



ФЕДЕРАЛЬНОЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-  
ХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА»  
(ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России)

119435, Москва, ул. Малая Пироговская, д.1А  
<http://www.ripcm.org.ru>

Тел./факс: (499)246-77-21  
E-mail: [niihfm@fmbamail.ru](mailto:niihfm@fmbamail.ru)

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор  
ФНКЦ ФХМ ФМБА России,  
академик РАН, профессор

В.М. Говорун

«*20* декабря» 2017г.



**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ПРОГРАММА ПОДГОТОВКА НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ

**Направление подготовки:** 06.06.01 биологические науки

**Направленность (профили) программы**

03.01.02 биофизика

03.01.03 молекулярная биология

03.01.04 биохимия

**Присваиваемая квалификация:**

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

**Форма обучения:** очная, 4 года

Москва – 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	8
Паспорт специальности 03.01.02 Биофизика.....	8
Паспорт специальности 03.01.03 Молекулярная биология.....	9
Паспорт специальности 03.01.04 Биохимия .....	10
1.1. Содержание программы аспирантуры.....	12
1.2. Объем программы аспирантуры .....	13
1.3. Начало учебного года.....	14
1.4. Цель и задачи программы аспирантуры.....	14
1.5. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы.....	14
аспирантуры .....	14
1.6. Квалификационная характеристика выпускника аспирантуры .....	14
2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ АСПИРАНТУРЫ .....	16
2.1. Область профессиональной деятельности выпускников.....	16
2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускников.....	16
2.3. Виды профессиональной деятельности выпускников .....	16
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ .....	17
3.1. Планируемые результаты освоения программы аспирантуры .....	17
3.2. Универсальные компетенции .....	17
3.3. Общепрофессиональные компетенции .....	17
3.5. Планируемые результаты обучения по программе аспирантуры.....	18
4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОГРАММЕ АСПИРАНТУРЫ .....	27
4.1. Общая характеристика образовательной деятельности .....	27
4.2. Структура образовательной программы .....	27
4.2.1. Блок 1. Дисциплины (модули).....	29
4.2.1.1. Аннотации учебных программ дисциплин базовой части программы .....	29
Дисциплина «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК (АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК)» .....	29
Дисциплина «ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ» .....	30
4.2.1.2. Аннотации учебных программ обязательных дисциплин вариативной части.....	31
программы.....	31
Дисциплина «ПЕДАГОГИКА» .....	31
Дисциплина «БИОФИЗИКА» (профиль – 03.01.02) .....	32
Дисциплина «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ» (профиль – 03.01.03).....	33
Дисциплина «БИОХИМИЯ» (профиль – 03.01.04).....	34
4.2.1.3. Аннотации учебных программ дисциплин по выбору вариативной части .....	35
программы.....	35
Дисциплина «ОСНОВЫ ПРОТЕОМИКИ И МЕТАБОЛОМИКИ».....	35
Дисциплина «КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ».....	35
Дисциплина «НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ» .....	36
Дисциплина «ОСНОВЫ БИОИНЖЕНЕРИИ» .....	37
Дисциплина «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В МЕДИКО – БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ» .....	37

4.2.2. Блок 2 «Практики». Аннотация учебных программ. ....	38
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА .....	38
ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА .....	39
4.2.3. Блок 3. Аннотация учебной программы «Научные исследования». ....	40
4.2.4. Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» .....	41
4.3. Оценка качества освоения образовательной программы .....	43
4.4. Рабочие планы (очная форма) .....	44
4.4.1. Рабочий учебный план (профиль – 03.01.02).....	44
4.4.2. Календарный график учебного процесса (профиль – 03.01.02).....	45
4.4.3. Рабочий учебный план (профиль – 03.01.03).....	46
4.4.4. Календарный график учебного процесса (профиль – 03.01.03).....	47
4.4.5. Рабочий учебный план (профиль – 03.01.04).....	48
4.4.6. Календарный график учебного процесса (профиль – 03.01.04).....	49
4.5. Программа кандидатского минимума. ....	50
4.5.1. Профиль - 03.01.02. «Биофизика».....	50
4.5.2. Профиль – 03.01.03 «Молекулярная биология» .....	60
4.5.2. Профиль – 03.01.04 «Биохимия».....	69
5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	75
5.1. Общесистемные требования к реализации программы аспирантуры.....	75
5.2. Требования к кадровым условиям реализации программы аспирантуры .....	75
5.3. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению .....	75
программы аспирантуры.....	75
5.4. Требования к финансовому обеспечению программы аспирантуры .....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	119
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	126

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ, ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ

В основной профессиональной образовательной программе высшего образования используются следующие сокращения:

**ВО** - высшее образование;

**УК** - универсальные компетенции;

**ОПК** - общепрофессиональные компетенции; **ПК** – профессиональные компетенции;

**ФГОС ВО** - федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

**Сетевая форма** - сетевая форма реализации образовательных программ.

**Образование** - единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции.

**Обучение** - целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенцией, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, формированию у обучающихся мотивации получения образования в течение всей жизни.

**Уровень образования** - завершённый цикл образования, характеризующийся определенной единой совокупностью требований.

**Квалификация** - уровень знаний, умений, навыков и компетенции, характеризующий подготовленность к выполнению определенного вида профессиональной деятельности. **Федеральный государственный образовательный стандарт** - совокупность обязательных требований к образованию определенного уровня и (или) к профессии, специальности и направлению подготовки, утвержденных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования.

**Федеральные государственные требования** - обязательные требования к минимуму содержания, структуре дополнительных предпрофессиональных программ, условиям их реализации и срокам обучения по этим программам, утверждаемые в соответствии с настоящим Федеральным законом уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

**Образовательная программа** - комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и в случаях, предусмотренных настоящим Федеральным законом, форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, а также оценочных и методических материалов.

**Профессиональное образование** - вид образования, который направлен на приобретение обучающимися в процессе освоения основных профессиональных образовательных программ знаний, умений, навыков и формирование компетенции определенного уровня и объема, позволяющих вести профессиональную Деятельность в определенной сфере и (или) выполнять работу по конкретным профессии или специальности.

**Профессиональное обучение** - вид образования, который направлен на приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и формирование компетенции, необходимых для

выполнения определенных трудовых, служебных функций (определенных видов трудовой, служебной деятельности, профессий).

**Обучающийся** - физическое лицо, осваивающее образовательную программу.

**Образовательная деятельность** - деятельность по реализации образовательных программ.

**Образовательная организация** - некоммерческая организация, осуществляющая на основании лицензии образовательную деятельность.

**Организация, осуществляющая обучение** - юридическое лицо, осуществляющее на основании лицензии наряду с основной деятельностью образовательную деятельность в качестве дополнительного вида деятельности.

**Педагогический работник** - физическое лицо, которое состоит в трудовых, служебных отношениях с организацией, осуществляющей образовательную деятельность, и выполняет обязанности по обучению, воспитанию обучающихся и (или) организации образовательной деятельности.

**Учебный план** - документ, который определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение по периодам обучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности и, если иное не установлено настоящим Федеральным законом, формы промежуточной аттестации обучающихся.

**Практика** - вид учебной деятельности, направленной на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенции в процессе выполнения определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Направленность (профиль) образования** - ориентация образовательной программы на конкретные области знания и (или) виды деятельности, определяющая ее предметно-тематическое содержание, преобладающие виды учебной деятельности обучающегося и требования к результатам освоения образовательной программы.

**Средства обучения** - приборы, оборудование, учебно-наглядные пособия, компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства, печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы и иные материальные объекты, необходимые для организации образовательной деятельности.

**Бакалавр** - академическая степень или квалификация, присуждаемая лицам, освоившим соответствующие образовательные программы высшего образования. Завершённое высшее образование в странах, которые участвуют в Болонском процессе.

**Специалист (дипломированный специалист)** - квалификация, приобретаемая студентом после освоения специальной программы обучения. В конкретных специальностях имеет собственное название (химик, биолог, биохимик и т. п.).

**Магистр** - академическая степень, квалификация, приобретаемая студентом после окончания магистратуры.

**Аспирант** - лицо, обучающееся в аспирантуре и готовящееся к защите диссертации на соискание учёной степени кандидата наук.

