



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ  
(ФГБНУ «ИЭМ»)

УТВЕРЖДАЮ



Директор ФГБНУ «ИЭМ»  
академик РАН

Г.А. Софронов

2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА АСПИРАНТУРЫ**

**ДИСЦИПЛИНА ПО ВЫБОРУ Б1.В.ДВ  
«МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

Направление подготовки:	<b>06.06.01 Биологические науки</b>
Направленность (профиль):	<b>Биохимия Микробиология</b>
Форма обучения:	<b>очная / заочная</b>
Нормативный срок обучения:	<b>4 года / 5 лет</b>
Объем дисциплины:	<b>2,5 зачетных единиц</b>

Санкт-Петербург  
2015

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (подготовка кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 871.

**Составители:**

д.м.н. профессор Васильев В.Б., д.б.н. доцент Мандельштам М.Ю.

**Рабочая программа обсуждена и одобрена** на заседании отдела молекулярной генетики «24» 06. 2015 г., протокол № 2 .

Заведующий отделом  
доктор медицинских наук профессор

В.Б. Васильев

**Рабочая программа одобрена на заседании Ученого совета ФГБНУ «ИЭМ»**  
Протокол № 6 от «25» июня 2015 г.

Председатель Ученого совета  
ФГБНУ «ИЭМ» академик РАН

Г.А. Софронов

**Согласовано:**

Заместитель директора ФГБНУ «ИЭМ» по научной работе  
доктор биологических наук

А.В. Дмитриев

Ученый секретарь ФГБНУ «ИЭМ»  
доктор биологических наук

Н.Н. Пшенкина

Заведующая отделом подготовки кадров высшей квалификации  
и международных научных проектов  
кандидат медицинских наук доцент

М.В. Куропатенко

## Оглавление

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины).....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	7
4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	7
4.2. Содержание дисциплины.....	7
4.3. Разделы дисциплины и виды занятий .....	11
4.4. Лекции .....	12
4.5. Практические занятия .....	13
4.6. Самостоятельная работа .....	14
4.7. Контроль освоения дисциплины.....	14
4.7.1. Система и формы контроля.....	14
4.7.2. Критерии оценки освоения дисциплины .....	14
5. Ресурсное обеспечение реализации дисциплины.....	15
5.1. Кадровое обеспечение.....	15
5.2. Материально-техническое обеспечение.....	15
5.3. Информационное обеспечение.....	16

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины**

**Цель дисциплины** – совершенствование и приобретение современных знаний, теоретических и практических навыков в области молекулярной биологии, которые позволят аспирантам проводить научные исследования по теме диссертации, будут способствовать подготовке исследователей и научно-педагогических кадров для работы в научно-исследовательских учреждениях и в высшей школе.

При освоении дисциплины ставятся следующие **задачи**:

- углубление теоретических навыков по разделам молекулярной биологии с позиций последних достижений науки;
- ознакомление и освоение основных методов исследования в области молекулярной биологии;
- освоение основных методов интегрального анализа молекулярных процессов в живых системах.

Теоретическая подготовка в ходе освоения дисциплины «Молекулярная биология» включает в себя проведение лекций и практических занятий в соответствии с типовым учебным планом, самостоятельное изучение научной периодики и монографий по основным аспектам дисциплины, подготовка выступлений с реферативными сообщениями на тематических семинарах и др.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Молекулярная биология» входит в раздел Блок 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП, относится к вариативной части, раздел – дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ) подготовки аспирантов по направлению «06.06.01 Биологические науки», направленности (профили) – «Биохимия», «Микробиология».

Требования к предварительной подготовке:

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и компетенциях, полученных обучающимся в высшем учебном заведении в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам магистратуры или специалитета.

Изучение дисциплины направлено на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по обязательным дисциплинам, «Биохимия», «Микробиология».

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении молекулярной биологии, необходимы при подготовке и написании научно-квалификационной работы (диссертации) по специальностям «03.01.04 – Биохимия», «03.02.03-Микробиология».

