеспечение.**

##### *10.4.1. Основная литература:*

1. Блинов В.И., Виненко В.Г., Сергеев И.С. Методика преподавания в высшей школе. Учебно-методическое пособие. М.: Юрайт, 2014. 315 с.  
[http://static.ozone.ru/multimedia/book\\_file/1008836659.pdf](http://static.ozone.ru/multimedia/book_file/1008836659.pdf)
2. Митин А.Н. Основы педагогической психологии высшей школы, учебное пособие. Изд-во "Проспект", 2014. 191 с.  
<https://books.google.ru/books?id=JQmfBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>
3. Троянская С.Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. 174 с.  
<http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/14088/201643.pdf?sequence=>
4. Седова В.М. Боголюбов Д.С. Физико-химические основы цитологии. Учебное пособие. УМО Техническая физика. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2009. 137 с.
5. Спивак И.М. Экология. Повреждения и репарация ДНК. Учебное пособие. УМО Техническая физика. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2005. 169 с.
6. Боголюбов Д.С., Седова В.М., Спивак И.М. Регуляторные механизмы экспрессии генома. Учебное пособие. УМО Техническая физика. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2011. 237 с.
7. Разин С.В., Быстрицкий А.А. Хроматин: упакованный геном. М: БИНОМ, 2009. 172 с.
8. Под. ред. С.Д. Эллиса, Т. Дженювейна, Д. Рейнберга. Эпигенетика. М: Техносфера, 2010. 495 с.

9. В.И. Казаков Н.М. Усманова Клеточная и генная инженерия. Учебное пособие. УМО Техническая физика. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2011. 278 с.
10. Штейн Г.И. "Руководство по конфокальной микроскопии". СПб: Изд-во СПбГПУ, 2007. 77 с.

#### 10.4.2. *Дополнительная литература:*

1. Андреев А.А. Педагогика высшей школы. Инновационно-прогностический курс. Казань: Центр инновационных технологий, 2013. 500 с. <http://logos-press.ru/docs/pvsh.pdf>
2. Верзилин Н.М., Корсунская В.М. Общая методика преподавания биологии. М.: Просвещение, 1983. 304 с.
3. Долгова В.И., Гольева Г.Ю., Аркаева М.Ю. Реализация компетентностного подхода в системе высшего профессионального образования. Научно-методический журнал "Концепт", 2015. 31: 6-10. <https://e-koncept.ru/2015/95508.htm>
4. Дондуа А.К. Биология развития. Учебник в 2 т. Т. I: Начала сравнительной эмбриологии. Т. 2: Клеточные и молекулярные аспекты индивидуального развития. СПб: Изд-во СПбГУ, 2005. 398 с.
5. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. В 3 т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 694 с.
6. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Morgan D., Raff M., Roberts., Walter P. Molecular Biology of the Cell 6Ed. Garland Science, 2015. 1725 с.  
[http://www.cytspb.rssi.ru/manuals/Alberts\\_Molecular-Biology-of-the-Cell](http://www.cytspb.rssi.ru/manuals/Alberts_Molecular-Biology-of-the-Cell).

#### 10.4.3. *Электронные ресурсы:*

- <http://www.nature.com/nature>
- <http://www.nature.com/methods>
- <http://www.nature.com/materials>
- <http://www.nature.com/nanotechnology>
- <http://www.nature.com/biotechnology>
- <http://www.publ.asc.org>
- <http://www.annualreviewws.org>
- <http://www.oxfordjournals.org>
- <http://www.tandf.co.uk/journals/>
- <http://www.springerlink.com>
- <http://www.sciencedirect.com/science>
- <https://elibrary.ru/>

<https://www.libnauka.ru/>

#### 10.4.4. Электронные образовательные ресурсы свободного доступа:

1. Федеральный портал "Российское образование" – <http://www.edu.ru/>
2. Национальная педагогическая энциклопедия – <http://didacts.ru>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/Федеральный портал – <http://window.edu.ru/>
4. Портал естественных наук, теоретическая база по биологии – [www.e-science.ru](http://www.e-science.ru)
5. Российская государственная библиотека – <http://www.rsl.ru>
6. Научная библиотека СПбГУ – <http://www.library.spbu.ru>
7. ЭБС издательства Лань – <http://e.lanbook.com>

### **11. Процедура проведения ГИА по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре: *научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы***

11.1. Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки предусмотрено представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

11.2. Научный доклад по результатам научно-квалификационной работы входит в государственную итоговую аттестацию как ее обязательная часть и должен:

– показать результат освоения аспирантом основной профессиональной образовательной программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность 03.01.03 «Молекулярная биология» следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-2, УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3;

– позволить определить уровень практической и теоретической подготовленности выпускника аспирантуры к выполнению профессиональных задач, установленных ФГОС ВО;

– подтвердить готовность выпускника к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

#### 11.3. Требования к докладу.

Тема научного доклада должна совпадать с утвержденной темой научно-квалификационной работы (диссертации) аспиранта, а содержание доклада должно свидетельствовать о готовности аспиранта к защите научно-квалификационной работы и отражать следующие основные аспекты содержания этой работы:

- актуальность, научную новизну, теоретическое и прикладное значение;
- объект, предмет, цель и задачи исследования;
- материал исследования, способы его документирования;
- теоретическую базу и методологию исследования;
- структуру работы;
- основные результаты исследования и положения, выносимые на защиту;
- апробацию результатов исследования.