**Кандидат наук** - учёная степень первой ступени в Российской Федерации.

**Компетентность** - единство теоретической и практической готовности к осуществлению деятельности.

**Компетенция** - круг полномочий лица, обладающего познаниями и опытом работы.

**Аннотация** - краткая характеристика текста, книги, статьи, рукописи, раскрывающая содержание, где фиксируются основные проблемы, затронутые в тексте, мнения, оценки, выводы автора (виды аннотаций см. приложение).

**Доклад** - публичное сообщение на определенную тему, способствующее формированию навыков исследовательской работы, расширяющее познавательный интерес.

**Квалификационная работа** - научно-исследовательская работа, расширяющая знания в области теории, практики, методологии отраслей науки; разработка конкретных путей разрешения изучаемой проблемы.

**ВАК (Высшая аттестационная комиссия)** -государственный орган, отвечающий за обеспечение государственной аттестации научных и научно-педагогических работников - присуждение учёных степеней доктора и кандидата наук, а также присвоение учёных званий.

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Для разработки основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее - программы аспирантуры, ООП ВО) по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки»:

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. №273-ФЗ;

Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

Приказ Минобрнауки РФ № 1061 от 12.09.2013 «Перечень направлений подготовки высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

Приказ Минобрнауки РФ №1192 от 02.09.2014 «Об установлении соответствия направлений подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, перечни которых утверждены приказом Минобрнауки РФ №1061 от 12.09.2013, научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки РФ № 59 от 25.02.2009»; ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 30.07.2014 г. №871, зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 20 августа 2014 г., регистрационный № 33718;

Приказ Минобрнауки России от 27.11.2015 И 1383 «Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования»;

Приказ Министерства образования и науки РФ от 28 мая 2014 г. № 594 «Об утверждении порядка разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ»;

Устав ФНКЦ ФХМ, решения Ученого совета ФНКЦ ФХМ, локальные нормативные акты ФНКЦ ФХМ.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии со статьей 31 Федерального закона об образовании в Российской Федерации №273-ФЗ от «29» Декабря 2012 года, к организациям, осуществляющим обучение, относятся осуществляющие образовательную деятельность научные организации. Для осуществления образовательной Деятельности организацией, осуществляющей обучение, в ее структуре создается специализированное структурное образовательное подразделение, деятельность которого регулируется положением, разрабатываемым и утверждаемым организацией, осуществляющей обучение.

Специфика высшего образования в научных учреждениях страны состоит в том, что образовательный процесс непосредственно связан с научной деятельностью, преподавание учебных дисциплин осуществляется на уровне, максимально приближенном к последним достижениям науки и практики.

В образовательном процессе, осуществляемом в научном учреждении, участвуют крупнейшие российские ученые - действительные члены Российской Академии наук, члены-корреспонденты РАН, профессора РАН, профессора, доктора и кандидаты наук, что позволяет вести обучение с использованием новейших достижений отечественной и мировой науки.

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

#### **Паспорт специальности 03.01.02 Биофизика**

##### **Формула специальности**

Биофизика – наука о фундаментальных физических взаимодействиях, лежащих в основе процессов жизнедеятельности. Она возникла на стыке биологии с физикой, химией и прикладными техническими и медицинскими науками. В биофизике широко используются современные физические методы и математический аппарат. Биофизика, исследуя физические и физико-химические процессы в организмах на молекулярном уровне, позволяет вскрыть механизмы физиологических процессов и объяснить причины наблюдаемых биологических явлений. Биофизика как самостоятельная наука выделилась из многих дисциплин: физиологии, биохимии, физической химии, физики, поэтому во многих случаях границы между этими дисциплинами и биофизикой являются условными. Особенно большое значение для биофизики имело развитие физической химии, которая позволила установить более продуктивную связь между физикой и биологией. Молекулярная биофизика рассматривает строение и физические свойства биологических молекул (главным образом белков и нуклеиновых кислот), а также кинетику и термодинамику биологических процессов. Биофизика клетки исследует, во-первых, ультраструктуру клетки, ее физические и физико-химические особенности, во-вторых, физико-химические проявления функциональной активности клеток: проницаемость, биоэлектрические потенциалы и пр. Основными проблемами биофизики органов чувств является выяснение молекулярных физико-химических механизмов рецепции, изучение процессов трансформации энергии внешних стимулов в специфические реакции нервных клеток и механизмов кодирования информации в органах чувств. Биофизика сложных систем исследует проблемы регулирования и саморегулирования сложно устроенных многоклеточных систем, а также термодинамические и кинетические особенности их функционирования. В этом разделе биофизика смыкается с биологической кибернетикой, предметом которой являются процессы управления и регулирования в биологических системах.



**Области исследований:**

1. Молекулярная биофизика: биофизика нуклеиновых кислот; биофизика белка.
2. Биофизика клетки: биофизика мембран; биофизика ионных каналов; биоэнергетика; биофизика мышечного сокращения.
3. Биофизика сложных систем: математическая биофизика; экологическая биофизика; радиационная биофизика; медицинская биофизика; техническая биофизика.

**Отрасль наук**

биологические науки,  
химические науки,  
медицинские науки.

**Паспорт специальности 03.01.03 Молекулярная биология****Формула специальности**

Молекулярная биология – область науки, занимающаяся исследованием биополимеров, их компонентов и комплексов, структуры и функции генов и геномов. Молекулярная биология — новая область естествознания, тесно связанная с давно сложившимися направлениями исследований, которые охватываются биохимией, биофизикой и биоорганической химией. Молекулярная биология изучает основные свойства и проявления жизни на молекулярном уровне. Молекулярная биология стремится объяснить важнейшие явления жизнедеятельности (наследственность, изменчивость, рост, развитие, движение, обмен веществ и энергии, чувствительность, иммунитет и др.) строением, свойствами и взаимодействием входящих в состав организмов химических веществ. В любом организме в каждый момент его существования проходит огромное число биохимических реакций, в которых участвуют молекулы большие и малые, простые и сложные, органические и неорганические. Все эти реакции строго упорядочены и, в зависимости от условий и потребностей организма, подвергаются настройке и регулировке. Решающая роль в организации этих процессов принадлежит двум классам больших молекул – белкам и нуклеиновым кислотам. Эти биополимеры и служат главным объектом исследования в молекулярной биологии. Важнейшими направлениями в молекулярной биологии являются исследования структурно-функциональной организации генетического аппарата клеток и механизма реализации наследственной информации (молекулярная генетика), исследование молекулярных механизмов взаимодействия вирусов с клетками (молекулярная вирусология), изучение закономерностей иммунных реакций организма (молекулярная иммунология), исследование появления разнокачественности клеток в ходе индивидуального развития организмов и специализации клеток (молекулярная биология развития). Молекулярная биология выделилась из биохимии и сформировалась как самостоятельная наука в 50-х годах.

**Области исследований:**

1. Физико-химия биополимеров, их компонентов и комплексов.
2. Геномы, их структура и функция.
3. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка.
4. Молекулярная биология клетки.

5. Молекулярная энзимология.
6. Молекулярная вирусология и противовирусные вещества.
7. Генная, белковая и клеточная инженерия.
8. Биоинформатика.

Отрасль наук

биологические науки,  
химические науки,  
медицинские науки.

### **Паспорт специальности 03.01.04 Биохимия**

#### **Формула специальности**

Биохимия - область науки, занимающаяся исследованием и выявлением закономерностей химических процессов жизнедеятельности, распределения, состава, структуры, функции, свойств и превращений веществ, присущих живым организмам, связи этих превращений с деятельностью клеточных структур, органелл, клеток, тканей и органов, целостных организмов, их сообществ и всей биосферы, молекулярно опосредованных реакций живых организмов на проникающую радиацию, ионизирующее излучение, электромагнитные поля и экстремальные воздействия, а также превращений, обезвреживания ксенобиотиков и искусственных материалов, их влияния на живые организмы и на биосферу в целом. Биохимия, имея много общего с физиологией, биологией клетки, биофизикой, биоорганической и бионеорганической химией, молекулярной биологией и молекулярной генетикой, отличается тем, что изучает живой организм как систему взаимосвязанных и взаиморегулируемых химических процессов, исходя из представлений о структуре входящих в него компонентов. Для биохимии характерно, что источником новых знаний при посредстве физических, химических и биологических методов служат результаты экспериментальных исследований на животных, растениях, микроорганизмах, культурах клеток человека, животных, растений, биологических жидкостях, их отдельных компонентах, выделенных из них веществах и другом биологическом сырье, а также лабораторные исследования тканей и жидкостей человека и животных, имеющие клиническое значение.