## **3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС по направлению «06.06.01 Биологические науки»: УК-1; ПК-1, ПК-3.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в контексте формируемых компетенций приведены в таблице.

### Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			<b>ЗНАТЬ</b>	<b>УМЕТЬ</b>	<b>ВЛАДЕТЬ</b>
1	УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач; уметь решать исследовательские и практические задачи, генерировать новые идеи.	навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в т.ч. в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.
2	ПК-1	Готовность к организации и проведению на современном уровне научных исследований в области биологических наук	основы планирования, организации и проведения научно-исследовательской работы в своей профессиональной области; современные методы исследований в данной области, в том числе, основанные на междисциплинарных знаниях.	самостоятельно планировать и проводить эксперименты, грамотно интерпретировать получаемые результаты; уметь правильно использовать полученные знания, корректно дискутировать и полемизировать с коллегами, уметь работать с научной и учебно-методической литературой по вопросам своей профессиональной области, уметь четко излагать	методиками планирования, организации и проведения научных исследований, навыками проведения современных экспериментальных исследований в своей профессиональной области, позволяющих получить новые научные факты, значимые для биологии и медицины.

				результаты в письменном виде.	
3	ПК-3	Готовность к практическому использованию полученных научных результатов	принципы подготовки научных публикаций и презентаций; знать требования государственных стандартов к оформлению отчетов о НИР и другой научной документации по результатам исследований в своей профессиональной области.	оформить в соответствии с существующими требованиями научную публикацию в отечественный и зарубежный журнал; уметь представить научные результаты в виде доклада; уметь составить отчет по результатам исследований в своей профессиональной области.	навыками устной презентации научного доклада (на русском и иностранном языке); навыками представления научных материалов в виде научных публикаций; владеть навыками подготовки отчетной научной документации по результатам исследований в своей профессиональной области.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Трудоёмкость учебной нагрузки обучающегося при освоении данной дисциплины составляет 2,5зачетных единиц (90 часов) и распределяется следующим образом:

Вид учебной работы	Объем часы / з.е.
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>54 / 1,5</b>
<i>В том числе:</i>	
Лекции (Лек)	18 / 0,5
Практические занятия (Пр)	36 / 1,0
<b>Внеаудиторная самостоятельная работа (СР)</b>	<b>32 / 0,9</b>
<b>Промежуточный контроль (зачет)</b>	<b>4 / 0,1</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>90 / 2,5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Название раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	История молекулярной биологии, прокариотические и эукариотические клетки	История становления науки. Клетки прокариот и эукариот. Разнообразие клеток. Особенности строения и упаковки ДНК. Органеллы. Процессы, протекающие в клетках. Биохимические процессы: синтез и распад органических соединений. Цитологические (клеточные) – поддержание строения клетки, механизмы ее деления, передвижения, межклеточное сообщение, построение организма (многоклеточного). Молекулярно-биологические – биосинтез ДНК, РНК и белков, регуляция этого процесса.
2.	Характеристика объектов молекулярной биологии. Методический арсенал молекулярной биологии.	Объекты изучения – организмы, которые легко выращивать. Наиболее известные “модельные” организмы – <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Caenorhabditis elegans</i> , <i>Drosophila melanogaster</i> , <i>Mus musculus</i> , <i>Rattus norvegicus</i> . Фенотип – проявление генотипа. Наблюдаемые фенотипы бактерий (и дрожжей)– скорость роста на различных средах, требования к питательным веществам (ауксотрофность), устойчивость к антибиотикам, устойчивость к стрессам. Фенотипы высших эукариот: морфология тела и более сложные. Методы молекулярной и клеточной биологии. Микроскопия видимого света, флюоресцентная, конфокальная сканирующая. Методы окрашивания: красители, антитела, конъюгированные с флюоресцентными группами, рекомбинантные белки, соединенные с флюоресцирующими белками, гибридизация с флюоресцентным зондом (FISH). Клеточный сортер. Электронная микроскопия – сканирующая, теневая, электронная томография, крио электронная микроскопия. Методы выделения и детекции компонентов. Способы