#### 11.4. Объем и оформление доклада.

11.4.1. Объем доклада в печатном виде составляет не более 1-1,5 печатных листа (16 – 24 страницы) формата А4 с учетом титульной страницы.

11.4.2. На обложке научного доклада приводят:

- наименование организации, где выполнена научно-квалификационная работа (диссертация);
- фамилию, имя и отчество автора;
- название научно-квалификационной работы (диссертации);
- шифр и наименование специальности (по номенклатуре специальностей научных работников);
- искомую степень и отрасль науки;
- фамилию, имя, отчество, ученую степень, ученое звание научного руководителя;
- место и год составления научного доклада.

11.4.3. Представление научного доклада.

Структура представления научного доклада по теме НКР:

- 1) Представление темы научно-квалификационной работы (диссертации),
- 2) Основное содержание научного доклада, согласно п. 11.3.,
- 3) в Заключение научного доклада должны быть кратко изложены итоги данного исследования и сделаны выводы.

Время, дающееся аспиранту на представление научного доклада, составляет 20 минут.

11.4.4. Оформление текста научного доклада.

Текст доклада должен быть изложен согласно пп. 11.3. и 11.4.3.

Общие требования к оформлению научного доклада:

- отступ слева – 3 см, отступы сверху, снизу, справа – 2 см;
- интервал текста – 1,5;
- отступ красной строки – 1 см;
- шрифт Times New Roman, размер шрифта – 14;

– заголовок – по центру текста полужирным шрифтом.

#### 11.4.5. Оформление публикаций по теме диссертации.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации, оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

11.4.6. Текст научного доклада должен быть представлен с учетом изъятия производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьи лицам, в соответствии с решением правообладателя.

11.4.7. Не менее чем за 15 рабочих дней до даты проведения государственной итоговой аттестации в форме научного доклада обучающийся представляет текст научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) в Отдел подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (далее – отдел аспирантуры) с приложением справки о проверке на объем заимствования.

#### 11.5. Оценивание аспиранта по результатам представления научного доклада по подготовленной научно-квалификационной работе (диссертации).

Результаты представления научного доклада по подготовленной научно-квалификационной работе (диссертации) определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение итоговой аттестации.

##### Критериями оценки являются:

- обоснованность актуальности и значимости темы исследования, соответствие содержания НКР теме, поставленным цели и задачам, полнота ее раскрытия;
- новизна, теоретическая и/или практическая значимость полученных результатов исследования;
- четкость структуры работы и логичность изложения материала;
- владение научным стилем изложения, орфографическая и пунктуационная грамотность;
- умение преподнести излагаемый материал (с точки зрения лектора-преподавателя) в целях обучения слушателей;
- объем и анализ научной литературы и источников по исследуемой проблеме;
- качество электронной презентации, иллюстративного материала;

- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации во время представления доклада;
- оценка НКР научного руководителя.

Показатели оценивания:

**«Отлично»** — научно-квалификационная работа полностью соответствует квалификационным требованиям и рекомендуется к защите:

- актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в конкретной области науки;

- показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики;

- грамотно представлено теоретико-методологическое обоснование НКР, четко сформулирован авторский замысел исследования, отраженный в понятийно-категориальном аппарате; обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненного исследования, глубоко и содержательно проведен анализ полученных результатов эксперимента;

- доклад по теме НКР отличается высоким уровнем научности, четко прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.

**«Хорошо»** — научно-квалификационная работа рекомендуется к защите с учетом высказанных замечаний без повторного представления научного доклада:

- достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения;

- доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющих в науке;

- для обоснования исследовательской позиции взята за основу конкретная теоретическая концепция;

- сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования, но вместе с тем нет должного научного обоснования по поводу замысла и целевых характеристик проведенного исследования, нет должной аргументированности представленных материалов;

- нечетко сформулированы научная новизна и теоретическая значимость;

– доклад по теме НКР изложен в единой логике, в основном соответствует требованиям научности и конкретности, но встречаются недостаточно обоснованные утверждения и выводы.

**«Удовлетворительно»** — научно-квалификационная работа рекомендуется к существенной доработке и повторному представлению к обсуждению до представления к защите:

- актуальность исследования обоснована недостаточно;
- дано технологическое описание последовательности применяемых исследовательских методов, приемов, форм, но выбор методов исследования не обоснован;
- недостаточно сформулированы научная новизна, практическая и теоретическая значимость;
- в тексте доклада имеются нарушения единой логики изложения, допущены неточности в трактовке основных понятий исследования, подмена одних понятий другими.

**«Неудовлетворительно»** — научно-квалификационная работа не соответствует квалификационным требованиям:

- актуальность выбранной темы обоснована поверхностно;
- имеются несоответствия между поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту;
- теоретико-методологические основания исследования раскрыты слабо;
- понятийно-категориальный аппарат не в полной мере соответствует заявленной теме;
- отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов;
- в формулировке выводов по результатам проведенного исследования нет аргументированности и самостоятельности суждений;
- в работе имеется плагиат более 30%.

Результаты обучения, представляемые в ходе научного доклад об основных результатах научно-квалификационной работы, оцениваются в соответствии с картами компетенций ОПК-1, ОПК-2, УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

## **12. Материально-техническое обеспечение**

Специализированные помещения, основное оборудование.

Малый конференц-зал, большой конференц-зал или аналогичные, оборудованные персональным компьютером (ноутбуком) с программой Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) и доступом к сети Интернет, мультимедийным проектором, доской (меловая или маркерная), экраном, учебной мебелью.