#### **Области исследований**

1. Проблемы строения, свойств и функционирования отдельных молекул и надмолекулярных комплексов в биологических объектах, изучение молекулярной организации структурных компонентов, выяснение путей метаболизма и их взаимосвязей.
2. Термодинамические, квантово-механические и кинетические расчеты на уровне функционирования отдельных молекул, компьютерное моделирование пространственной структуры биополимеров и надмолекулярных комплексов, проблемы трансформации энергии в биосистемах, молекулярных основ эволюции, происхождения жизни и предбиологической эволюции.
3. Установление химического состава живых организмов, выявление закономерностей строения, содержания и преобразования в процессе жизнедеятельности организмов химических соединений, общих для живой материи в целом. Сопоставление состава и путей видоизменения веществ у организмов различных систематических групп, проблемы сравнительной и эволюционной биохимии, космобиохимии.

4. Исследование образования и превращения отдельных молекул, функционирования ферментных систем и надмолекулярных комплексов, проблемы биологического катализа, механохимических явлений и биоэнергетики, акцептирования и использования энергии света и фотосинтеза, азотфиксации, выделение и реконструирование молекулярных ансамблей, моделирование биохимических процессов.
5. Анализ и синтез биологически активных веществ, выяснение их физиологического действия и возможностей применения полученных веществ в медицине и других отраслях народного хозяйства.
6. Выделение веществ из биологического материала, очистка и установление их строения. Изучение роли и участия свободной, связанной и структурированной воды, неорганических и органических ионов в биохимических процессах.
7. Исследование структуры и функциональной активности комплексов неорганических ионов с органическими молекулами, их участия в процессах жизнедеятельности.
8. Выявление в макромолекулах консервативных и функционально-активных участков, синтез их и аналогичных структур с изучением биологической активности.
9. Выяснение физико-химических основ функционирования важнейших систем живой клетки с использованием идей, методов и приемов химии, включая структурный и стереохимический анализ, частичный и полный синтез природных соединений и их аналогов, разработку препаративных и технологических методов получения природных веществ и их химических модификаций в непосредственной связи с биологической функцией этих соединений.
10. Теоретические и прикладные проблемы природы и закономерностей химических превращений в живых организмах, молекулярных механизмов интеграции клеточного метаболизма, связей биохимических процессов с деятельностью органов и тканей, с жизнедеятельностью организма для решения задач сохранения здоровья человека, животных и растений, выяснения причин различных болезней и изыскания путей их эффективного лечения. Развитие методов генодиагностики, энзимодиагностики и научных принципов генотерапии и энзимотерапии.
11. Исследования проблем узнавания на молекулярном уровне, хранения и передачи информации в биологических системах. Создание ферментов с заданной специфичностью. Изучение молекулярных механизмов памяти и интеллекта, иммунитета, гормонального действия и рецепторной передачи сигнала, межклеточных контактов, репродукции, канцерогенеза, клеточной дифференцировки, морфогенеза и апоптоза, старения организма, вирусных и прионовых инфекций. Проблемы химической и биохимической обработки органов, тканей и искусственных материалов, их хранения и применения как трансплантатов.
12. Механизмы и закономерности обмена веществ в организме человека, животных, растений и микроорганизмов. Клиническая биохимия человека и животных. Биохимия питания человека, животных, растений и микроорганизмов. Изучение химической и микробиологической безопасности продуктов биологического происхождения.
13. Проблемы превращения и обезвреживания ксенобиотиков. Молекулярные основы превращений искусственных материалов под влиянием живых организмов. Биохимические проблемы экологии.
14. Исследования молекулярных механизмов реагирования клеточных компонентов и живых организмов на проникающую радиацию, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение, электромагнитные поля, механические, холодные, тепловые, химические, токсиче-

ские и другие экстремальные воздействия. Биохимические исследования по созданию протективных средств на эти воздействия. Изучение роли активных форм кислорода, продуктов перекисного окисления и свободно-радикальных продуктов в нарушениях и регулировании метаболических процессов в биосистемах.

15. Научно-методические и прикладные проблемы изучения молекулярных основ жизнедеятельности для решения задач адаптации, изменения продуктивности и селекции живых организмов, получения животного, растительного и микробиологического сырья, улучшенного по содержанию определенных компонентов.

16. Исследования превращений растительного, животного и микробиологического сырья под влиянием факторов окружающей среды и технологических воздействий при его хранении и переработке в пищевые продукты и лечебные препараты для улучшения качества и повышения выхода производимых целевых продуктов. Выяснение состава важнейших пищевых продуктов и кормов.

17. Физические, химические, технические и экологические основы выделения, синтеза и наработки веществ, присущих живым организмам для решения определенных медицинских, сельскохозяйственных, ветеринарных, технических и технологических задач.

18. Создание специальной биохимической аппаратуры. Разработка принципов инженерной энзимологии и способов применения биохимических процессов в промышленности.

#### Отрасль наук

биологические науки,  
химические науки,  
медицинские науки.

### **1.1. Содержание программы аспирантуры**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» (ФНКЦ ФХМ) осуществляет образовательную деятельность по подготовке кадров высшей квалификации по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки» в соответствии с лицензией № 000849 Серия 90Л01 от «10» декабря 2015 г., регистрационный № 1809 (приложение 1.1 к лицензии Серия 90П01 № 0028907) с направленностью (профилями): 03.01.02 Биофизика, 03.01.03 Молекулярная биология 03.01.04 Биохимия.

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее - аспирантура) ФНКЦ ФХМ является третьим уровнем высшего профессионального образования. Разработка и реализация основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 «Биологические науки» осуществляется ведущими сотрудниками и группой аспирантуры ФНКЦ ФХМ.

В программе аспирантуры определяются:

- планируемые результаты освоения программы аспирантуры – компетенции обучающихся, установленные ФГОС, и компетенции обучающихся, установленные ФНКЦ ФХМ дополнительно к компетенциям, установленным ФГОС;
- планируемые результаты обучения по каждой дисциплине, практике и научно - исследовательской работе - знания, умения, навыки и опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры.

Настоящая ООП ВО представляет собой комплект документов, в котором представлены объем, содержание программы аспирантуры, планируемые результаты, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практик, оценочные средства, методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующих образовательных технологий.

При реализации программы аспирантуры ФНКЦ ФХМ вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Образовательная деятельность по программе аспирантуры осуществляется на государственном языке Российской Федерации.

### **1.2. Объем программы аспирантуры**

Объем программы аспирантуры определяется как трудоемкость учебной нагрузки обучающегося при освоении указанной программы, включающая в себя все виды его учебной деятельности, предусмотренные учебным планом (в том числе аудиторную и самостоятельную работу, практику) для достижения планируемых результатов обучения.

В качестве унифицированной единицы измерения трудоемкости учебной нагрузки обучающегося при указании объема программы аспирантуры и ее составных частей используется зачетная единица. Зачетная единица для программ аспирантуры, разработанных в соответствии с ФГ ОС, эквивалентна 36 академическим часам (при продолжительности академического часа 45 минут).

Обучение по программе аспирантуры в ФНКЦ ФХМ осуществляется по очной форме обучения на бюджетной основе, также по договору об оказании платных образовательных услуг.

Объем программы аспирантуры, реализуемой по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 «Биологические науки» с направленностями (профилями) программы: 03.01.02 Биофизика, 03.01.03 Молекулярная биология, 03.01.04 Биохимия, составляет 240 зачетных единиц (далее - з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы аспирантуры по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении.

Срок получения образования по реализуемому направлению подготовки кадров высшей квалификации при очной форме обучения включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года.

Объем программы аспирантуры, реализуемой за один учебный год, составляет 60 з.е.

Объем программы аспирантуры при обучении по индивидуальному учебному плану, устанавливается ФНКЦ ФХМ самостоятельно, но не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения. При обучении по индивидуальному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья ФНКЦ ФХМ вправе продлить срок не более чем на один год по сравнению со сроком, установленным для соответствующей формы обучения. Объем программы аспирантуры при обучении по индивидуальному плану не может составлять более 75 з.е. за один учебный год.