	<p>разрушения клеток. Центрифугирование. Ультрацентрифугирование. Хроматография. Гель-фильтрация, гидрофобная, катионо- и анионообменная, аффинная. Ультрафильтрация. Обработка ферментами. Фенольная депротеинизация. Осаждение нуклеиновых кислот, белков. Гель-электрофорез ДНК и РНК: агарозный и полиакриламидный. Детекция ДНК и РНК: красители, радиоизотопы, флюоресцентные метки, блоттинг по Саузерну и Нозерн-блоттинг. Разделение белков электрофорезом в ПААГ. Детекция белков окрашиванием кумасси, серебром, иммуноблоттинг. Идентификация белков при помощи масс-спектрометрии MALDI. Методы геной инженерии. Вектор. Плазмидные и интегративные вектора. Ферменты и реакции, применяемые в геной инженерии. Эндонуклеазы рестрикции, ДНК-лигаза, полинуклеотид-киназа, щелочная фосфатаза. ДНК-полимеразы. Обратная транскриптаза. Полимеразная цепная реакция. Химический синтез ДНК. Транскрипция <i>in vitro</i>. Сайт-направленный и случайный мутагенез. Рекомбинантные белки. Векторы для экспрессии. Фрагментация нуклеазами рестрикции и модификация ДНК. ДНК-метилтрансферазы. Ферменты рестрикции, их типы и функция. Мегануклеазы.</p>
3. Взаимодействие макромолекул	<p>Методы определения структуры макромолекул и их взаимодействия. Прямые методы: ядерный магнитный резонанс и рентгеноструктурный анализ. Методы поиска взаимодействующих молекул: аффинная хроматография, ко-иммунопреципитация, двухгибридная система. Методы поиска взаимодействующих участков макромолекул: делеционный анализ, мутации мест связывания, шивки, химический и ферментативный пробинг, ограниченный протеолиз, тоупринтинг.</p>
4. ДНК	<p>ДНК. Химическое строение. Коплементарные пары, типы спиралей. Строение бактериальной и эукариотической хромосомы. Ядро и его области. Хроматин. Нуклеосомы, гистоны и их модификации. Эу- и гетерохроматин. Домены хроматина, участки прикрепления к матриксу. Центромеры и теломеры. Необычные типы ядер: микро и макронуклеусы, их превращения.</p>
5. Репликация	<p>Репликация ДНК эукариот. Клеточный цикл. Циклины и циклин-зависимые киназы. Контрольные точки (checkpoint). Множественность ориджинов эукариот. Сборка комплекса узнавания ориджина (ORC). Инициация репликации. Координация репликативных процессов. Координация инициации репликации с различных ориджинов. Особенности и ферментативный аппарат репликации эукариот. Сборка хроматина на синтезируемой ДНК. Удлинение теломер. Теломераза. Митоз. Фазы митоза. Разборка ядерной оболочки. Профаза. Конденсация хроматина. Конденсины и когезины. Метафаза. Кинетохоры, центросомы и организация веретена деления. Регуляция начала анафазы. Телофаза.</p>
6. Транскрипция	<p>Транскрипция у бактерий. РНК-полимераза, особенности строения и инициации транскрипции. Отличие РНК- и ДНК-</p>