### **1.3. Начало учебного года**

Образовательный процесс по программе аспирантуры разделяется на учебные годы (курсы). Учебный год по очной форме обучения в ФНКЦ ФХМ начинается 1 сентября в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г., 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)». Организация может перенести срок начала учебного года по очной форме обучения не более, чем на 2 месяца.

В учебном году устанавливаются каникулы в летний период общей продолжительностью 8 недель.

### **1.4. Цель и задачи программы аспирантуры**

Целью программы аспирантуры является подготовка научных и научно - педагогических кадров высшей квалификации, обладающих необходимыми компетенциями для самостоятельной работы в сфере науки и образования.

Основными задачами подготовки обучающихся в аспирантуре по данному направлению являются:

- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности в области биологических наук;
- углубленное изучение теоретических и методологических основ биологической науки и педагогики высшей школы;
- совершенствование знаний иностранного языка для использования в научной и профессиональной деятельности;
- совершенствование философского образования и знания иностранного языка, необходимых для осуществления профессиональной деятельности;
- формирование компетенций, необходимых для успешной научно-педагогической работы в отрасли науки и приобретение необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений и навыков;
- обобщение результатов научных исследований и подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, участие в конференциях, симпозиумах, школах, семинарах и т.д.

### **1.5. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы аспирантуры**

В аспирантуру ФНКЦ ФХМ по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 «Биологические науки» с направленностями (профилями): 03.01.02 Биофизика, 03.01.03 Молекулярная биология ,03.01.04 Биохимия зачисляются граждане, имеющие высшее профессиональное образование, подтвержденное дипломом специалиста и дипломом магистра, успешно сдавшие вступительные экзамены и зачисленные в аспирантуру ФНКЦ ФХМ для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

### **1.6. Квалификационная характеристика выпускника аспирантуры**

При условии освоения программы аспирантуры и успешной защиты выпускной квалификационной работы выпускнику аспирантуры присваивается квалификация: «Исследо-

тель. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 «Биологические науки» с соответствующим профилем.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ АСПИРАНТУРЫ**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускников**

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, включает:

- исследование живой природы и ее закономерностей;
- использование биологических систем - в хозяйственных и медицинских целях, экотехнологиях, охране и рациональном использовании природных ресурсов.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускников**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, являются:

- биологические системы различных уровней организации, процессы их жизнедеятельности и эволюции;
- биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии;

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускников**

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

#### Научно-исследовательская деятельность в области биологических наук:

- разработка программ проведения научных исследований и технических разработок по биологии, подготовка заданий для проведения исследовательских и научных работ;
- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения поставленных задач; разработка методик и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;
- участие в конференциях, симпозиумах, школах, семинарах и т.д.;
- защита объектов интеллектуальной собственности, управление результатами научно-исследовательской деятельности.

#### Преподавательская деятельность в области биологических наук:

- программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.



### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

#### 3.1. Планируемые результаты освоения программы аспирантуры

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки; общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки 06.06.01 «Биологические науки»;
- профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилей) программы аспирантуры.

#### 3.2. Универсальные компетенции

- Способность 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);
- Способность 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);
- Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

#### 3.3. Общепрофессиональные компетенции

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

#### 3.4. Профессиональные компетенции

- Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) (ПК-1);
- Владение представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания (ПК-2);
- Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-3);

- Обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4);
- Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и ВУЗе (ПК-5).

### 3.5. Планируемые результаты обучения по программе аспирантуры

В результате освоения образовательной программы аспирантуры по профилям в рамках направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» выпускник аспирантуры должен обладать следующими знаниями, умением и навыками:

Код обучения по ФГОС	Содержание компетенции	Планируемые результаты компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>		
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	<p><b>знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Шифр <b>31 (УК-1)</b>.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши / проигрыши реализации этих вариантов Шифр <b>У1 (УК-1)</b>.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Шифр <b>В1 (УК-1)</b>; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Шифр <b>В2 (УК-1)</b>.</p>
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междис-	<p><b>знать:</b> методы научно-исследовательской деятельности Шифр <b>31 (УК-2)</b>;</p>

	<p>циплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p>	<p>основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира Шифр <b>32( УК-2)</b>.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений Шифр <b>У1 (УК-2)</b>.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа основных мировоззренческих методологических проблем, в том числе в междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития Шифр <b>В1(УК-2)</b>; технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований Шифр <b>В2 (УК-2)</b>.</p>
<p>УК-3</p>	<p>Готовность работать в российских и международных исследовательских коллективах по решению научных и научно-образовательных задач.</p>	<p><b>знать:</b> особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах Шифр <b>31 (УК-3)</b>.</p> <p><b>уметь:</b> следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно - образовательных задач. Шифр <b>У1 (УК-3)</b>; осуществлять личностный выбор при работе в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести ответственность за него перед собой, коллегами и обществом Шифр <b>У2 (УК-3)</b>.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа основных мировоззренческих методологических проблем, в том числе в междисциплинарного характера, возникающих при работе по</p>

		<p>решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах Шифр <b>В1 (УК-3)</b>;  технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно - образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Шифр <b>В2 (УК-3)</b>;  технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских или международных исследовательских коллективах по решению научных и научно - образовательных задач Шифр <b>В3 (УК-3)</b>;  различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских или международных исследовательских коллективах по решению научных и научно - образовательных задач Шифр <b>В4 (УК-3)</b>;</p>
УК-4	<p>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p><b>знать:</b>  методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках Шифр <b>З1 (УК-4)</b>;  Стилистические особенности представления результатов в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Шифр <b>З2 (УК-4)</b>.</p> <p><b>уметь:</b>  следовать основным нормам, принятым в научном общении, на государственном и иностранном языках Шифр <b>У1 (УК-4)</b>.</p> <p><b>владеть:</b>  навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Шифр <b>В1 (УК-4)</b>;  навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках Шифр <b>В2 (УК-4)</b>;  различными методами, технологиями и</p>

		типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках Шифр <b>В3 (УК-4)</b> .
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><b>знать:</b> содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда Шифр <b>З1 (УК-5)</b>.</p> <p><b>уметь:</b> формулировать цели профессионального и личностного развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, особенностей индивидуально-личностных особенностей Шифр <b>У1 (УК-5)</b>; осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях. Оценивать последствия принятого решения и нести ответственность за него перед собой и обществом Шифр <b>У2 (УК-5)</b>.</p> <p><b>владеть:</b> приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценке результатов деятельности по решению профессиональных задач Шифр <b>В1 (УК-5)</b>; способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития Шифр <b>В2 (УК-5)</b>.</p>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно - исследовательскую деятельность в профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-	<p><b>Знать:</b> основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности и основные способы (методы, алгоритмы) их решения Шифр <b>З1(ОПК-1)</b>.</p>

	<p>коммуникационных технологий</p>	<p><b>уметь:</b>  находить (выбирать) эффективные решения (методы) основных типов задач (проблем), встречающихся в избранной сфере научной деятельности Шифр <b>У1(ОПК-1);</b>  обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики Шифр <b>У2(ОПК-1);</b>  анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований Шифр <b>У3(ОПК-1);</b>  собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа Шифр <b>У4(ОПК-1);</b>  выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование. Оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной проблематикой, соблюдение научной этики и авторского права Шифр <b>У5(ОПК-1).</b></p> <p><b>владеть:</b>  современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии Шифр <b>В1(ОПК-1);</b>  навыками публикации результатов научных исследований. В том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях Шифр <b>В2(ОПК-1).</b></p>
<p>ОПК-2</p>	<p>Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</p>	<p><b>знать:</b>  нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание образовательного процесса Шифр <b>З1(ОПК-2).</b></p>

		<p><b>уметь:</b>  доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук Шифр <b>У1(ОПК-2)</b>;  осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания и оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук Шифр <b>У2(ОПК-2)</b>.</p> <p><b>владеть:</b>  технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования Шифр <b>В1(ОПК-2)</b>;  методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки) Шифр <b>В2(ОПК-2)</b>.</p>
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК1	Способность к самостоятельному проведению научно - исследовательской работы и получению научных результатов. удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание кандидата наук по направленности (профилю)	<p><b>знать:</b>  современное состояние науки в области (биофизики, молекулярной биологии, биохимии) Шифр <b>З1(ПК-1)</b>;  порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий Шифр <b>З2(ПК-1)</b>;  Методы исследования и проведения экспериментальных работ Шифр <b>З3(ПК-1)</b>.</p> <p><b>уметь:</b>  самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку Шифр <b>У1(ПК-1)</b>;  представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес- сообществу Шифр <b>У2(ПК-1)</b>.</p> <p><b>владеть:</b>  методами планирования, подготовки и проведения НИР, анализа полученных</p>

		данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю): Биофизика, молекулярная биология, биохимия Шифр <b>V1(ПК-1)</b> ; методами и приемами экспериментальных исследований (Биофизика, молекулярная биология, биохимия) Шифр <b>V2(ПК-1)</b> .
ПК-2	Обладание представлениями о фундаментальных основах биологических процессов, форм и методов научного познания	<p><b>знать:</b> теоретические методы научного познания Шифр <b>З1(ПК-2)</b>; формы научного познания: проблемы, гипотезы, теории Шифр <b>З2(ПК-2)</b>; методы поиска необходимой информации Шифр <b>З3(ПК-2)</b>.</p> <p><b>уметь:</b> использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации Шифр <b>У1(ПК-2)</b>; анализировать и систематизировать полученную информацию Шифр <b>У2(ПК-2)</b>.</p> <p><b>владеть:</b> методами работы с основными базами данных биологической информации Шифр <b>V1(ПК-2)</b>.</p>
ПК-3	Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций	<p><b>знать:</b> теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии Шифр <b>З1(ПК-3)</b>; базовые принципы и основные приемы биофизики, молекулярной биологии, биохимии Шифр <b>З2(ПК-3)</b>.</p> <p><b>уметь:</b> проводить обработку результатов исследований Шифр <b>У1(ПК-3)</b>.</p> <p><b>владеть:</b> навыками использования электронных библиотек, интернет-ресурсов. Шифр <b>V1(ПК-3)</b>.</p>
ПК-4	Обладание опытом профессио-	<b>знать:</b>



	<p>нального участия в научных дискуссиях, уметь представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научно печати)</p>	<p>нормативные требования к оформлению результатов научной работы, заявок на оформление научных проектов Шифр <b>31(ПК-4)</b>;  требования к содержанию и правила оформления рукописей и публикаций в рецензируемых научных изданиях Шифр <b>32(ПК-4)</b>;  <b>уметь:</b>  представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях Шифр <b>У1(ПК-4)</b>;  готовить заявки на финансирование НИР в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии Шифр <b>У2(ПК-4)</b>.  <b>владеть:</b>  навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций Шифр <b>В1(ПК-4)</b>;  Навыками составления и подачи научных проектов на финансирование НИР в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии Шифр <b>В2(ПК-4)</b>.</p>
ПК-5	<p>Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и ВУЗе</p>	<p><b>знать:</b>  современное состояние науки в области биологических наук Шифр <b>31(ПК-5)</b>;  способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей Шифр <b>32(ПК-5)</b>;  <b>уметь:</b>  преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины Шифр <b>У1(ПК-5)</b>;  разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых предметов, курсов, дисциплин Шифр <b>У2(ПК-5)</b>;  <b>владеть:</b>  умениями разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых предметов, курсов, дисциплин Шифр <b>В1(ПК-5)</b>;</p>

		методами и технологиями межличностной коммуникации Шифр <b>В2(ПК-5)</b> ;
--	--	---

Знания, умение, навыки и профессиональные компетенции выпускника, освоившего программу аспирантуры, определяемые направленностями (профилями) программы аспирантуры в рамках направления подготовки 06.06. 01 – «Биологические науки», приводятся в рабочих программах дисциплин.

## 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОГРАММЕ АСПИРАНТУРЫ

### 4.1. Общая характеристика образовательной деятельности

Образовательная деятельность программы аспирантуры предусматривает:

- проведение учебных занятий по дисциплинам в форме лекций и практических занятий в соответствии с выбранным профилем обучения, а также самостоятельной работы аспиранта, консультаций;
- проведение практик (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, педагогическая практика);
- проведение научных исследований, в рамках которых обучающиеся выполняют самостоятельные исследования по утвержденной теме диссертационной работы в соответствии с направленностью (профилем) программы аспирантуры;
- проведение контроля качества освоения программы аспирантуры посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации обучающихся.

### 4.2. Структура образовательной программы

Структура образовательной программы аспирантуры включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую ФНКЦ ФХМ (вариативную).

Программа аспирантуры состоит из следующих блоков:

Блок 1. «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

Блок 2. «Практики», который в полном объеме относится к вариативной части программы. В Блок 2 «Практики» входит педагогическая практика и научно-исследовательская практика. Педагогическая практика проводится на кафедрах ВУЗА, с которым заключен договор. Она включает в себя проведение лабораторных занятий (практикумов) с аспирантами, научными сотрудниками и студентами, в которых аспиранты выступают в качестве преподавателей экспериментальных методов научных исследований и лекций и семинаров.

Блок 3. «Научные исследования», который в полном объеме относится к вариативной части программы (информация, представленная в Блоке 3, относится к «Научным исследованиям» согласно приказу Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 апреля 2015 года № 464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» (зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 29 мая 2015 года, регистрационный № 37451). Изменения в стандарт. В Блок 3 «Научные исследования» входят научно-исследовательская деятельность и подготовка научно - квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук в области молекулярной биологии. Выполненная научно-исследовательская работа должна соответствовать критериям, установленным для научно квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

После выбора обучающимся направленности программы и темы научно - квалификационной работы (диссертации) набор соответствующих дисциплин (модулей) становится обязательным для освоения.

Блок 4. «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

**Таблица. Структура программы аспирантуры (очная форма)**

I. Общая структура программы		Единица измерений	Значение сведений
Блок 1	Дисциплины (модули) всего	з.е.	30
	Базовая часть:	з.е.	9
	Иностранный язык	з.е.	4
	История и философия науки	з.е.	5
	Дисциплина/ дисциплины (модуль/модули), в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатского минимума	з.е.	18
	Дисциплина/ дисциплины (модуль/модули), в том числе направленные на подготовку к преподавательской деятельности	з.е.	3
Блок 2	Практики	з.е.	6
	Вариативная часть	з.е.	6
Блок 3	Научные исследования	з.е.	195
	Вариативная часть	з.е.	195
Блок 4	Государственная итоговая аттестация	з.е.	9
	Базовая часть	з.е.	9
Объем программы в зачетных единицах		з.е.	
II. Распределение учебной нагрузки по годам			
Объем программы обучения в I год		з.е.	60
Объем программы обучения во II год		з.е.	60
Объем программы обучения в III год		з.е.	60
Объем программы обучения в IV год		з.е.	60
Объем программы обучения		з.е.	240
III. Структура образовательной программы с учетом электронного обучения			
Суммарная трудоемкость программы (дисциплин, модулей), реализуемых исключительно с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий		з.е.	0
Доля образовательных программ, реализуемых исключительно с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий		%	0

Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)», в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, являются обязательными для освоения обучающимся независимо от направленности программы аспирантуры, которую он осваивает.

Набор дисциплин (модулей) вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФНКЦ ФХМ определяет самостоятельно в соответствии с направленностью программы аспирантуры в объеме, установленном ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологи-

ческие науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденному приказом Минобрнауки РФ № 871 от 30 июля 2014 г.

Программа аспирантуры разрабатывается в части дисциплин (модулей), направленных на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов в соответствии с примерными программами, утверждаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

В Блок 2 «Практики» входит практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности и педагогическая практика. Педагогическая практика является обязательной. Способ проведения практики - стационарная в структурных подразделениях Центра.

В Блок 3 «Научные исследования» входят научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук. Выполненные научные исследования должны соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилям): 03.01.02 – Биофизика, 03.01.03 – Молекулярная биология, 03.01.04 – Биохимия.

После выбора обучающимся направленности программы и темы научно - квалификационной работы (диссертации) набор соответствующих дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

По результатам представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) организация дает заключение, в соответствии с пунктом 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5074; 2014, № 32, ст. 4496).