---

полимераз. Промоторы. Последовательность стадий инициации. Закрытый и открытый комплекс. Сигма факторы. Регуляция транскрипции с помощью замены сигма-фактора. Каскад активации/инактивации NtrC. Активаторы и репрессоры транскрипции. Альфа субъединица РНК полимеразы, ее взаимодействие с UP-элементами и белками-активаторами. Репрессия и активация транскрипции с помощью изменения геометрии ДНК – ртутный репрессор. Примеры регуляции транскрипции – лактозный оперон, *pir*-оперон. Регуляция транскрипции с помощью локализации транскрипционного фактора – пример для прокариот. Реитеративная инициация, регуляция с помощью DksA/ppGpp. Атенуация – регуляция транскрипции с помощью изменения вторичной структуры транскрипта. Механизмы атенуации, зависящие от скорости трансляции, скорости транскрипции, связывания белков, РНК и низкомолекулярных соединений. Рибопереключатели. Терминация и антитерминация. Регуляция экспрессии генов бактериофагов T4 и лямбда. Транскрипция у эукариот. РНК-полимеразы и их специализация. Синтез рРНК и регуляция РНК полимеразы I. Типы генов, транскрибируемых РНК-полимеразой III. Стадии инициации транскрипции РНК-полимеразой III для различных типов генов. Регуляция активности РНК-полимеразы III. РНК-полимераза II. Стадии инициации транскрипции РНК-полимеразой II. Базальные факторы транскрипции, С-концевой домен РНК-полимеразы II и его фосфорилирование в процессе инициации транскрипции. Белки, связанные с С-концевым доменом, медиатор и его функции. Элонгация транскрипции РНК-полимеразой II. Транскрипция и хроматин. Эухроматин и гетерохроматин. Модификации гистонов: ацетилирование, деацетилирование, метилирование, другие модификации. Связь модификаций и степени компактизации хроматина. Ферменты, модифицирующие хроматин. Гистоновый код. Модификация (метилирование) ДНК, связь метилирования ДНК и транскрипции. ДНК-связывающие домены. ДНК связывающие домены спираль-поворот-спираль, лейциновые молнии и цинковые пальцы. Способы регуляции активности транскрипционных факторов – связывание лиганда, модификация, изменение локализации.

---

## 7. Созревание РНК

Особенности строения мРНК. Стадии сплайсинга. Неканонические АТ-АСинтроны, транс-сплайсинг. Полиаденилирование. Взаимодействие процессов созревания и транскрипции пре-мРНК. Созревание пре-тРНК. РНКаза Р. Сплайсинг пре-тРНК. Модификации тРНК. Созревание рРНК. Малые ядрышковые РНК С/D и Н/АСА классов. Созревание рРНК прокариот – индивидуальная модификация нуклеотидов. Необычные формы созревания РНК. Рибозимы I и II группы, каталитический механизм и строение. Формирование 3'-конца мРНК гистонов. Редактирование РНК. Связь созревания и транспорта РНК.