#### **4.2.1. Блок 1. Дисциплины (модули).**

##### **4.2.1.1. Аннотации учебных программ дисциплин базовой части программы**

К дисциплинам базовой части относятся:

- Иностранный язык;
- История и философия науки;

Дисциплины базовой части изучаются на первом курсе. По дисциплинам «Иностранный язык» и «История и философия науки» предусмотрены подготовка и сдача кандидатских экзаменов.

##### **Дисциплина «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК (АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК)»**

Обязательная учебная дисциплина базовой части Блока 1.

Объём курса — 4 зачетные единицы (144 академических часа): 126 академических часов аудиторных занятий; 18 академических часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче кандидатского минимума по иностранному языку.

**Цель дисциплины:** достижение практического владения иностранным языком, позволяющего использовать его в научной работе; подготовка к сдаче кандидатского минимума по иностранному языку.

**Задачи дисциплины:** практическое владение иностранным языком в рамках данного курса предполагает формирование и развитие таких навыков и умений в различных видах речевой коммуникации, которые дают возможность:

- свободно читать оригинальную научную литературу на иностранном языке;
- оформлять извлеченную из иностранных источников информацию в виде перевода или резюме;
- делать сообщения и доклады на иностранном языке на темы, связанные с научной работой аспиранта;
- вести беседу по специальности на иностранном языке.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Универсальные компетенции**

УК-2, УК-3, УК-4

#### **Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

**Знать:** 32(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 32(ОПК- 1)

**Уметь:** У1(УК-2), У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1)

**Владеть:** В1(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В2(ОПК-1)

### **Дисциплина «ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ»**

Обязательная учебная дисциплина базовой части Блока 1.

Объём курса - 5 зачетных единиц (180 академических часов): 52 академических часа лекций; 128 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче кандидатского минимума по истории и философии науки;

**Целью дисциплины** аспиранта является становление его как профессионального ученого, формирование у будущего профессионала основных культурных и этико-правовых компетенций, основ научного мировоззрения и моральных принципов своего призвания.

**Задачи дисциплины** состоят в изучении:

- социальных функций науки как сферы своего призвания;
- проблем добросовестности в научных исследованиях;
- природы и путей эволюции научного познания;
- основных философских концепций науки;
- структуры и динамики научного познания;
- основные философско-методологические проблем биологии;

- проблем человек как предмета научного исследования;
- основ экологической этики и биоэтики; принципов и правил проведения научных исследований на человеке, животных и биоматериалов;
- роли науки в преодолении современных глобальных кризисов

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-5

#### **Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 32(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 31(ОПК-2), 32(ОПК-2)

**Уметь:** У1(УК-1), У1(УК-2), У1(УК-3), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2)

**Владеть:** В2(УК-1), В1(УК-2), В1(УК-3), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-2).

#### **4.2.1.2. Аннотации учебных программ обязательных дисциплин вариативной части программы**

##### **Дисциплина «ПЕДАГОГИКА»**

Объём курса — 3 зачетные единицы (108 академических часа): 30 академических часов лекций; 24 академических часов практических занятий; 52 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов; 2 часа на контроль знаний

**Цель дисциплины:** предоставить аспирантам знания о теоретических основах педагогической теории и педагогического мастерства, управлении учебно-воспитательным процессом для преподавания в высшей школе, дать представление об основных категориях педагогики, о месте, роли и значении педагогики высшей школы в системе наук о человеке и в практической деятельности педагога, сформировать понимание о базовых принципах современной педагогики и методических подходах к решению педагогических задач высшей школы.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать представление об истории и современном состоянии высшего образования в России, ведущих тенденциях его развития;
- дать представление о логике образовательно-воспитательного процесса в вузе;
- определить научные основы, цели, содержание образования и воспитания студенческой молодежи;
- способствовать формированию методологической культуры педагогов;

- сформировать установку на постоянный поиск приложений философских, социально-экономических, психологических и других знаний к решению проблем обучения и воспитания в вузе;
- способствовать глубокому освоению норм профессиональной этики педагога, пониманию его ответственности перед студентами, стремлению к установлению с ними отношений партнерства, сотрудничества и сотворчества;
- углубить представления об особенностях профессионального труда преподавателя высшей школы;
- разработать рекомендации, направленные на совершенствование образовательно - воспитательного процесса в вузе.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Универсальные компетенции**

УК-1, УК-3, УК-5

#### **Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-2

#### **Профессиональные компетенции**

ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

**Знать:** 31(УК1), 31(УК3), 31(УК5), 31(ОПК-2), 32(ОПК-2), 31(ПК-2), 32(ПК-2), 33(ПК2), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 32 (ПК-4), 32(ПК-5)

**Уметь:** У1(УК1), У2(УК1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-5), У2(ПК-5), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1 (ПК-4)

**Владеть:** В1(УК-1), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-5), В2(ПК-5), В1 (ПК4)

### **Дисциплина «БИОФИЗИКА» (профиль – 03.01.02)**

Объём курса - 9 зачетных единиц (324 академических часов): 202 академических часов аудиторных занятий; 142 академических часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче кандидатского минимума по «Биофизике»

**Цель дисциплины:** ознакомление аспирантов с теоретическими основами и практическими методами современной биофизики: формировании знаний о физических основах строения и функционирования биологически значимых молекул, клеток, тканей, органов и систем, получение знаний о физических характеристиках, имеющих диагностическое значение при обследовании состояния организма, анализ свойств биологических объектов на основе данных физических методов исследования, количественного описания биологических процессов.

**Задачи дисциплины:**



- изучение биологических систем различных уровней организации, процессов их жизнедеятельности и эволюции;
- изучение кинетика и термодинамики биологических процессов;
- изучение особенностей пространственной организации белков и нуклеиновых кислот, конформации основных биологически значимых макромолекул;
- освоение методов исследования структуры основных биологически значимых макромолекул;
- биофизические механизмы генерации мембранных потенциалов.

### **Дисциплина «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ» (профиль – 03.01.03)**

Объём курса - 9 зачетных единиц (324 академических часов): 202 академических часов аудиторных занятий; 142 академических часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче кандидатского минимума по «Молекулярной биологии»

**Цель дисциплины:** ознакомление аспирантов с теоретическими основами и практическими методами современной молекулярной биологии: дать представление о свойствах, характеризующих живую материю; о структурной и функциональной организации важнейших соединений, входящих в состав живых организмов; об основных путях клеточного метаболизма; о принципах, лежащих в основе регуляции метаболических процессов, обеспечивающих функционирование живых систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение структурной организации и функциональных особенностей высокомолекулярных соединений живой клетки (белков, липидов, углеводов, нуклеиновых кислот) и их классификации;
- изучение строения и свойств высокоспециализированных белков-ферментов, являющихся катализаторами и регуляторами метаболических процессов;
- изучение путей синтеза и распада важнейших энергетических субстратов (белков, липидов, углеводов), окисления их мономеров;
- изучение строения и функции клеточных мембран;
- умение поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций;
- овладеть навыками биохимических методов анализа живых систем.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

#### **Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

#### **Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31 (УК-1), 31 (УК-2), 32(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ОПК-2), 32(ОПК-2), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 31(ПК2), 32(ПК-2), 33(ПК-2), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 31(ПК-5), 32(ПК-5).

**Уметь:** У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У2(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-4), У2(ПК-4), У1(ПК-5), У2(ПК-5).

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В1(УК-2), В2(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-1), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В1(ПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В1(ПК-5), В2(ПК-5).

### **Дисциплина «БИОХИМИЯ» (профиль – 03.01.04)**

Объём курса - 10 зачетных единиц (324 академических часов): 202 академических часов аудиторных занятий; 142 академических часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче кандидатского минимума по «Биохимии»

**Цель дисциплины:** подготовка биологов-исследователей и научно-педагогических кадров для работы в научно-исследовательских учреждениях и преподавания в медицинских и биологических ВУЗах, формирование у аспирантов теоретических знаний, практических навыков по основным направлениям современной биохимии для применения в фундаментальной и проблемно-ориентированной биологии и медицине и умения самостоятельно формулировать и решать научные задачи, а также проблемы образования в сфере биологии, медицины и здравоохранения

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных принципов биохимии в контексте современных тенденций в биологии и медицине;
- изучение биохимических основ развития патологических процессов социально - значимых заболеваний;
- понятие о молекулярных биомаркерах и использование биохимических подходов для прогноза развития и течения заболеваний, диагностики заболеваний и предсказания ответа заболеваний на терапию.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

#### **Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

#### **Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 32(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ОПК-2), 32(ОПК-2), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 31(ПК-2), 32(ПК-2), 33(ПК-2), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 31(ПК-5), 32(ПК-5).