---

8. Трансляция	<p>Биосинтез белка. Генетический код. Принцип декодирования. Аминоацил-тРНКсинтетазы. Инициация трансляции у прокариот. Участок связывания рибосом на мРНК – последовательность Шайн-Дальгарно, инициаторный кодон и другие особенности. Факторы инициации – IF1, IF2 и IF3. Пути регуляции инициации трансляции. Регуляция трансляции мРНКрибосомных белков по механизму отрицательной обратной связи (feedback). Регуляция трансляции с помощью связывания белков с участком посадки рибосом (треонил-тРНКсинтетаза, S15). Саморегуляция экспрессии гена <i>infC</i> (кодирует IF3).</p> <p>Биосинтез белка. Цикл элонгации. Связывание аминоацил-тРНК (aa-тРНК) с А-участком рибосомы. EF-Tu – типичный G-белок. Механизм декодирования. Антибиотики, влияющие на декодирование – стрептомицин и паромомицин. Пептидилтрансферазная реакция. Пурамицин. Транслокация. Фактор транслокацииEF-G. Терминация трансляции. Стоп-кодны. Факторы терминации. Сходство и различие в узнавании стоп-кодонов и кодонов, кодирующих аминокислоты. Разборка посттерминационного комплекса. Регуляция элонгации и терминации трансляции. Регуляция трансляции с помощью пептидов – <i>secM</i> и <i>tnaC</i>. Антибиотики, связывающиеся с пептид-проводящим туннелем. Индукция экспрессии <i>ErmC</i>. Необычные события в трансляции. Программируемый сдвиг рамки считывания. Регуляция синтеза RF2, DnaX, сдвиг рамки считывания у ретровирусов. Рибосомные “прыжки”. Вставка селеноцистеина, транслативная трансляция.</p> <p>Инициация трансляции у эукариот. Модель Козак. Трансляция мРНК, содержащих IRES-элементы (пикорнавирусномРНК, мРНК гепатита С и вируса паралича сверчка). Регуляция трансляции у эукариот. ФосфорилированиеееIF2a. Регуляция трансляции GCN4. 4E-связывающие белки. Регуляция трансляции белком Sxl у дрозофилы.</p> <p>Деградация мРНК. Распад мРНК бактерий - РНКаза E, РНКаза. Распад мРНК эукариот. Деаденилирование, декепирование. Распад “неудачных” мРНК – NMD, non-stop and no-go пути. РНК интерференция. Микро РНК, их функции в развитии нематоды <i>C. elegans</i>.</p> <p>Созревание белков. Шапероны и шаперонины. Цис-транс пролизиомеразы и дисульфид изомераза. Экспорт белков. Бактериальные системы экспорта SRP и SecA зависимые, экспорт через флагеллу. Экспорт белков эукариот. SRP, SRP-рецептор, транслокон. Модификация белков в эндоплазматическом ретикулуме (ЭПР). Гликозилирование и протеолиз. Механизмы коррекции перегрузки ЭПР.</p>
9. Везикулярный транспорт	<p>SRP, SRP-рецептор, транслокон. Модификация белков в эндоплазматическом ретикулуме (ЭПР). Гликозилирование и протеолиз. Механизмы коррекции перегрузки ЭПР.</p> <p>Везикулярный транспорт. Части клетки, сообщающиеся при помощи везикулярного транспорта: ЭПР, аппарат Гольджи, лизосомы, эндосомы, цитоплазматическая мембрана.</p>

	Механизм формирования везикул: рецепторы, клатрин, коатомер, малые GTPазы. Механизм узнавания целевого компартмента везикулами: Rab-белки, c-SNARE, v-SNARE. Транспорт в митохондриях и хлоропласты. Сигналы транспорта. Комплексы TOM и TIM. Вставка белков во внутреннюю мембрану митохондрий, использование трансмембранного потенциала.
10. Сигналинг	<p>Регуляция процессов внутри клетки с помощью внеклеточных сигналов. Примеры передачи регуляторных сигналов от поверхности клеток в ядро. Ядерные рецепторы – транскрипционные факторы. Рецепторы, действующие через гетеротримерные G-белки. Циклический АМР и другие вторичные посредники передачи сигнала. Рецепторы тирозин – киназы. Белок Ras и MAP-киназный каскад.</p> <p>Рецепторы, ассоциированные с тирозин-киназами. STAT-белки. Рецепторы серин/треонинкиназы, Smad-белки. Рецепторы, подвергающиеся протеолизу при связывании лиганда (Delta/Notch). Регуляция дифференцировки с помощью рецептора Toll у дрозофилы. Toll-подобные рецепторы в иммунной системе.</p>

### 4.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Лек	Пр	СР	Всего часов
1.	История молекулярной биологии, прокариотические и эукариотические клетки		2	2	4
2.	Характеристика объектов молекулярной биологии. Методический арсенал молекулярной биологии.		2	2	4
3.	Взаимодействие макромолекул	2	4	4	10
4.	ДНК	2	4	4	10
5.	Репликация	3	6	6	15
6.	Транскрипция	3	6	6	15
7.	Созревание РНК	2	4	2	8
8.	Трансляция	2	2	2	6
9.	Везикулярный транспорт	2	2	2	6
10.	Сигналинг	2	4	2	8
<b>Сдача зачета</b>					<b>4</b>
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>90</b>

#### 4.4. Лекции

№ п/п	Название тем лекций	Объем в часах
1.	Взаимодействие макромолекул. Типы связей, обуславливающих взаимодействие молекул. Характерные мотивы в белках и в ДНК, опосредующие белок-нуклеиновое взаимодействие. Связывание белков в большой и малой бороздках ДНК. Дигибридная система.	2 ч.
2.	ДНК. Структура ДНК по Уотсону-Крику. Альтернативные модели ДНК, их существование в природе.	2 ч.
3.	Репликация ДНК. Доказательство полуконсервативного механизма репликации ДНК. Опыт Мезелсона-Сталя. Топология репликации ДНК. Энзимология репликации ДНК. Реплисома.	3 ч.
4.	Транскрипция. Различия в транскрипции у про- и эукариот. Инициация транскрипции. Структура промоторов. Элонгация транскрипции. Терминация транскрипции.	3 ч.
5.	Созревание РНК. Сплайсинг РНК. Другие посттранскрипционные модификации мРНК и тРНК у про- и эукариот.	2 ч.
6.	Трансляция. Различия в аппарате трансляции, про- и эукариот. Трансляция в эукариотических органеллах.	2 ч.
7.	Везикулярный транспорт. Транспорт белков в аппарат Гольджи и на клеточную мембрану. Гликозилирование белков.	2 ч.
8.	Сигналинг. Регуляция процессов внутри клетки с помощью внеклеточных сигналов. Примеры передачи регуляторных сигналов от поверхности клеток в ядро.	2 ч.
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>

#### 4.5. Практические занятия

№ п/п	Название тем практических занятий	Объем в часах
	История молекулярной биологии, прокариотические и эукариотические клетки. Строение органелл, их биосинтетический аппарат.	2
	Характеристика модельных объектов молекулярной биологии. Методический арсенал молекулярной биологии.	2
	Взаимодействие макромолекул. Рентгеноструктурный анализ. Методы поиска взаимодействующих молекул. Двухгибридная система.	4
	ДНК. Химическое строение. Комплементарные пары, типы спиралей. Строение бактериальной и эукариотической хромосомы. Организация хроматина.	4
	Репликация ДНК эукариот. Клеточный цикл. Циклины и циклин-зависимые киназы. Контрольные точки (checkpoint). Множественность ориджинов эукариот. Теломеры, их репликация.	6
	Транскрипция у бактерий и эукариот. Регуляция активности генов, модель оперона. Принципиальные отличия в регуляции экспрессии генов эукариот. Дифференциальная экспрессия генов как основа клеточной дифференцировки при развитии многоклеточного организма.	6
	Созревание РНК. Процессинг и сплайсинг РНК: премРНК, претРНК. РНК-интерференция.	4
	Трансляция. Строение рибосом про- и эукариот. Инициация транскрипции у про- и эукариот. Пептидилтрансферазная реакция, ключевая роль рРНК. Генетический код, его свойства.	2
	Везикулярный транспорт. Части клетки, сообщающиеся при помощи везикулярного транспорта: ЭПР, аппарат Гольджи, лизосомы, эндосомы, цитоплазматическая мембрана. Механизм формирования везикул: рецепторы, клатрин, коатомер, малые GTPазы.	2
	Сигналинг. Ядерные рецепторы – транскрипционные факторы. Рецепторы, действующие через гетеротримерные G-белки.	4
<b>ВСЕГО:</b>		<b>36</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы	Объем в часах
Подготовка к практическим занятиям	10
Работа с литературой	12
Подготовка к зачету	10
<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>

#### 4.7. Контроль освоения дисциплины

##### 4.7.1. Система и формы контроля

Текущий контроль успеваемости и выполнения научно-исследовательской работы постоянно осуществляет научный руководитель аспиранта.

По результатам освоения программы дисциплины «Молекулярная биология» аспирант должен сдать зачет, который фиксируются в зачетной книжке аспиранта.

Зачет проводится путем собеседования по тематике разделов программы.