**Уметь:** У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У2(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-4), У2(ПК-4), У1(ПК-5), У2(ПК-5).

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В1(УК-2), В2(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-1),

V1(ОПК-2), V2(ОПК-2), V1(ПК-1), V2(ПК-1), V1(ПК-2), V1(ПК-3), V1(ПК-4), V2(ПК-4), V1(ПК-5), V2(ПК-5).

#### **4.2.1.3. Аннотации учебных программ дисциплин по выбору вариативной части программы**

##### **Дисциплина «ОСНОВЫ ПРОТЕОМИКИ И МЕТАБОЛОМИКИ»**

Объём курса - 3 зачетных единиц (108 академических часов): 30 академических часов лекций; 78 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче дифференцированного зачета.

**Цель дисциплины:** изучение основ системного подхода к анализу живых организмов и интегральное изучение поведения и функций белков в живой клетке.

**Задачи дисциплины:**

- освоение аспирантами основных средств для инвентаризации белков и метаболитов в живой клетке;
- применение методов протеомики и метаболомики для получения новых знаний в области живых систем;
- развитие у аспирантов системного подхода к анализу биологической информации.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

**Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

**Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

**Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 31(УК-3), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 31(ОПК-2), 32(ОПК-1), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 33(ПК-2), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 31(ПК-5)

**Уметь:** У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У1(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3)

**Владеть:** V1(УК-1), V2(УК-1), V1(УК-2), V2(УК-2), V1(УК-3), V4(УК-3), V2(УК-4), V1(УК-5), V2(УК-5), V1(ОПК-1), V1(ПК-1), V2(ПК-1), V1(ПК-2), V1(ПК-3).

##### **Дисциплина «КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ»**

Объём курса - 3 зачетных единиц (108 академических часов): 30 академических часов лекций; 78 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче дифференцированного зачета;

**Цель дисциплины:** изучение основ современных клеточных технологий, используемых в биомедицинских исследованиях и в медицинской практике.

**Задачи дисциплины:**

- изучение основ биологии эукариотической клетки;
- развитие у аспирантов понимания фундаментальных биологических процессов, реализуемых в клеточных технологиях;
- оказание консультаций и помощи аспирантам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области клеточной биологии.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

**Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

**Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

**Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-2), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 31(ПК-5), 32(ПК-5)

**Уметь:** У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-5), У2(ПК-5)

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В2(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-1), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В2(ПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В1(ПК-5), В2(ПК-5).

**Дисциплина «НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ»**

Объём курса - 3 зачетных единиц (108 академических часов): 30 академических часов лекций; 78 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче дифференцированного зачета;

**Цель дисциплины:** приобретение теоретических и практических знаний по нанотехнологическим методам исследования биополимеров, в контексте современных методов исследования отдельных биомолекул и их комплексов, навыков практического применения данных методов в молекулярной медицине.

**Задачи дисциплины:**

- освоение аспирантами базовых знаний в области молекулярной биофизики;
- освоение структуры и функций молекул биополимеров;
- освоение современных методов бионанотехнологии;
- использования нанотехнологических методов исследования биополимеров в медицине.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

**Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

**Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

**Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-2), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 31(ПК-5), 32(ПК-5)

**Уметь:** У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-5), У2(ПК-5)

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В2(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-1), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В2(ПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В1(ПК-5), В2(ПК-5).

### **Дисциплина «ОСНОВЫ БИОИНЖЕНЕРИИ»**

Объём курса - 3 зачетных единиц (108 академических часов): 30 академических часов лекций; 78 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче дифференцированного зачета;

**Цель дисциплины:** обучение аспирантов основным понятиям биоинженерии.

**Задачи дисциплины:**

- освоение аспирантами базовых знаний в области молекулярной биологии клетки, структуры и функций молекул РНК и ДНК, белка,
- современных методов генетической, белковой и метаболической инженерии;
- использование биоинженерии в биомедицине.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

**Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

**Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

**Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** З1(УК-1), З1(УК-2), З1(УК-3), З1(УК-4), З2(УК-4), З1(УК-5), З1(ОПК-1), З2(ОПК-1), З1(ПК-1), З2(ПК-1), З3(ПК-2), З2(ПК-3), З1(ПК-4), З2(ПК-4), З1(ПК-5), З2(ПК-5)

**Уметь:** У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-5), У2(ПК-5)

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В2(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-1), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В2(ПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В1(ПК-5), В2(ПК-5).

### **Дисциплина «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В МЕДИКО – БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»**

Объём курса - 3 зачетных единиц (108 академических часов): 28 академических часов лекций; 80 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к сдаче дифференцированного зачета;

**Целью дисциплины** является формирование у аспирантов наиболее важных представлений о математических основах современных методов статистики, используемых для анализа данных в биологии и медицине (включая анализ омикс-данных), основных задачах, в которых возникает потребность в этих методах, и о практике и ограничениях их применимости.

**Задачи дисциплины** состоят в:

- формировании у аспирантов базовых знаний о статистических методах анализа биологических и медицинских данных, их областей применимости и ограничениях, привитие культуры применения статистических методов;
- практическом освоении аспирантами формулировки статистических гипотез, поиска зависимостей в данных и оценка их значимости;
- формировании у аспирантов навыков подготовки биомедицинских данных для анализа, выбора методов анализа адекватных данным и формулируемой задаче, применение информационных технологий для анализа биомедицинских данных и представления его результатов.

В рамках данной дисциплины развиваются и углубляются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

**Универсальные компетенции**

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

**Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-1, ОПК-2

**Профессиональные компетенции**

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 31(УК-3), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ОПК-2), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-2), 32(ПК-3);

**Уметь:** У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-2), У1(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-5), У2(ПК-5);

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В1(УК-2), В2(УК-2), В1(УК-3), В4(УК-3), В2(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК-2), В2(ПК-1), В1(ПК-5).

#### 4.2.2. Блок 2 «Практики». Аннотация учебных программ.

##### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Научно-исследовательская практика является обязательной составляющей блока 2 «Практики» и относится к вариативной части образовательной программы. На научно-исследовательскую практику отведено 3 зачетных единиц или 108 академических часов, которые отведены для изучения методических материалов, публикаций, технологий проведения научных исследований и прочих материалов, обеспечивающих проведение комплексных научных исследований, подготовка отчета о прохождении практики.

**Цели прохождения** научно-исследовательской практики:

- систематизация, закрепление и расширение полученных профессиональных теоретических знаний по дисциплинам направления подготовки 06.06.01 Биологические науки;
- формирование и развитие профессиональных умений и навыков в подготовке, организации и проведении научных экспериментов в области профиля; овладение необходимыми профессиональными компетенциями по направленности (профилю) подготовки;
- сбор фактического материала для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

**Задачи** научно-исследовательской практики:

- сбор, систематизация и обобщение практического материала для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;

приобретение навыков работы с библиографическими справочниками, составления научно-библиографических списков, использования библиографического описания в научных работах;

- работа с электронными базами данных отечественных и зарубежных библиотечных фондов;

- подготовка научно-технических отчетов в соответствии с требованиями нормативных документов, составление обзоров и подготовка публикаций по результатам проведенных исследований;

- подготовка материалов, необходимых для представления результатов проведенного исследования в виде законченных научно-исследовательских разработок: тезисов, докладов на конференции, научных статей, разделов научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;

- анализ полученных в ходе практики компетенций для подготовки отчета по практике.

В рамках прохождения практики углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Общепрофессиональные**

ОПК-1;

#### **Профессиональные**

ПК-1; ПК-2; ПК-4;

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны

**Знать:** 31(ОПК- 1), 32(ОПК- 1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 31(ПК-2), 32(ПК-2), 33(ПК-2), 31(ПК-4), 32(ПК-4)

**Уметь:** У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1 (ПК-1), У2 (ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1 (ПК-4), У2 (ПК-4)

**Владеть:** В1(ОПК-1), В1 (ПК-1), В1(ПК-2), В1(ПК-4), В2(ПК-4)

### **ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**

Педагогическая практика является обязательной составляющей блока 2 «Практики» и относится к вариативной части образовательной программы. На педагогическую отведено 3 зачетные единицы или 108 академических часов, которые отведены для изучения методических материалов, публикаций, технологий преподавательской деятельности и прочих материалов, обеспечивающих осуществление преподавательской деятельности, подготовка отчета о прохождении практики.