Фонд оценочных средств:

1. Межмолекулярные взаимодействия и типы сил, участвующих в них.
2. Принципы рентгеноструктурного анализа и методов, определяющих структуру молекул в растворе.
3. Отличия в организации наследственного материала про- и эукариотической клетки.
4. Генетический материал органелл и механизм его реализации.
5. Гистоны. Организация хроматина эукариот.
6. Репликация геномной и митохондриальной ДНК эукариот (сравнительные аспекты)
7. Клеточный цикл. Циклины.
8. Контрольные точки клеточного цикла. Онкогенез.
9. Регуляция транскрипции у про- и эукариот (сравнительные аспекты).
10. Процессинг и сплайсинг РНК.
11. Трехмерная структура и фолдинг белков.
12. Шапероны и их функция в клетке.
13. Механизмы клеточной дифференцировки.
14. Трансляция у про- и эукариот (сравнительные аспекты).
15. Транспорт белков в митохондрии.
16. Транспорт и посттрансляционные модификации белков в эндоплазматическом ретикулуме и в аппарате Гольджи.
17. Рецептор-опосредованный эндоцитоз.
18. Клатрин и коатомеры. Сравнить виды везикулярного транспорта.
19. Тирозинкиназы клеточной поверхности.
20. Ядерные рецепторы как транскрипционные факторы.
21. Сигналинг через систему гетеротримерных G-белков.

##### 4.7.2. Критерии оценки освоения дисциплины

Для получения оценки «зачет» аспирант должен

**знать:**

- современные представления о структурной и функциональной организации клеток прокариот и эукариот;

- модельные объекты, наиболее часто используемые в молекулярной биологии;
- методы молекулярной биологии;
- геномику и протеомику;
- механизмы хранения, передачи, реализации, изменения и восстановления генетической информации;
- механизмы передачи различных видов сигналов в клетках и между клетками.

**уметь:**

- работать на современном оборудовании (световой, электронный, конфокальный микроскопы, электропоратор, ПЦР-термоциклер, секвенаторы, ПЦР в реальном времени, центрифуги) и анализировать полученные с их помощью результаты исследования;
- использовать в экспериментах модели различных клеточных культур и гено-инженерные подходы для геномного и протеомного анализа, уметь интерпретировать получаемые результаты на молекулярном уровне.

**иметь навыки:**

- работы на световых, флюоресцентных электронных и лазерных микроскопах, ПЦР-амплификаторах, секвенаторах, центрифугах, микродиссекторе и другом лабораторном оборудовании, используемом в молекулярной биологии;
- работы с микрочиповыми технологиями;
- проводить иммунохимические реакции и анализировать полученный материал;
- производить расчет генетических конструкций для получения рекомбинантных молекул, трансгенных и нокаутных животных.

Оценка «*незачет*» ставится в случае, если аспирант имеет фрагментарные знания по одному из заданных вопросов и демонстрирует недостаточные умения и владения целевыми навыками.

## 5. Ресурсное обеспечение реализации дисциплины

### 5.1. Кадровое обеспечение

Научно-педагогические работники, обеспечивающие реализацию программы: д.м.н. проф. В.Б. Васильев, д.б.н. проф. Е.Л. Паткин, д.б.н. доц. М.Ю. Мандельштам.

### 5.2. Материально-техническое обеспечение

Мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран), телевизор, видеокамера, мультимедийные презентации, таблицы. Наборы слайдов по различным разделам дисциплины.

Исследовательское оборудование отделов ФГБНУ «ИЭМ» обеспечивает обучение и выполнение научно-исследовательской работы аспирантов на современном научном и методическом уровне.

***Высокотехнологичное оборудование:***

СО<sub>2</sub> инкубаторы  
 Амплификаторы  
 Анализатор изображения  
 Анализатор микрочипов  
 Анализатор размера частиц  
 Биохимические анализаторы  
 Вибрационная криомельница  
 Гомогенизаторы

Ламинарные боксы  
Лиофильные сушки  
Льдогенератор  
Люминометр  
Масс-спектрометры  
Модульный планшетный ридер  
Низкотемпературные морозильники  
Оборудование для двумерного электрофореза  
Оборудование для изучения межмолекулярных взаимодействий  
Оборудование для электрофореза в пульсирующем электрическом поле  
Оборудование для электрофореза и блоттинга ДНК и белков  
Промыватель планшет  
Секвенаторы  
Синтезатор пептидов  
Система для получения ультрачистой воды  
Системы гель-документирования  
Сканирующий флуоресцентный спектрометр  
Спектрофотометры  
Флуороскан  
Хроматографические системы  
Центрифуги и ультрацентрифуги

***Мелкое лабораторное оборудование:***

рН-метры, водяные бани, магнитные мешалки, шейкеры, аналитические и электронные весы, сушильные шкафы, автоклавы и др.

### **5.3. Информационное обеспечение**

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы.

**Рекомендуемая литература:**

***а) основная:***

1. Льюин Б. Гены. 9 издание, Бином. Лаборатория знаний. Москва. 2011, 896 с.
2. Ефремова В.В., Аистова Ю.Т. Генетика: Учебник – Ростов-на-Дону, 2010 – 248 с.
3. Клаг У.С., Каммингс М.Р. Основы генетики – М., 2009 – 894 с.
4. Примроуз С., Тваймен Р. Геномика. Роль в медицине – М., 2010 – 277 с.
5. Эпигенетика / Ред. Эллис С.Д. и др. – М., 2010 – 496 с.
6. Спейчер М. Р. Генетика человека по Фогелю и Мотулски: проблемы и подходы / М. Р. Спейчер, С. Е. Антонаракис, А. Г. Мотулски; науч. ред. В. С. Баранов, 2013. - 1056 с.

***б) дополнительная:***

1. Watson J.D., Baker T.A., Bell S.P., Gann A., Levine M. Losick R. Molecular Biology of the Gene. 5 ed. CSHL Press, 2004, p. 755.
2. Спирин А.С. Структура рибосомы и биосинтез белка. М. Высшая школа, 1986.
3. Mulhardt C. Molecular Biology and Genomics – USA, 2007 – 257 p.
4. Molecular Biology of the Gene / Watson JD et al – NY, 2008 – 841 p.
5. Strachan T., Read A. Human Molecular Genetics – NY, 2011- 781 p.
6. Dudek R.W. High-Yield Cell and Molecular Biology – Philadelphia, 2011 – 151 p.
7. Кэри, Несса. Эпигенетика: как современная биология переписывает наши представления о генетике, заболеваниях и наследственности: [пер. с англ.] / Н. Кэри, 2012. - 349, [2] с.

***Журналы***



1. Молекулярная биология
2. Генетика
3. Успехи современной биологии
4. Nature

### ***Интернет-ресурсы***

Каждое рабочее место аспиранта и ординатора оснащено компьютером с неограниченным доступом в Интернет. Такой доступ позволяет обращаться к постоянно обновляемым базам данных, используемым в образовательной деятельности ФГБНУ «ИЭМ», таким как

<http://doprimer.interactiva.de>  
<http://www.cbs.dtu.dk/services/OligoWiz>  
<http://berry.engin.umich.edu/oligoarray/>  
<http://www.tigr.org/software/>  
<http://www.r-project.org>  
<http://affymetrix.com>  
<http://ambion.com>  
<http://invitrogen.com>  
<http://amershambiosciences.com>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>  
<http://www.ebi.ac.uk>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo>  
<http://www.kegg.com>  
<http://genome.jp>  
<http://expasy.org>  
<http://www.protocol-online.org>  
<http://www.toulouse.inra.fr/multalin>  
<http://pubmlst.org>  
<http://www.mlst.net>  
<http://www.restrictionmapper.org>  
<http://www.fr33.net> и др.)

ФГБНУ «ИЭМ» в течение многих лет имел доступ к электронным ресурсам издательств Springer, Elsevier, Wiley. В настоящее время Институт имеет доступ к электронным ресурсам издательства Karger.