**Цель прохождения педагогической практики:**

- формирование профессиональных компетенций, обеспечивающих готовность аспирантов к преподавательской деятельности и методической работе в системе высшего образования;

**Задачи педагогической практики:**

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний по обязательным и специальным дисциплинам, полученных аспирантами в процессе обучения с целью приложения в педагогической деятельности;

- формирование целостного представления о педагогической деятельности;

- знакомство аспирантов с различными видами учебной деятельности, особенностями профессиональной деятельности;

- изучение основ учебно-методической работы в высших учебных заведениях;

- овладение навыками преобразования научного знания в учебный материал;
- владение методами и приемами составления задач, упражнений, тестов по различным темам, устного и письменного изложения предметного материала;
- разнообразными образовательными и информационными технологиями;
- выработка навыков самостоятельного проведения лекционных и семинарских занятий по курсу; привитие навыков педагогического мастерства, умения изложить материал в доступной и понятной форме;

В рамках прохождения практики углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

#### **Общепрофессиональные**

ОПК-2;

#### **Профессиональные**

ПК-5;

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**Знать:** З1(ОПК-2), З2(ОПК-2), З1(ПК-5), З2(ПК-5)

**Уметь:** У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-5), У2(ПК-5)

**Владеть:** В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-5), В2(ПК-5)

#### **4.2.3. Блок 3. Аннотация учебной программы «Научные исследования».**

«Научные исследования» являются обязательной составляющей Блока 3, относятся к вариативной части образовательной программы по направленности (профилю) и включают научно-исследовательскую деятельность и подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Трудоемкость «Научных исследований» по учебному плану подготовки аспирантов составляет 195 зачетных единиц, что соответствует 7020 академическим часам.

#### **Цели научных исследований:**

- становление как профессионального ученого;
- формирование профессиональных компетенций в области научной и исследовательской деятельности;
- формирование и совершенствование навыков самостоятельной научно - исследовательской деятельности;
- проведение оригинального научного исследования, презентацию и подготовку к публикации результатов научно-исследовательской деятельности, а также подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Выполненные научные исследования должны соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю).

#### **Задачи научных исследований:**

- формирование профессионального научного мировоззрения аспирантов, четкого представления об основных профессиональных задачах и способах их решения;
- расширение профессиональных знаний, умений и навыков, полученных аспирантами в процессе теоретического обучения;
- формирование способности к критическому анализу и оценке современных научных данных при решении фундаментальных научных и практических задач;



- формирование способности самостоятельно формулировать и решать поставленные задачи в процессе научно-исследовательской деятельности;
- формирование умений использовать современные технологии поиска научной информации, обработки и интерпретации полученных данных;
  - формирование готовности участвовать в работе научно-исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
  - развитие и совершенствование качеств личности, необходимых в научно-исследовательской деятельности;
  - формирование практических навыков и приобретение опыта проведения самостоятельных научных исследований;
  - овладение современными методами исследований;
  - овладение инструментальными средствами научного исследования;
  - подготовка выпускной научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

В рамках выполнения научных исследований углубляются и развиваются следующие компетенции (указан шифр согласно разделу 3.5.):

**Универсальные:** УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5

**Общепрофессиональные:** ОПК-1, ОПК-2

**Профессиональные:** ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**Знать:** 31(УК-1), 31(УК-2), 32(УК-2), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-1), 32(ОПК-1), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 31(ПК-2), 32(ПК-2), 33(ПК-2), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 32(ПК-5)

**Уметь:** У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-2), У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-1), У2(ОПК-1), У3(ОПК-1), У4(ОПК-1), У5(ОПК-1), У1(ПК-1), У2(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-4), У2(ПК-4), У2(ПК-5), У1(ОПК2)

**Владеть:** В1(УК-1), В2(УК-1), В1(УК-2), В2(УК-2), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-1), В2(ОПК1), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В1(ПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В2(ПК-5)

#### 4.2.4. Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»

В Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

По результатам представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) организация дает заключение, в соответствии с пунктом 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 40, ст. 5074; 2014, N 32, ст. 4496).

**Базовая часть.** В соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и ч. 3 «Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-

педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259)

Государственная итоговая аттестация аспиранта является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме.

К государственной итоговой аттестации допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по соответствующим образовательным программам, а также индивидуальный план аспиранта, что подтверждается итогами промежуточных аттестаций и подписью научного руководителя аспиранта.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями для оценки сформированных у выпускника аспирантуры универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, с целью определения соответствия результатов освоения обучающимися программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

При сдаче государственного экзамена аспирант должен показать способность самостоятельно осмысливать и решать актуальные задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные компетенции.

Форма Государственного экзамена устанавливается ФНКЦ ФХМ и может проходить в устной или письменной форме по утвержденным билетам (списку вопросов). Перечень вопросов для Государственного экзамена может быть связан как с образовательной программой в целом, так и с ее направленностью или с темой научно-исследовательской работы аспиранта.

Аспиранты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию в форме государственного экзамена, к защите выпускной научно-квалификационной работы не допускаются.

Выпускная научно-квалификационная работа представляет собой диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук, выполненную в соответствии с п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 с внесенными изменениями от от 21 апреля 2016 г. №335).

Защита выпускной научно-квалификационной работы является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации и представляет собой предварительную защиту подготовленной за время обучения в аспирантуре кандидатской диссертации. Основные научные результаты проведенного исследования должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах, входящих в утвержденный список ВАК. Уровень знаний и степень сформированных компетенций аспиранта оценивается по сто-балльной и пятибалльной системам на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итогом заседания государственной экзаменационной комиссии является заключение о научно-квалификационной работе и оценка, выставленная аспиранту решением государственной экзаменационной комиссии.

Лицам, успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, выдается диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель - исследователь».

Лицам, не прошедшим государственную итоговую аттестацию по уважительным причинам (по медицинским показаниям или в других исключительных документально подтвержденных случаях), предоставляется возможность пройти государственную итоговую аттестацию без отчисления из аспирантуры при условии представления медицинского заключения или других документов, подтверждающих обоснованность отсутствия аспиранта на государственной итоговой аттестации по уважительной причине.

Лицам, не прошедшим государственную итоговую аттестацию или получившим на государственной итоговой аттестации неудовлетворительные оценки, выдается справка об обучении в аспирантуре с указанием периода обучения.

### **4.3. Оценка качества освоения образовательной программы**

В соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и ч.3 «Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно- педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259) контроль качества освоения программы аспирантуры включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую (государственную итоговую) аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку степени освоения дисциплин (модулей) и прохождения практик, промежуточная аттестация обучающихся позволяет оценить промежуточные и окончательные результаты обучения по дисциплинам (модулям), прохождения практик, выполнение научно-исследовательской работы.

Формы, система оценивания, порядок проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок установления сроков прохождения соответствующих испытаний обучающимся, не прошедшим промежуточной аттестации по уважительным причинам или имеющим академическую задолженность, а также периодичность проведения промежуточной аттестации обучающихся устанавливаются локальными нормативными актами ФНКЦ ФХМ.

Итоговая (государственная итоговая) аттестация имеет целью определить степень формирования всех компетенций обучающихся.





4.4.3. Рабочий учебный план (профиль – 03.01.03)

Индекс	Наименование	Формы контроля				Всего часов																		Распределение по курсам и семестрам																		Часов в ЗЕТ																																						
		Экзам-ны	Зачеты	Зачеты с оценкой	Рефераты	По ЗЕТ								в том числе										ЗЕТ		Курс 1																		Курс 2																		Курс 3																		
						По плану	По факту	Контакт. раб. (по учеб. зан.)	СРС	Контр-оль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль		ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ	Лек	Лаб Кол Конс	Пр НИЗ С	СРС	Контр-оль	ЗЕТ																			
																																																														Семестр 1 [ед]		Семестр 2		Семестр 3		Семестр 4		Семестр 5		Семестр 6		Семестр 7		Семестр 8				
Итого		4	7	3		8640	8640	538	614	58	240	240	28	66	86	34	30	100	78	8	26	24	72	48	34	40	36	100	4	26	30	54	50	6	34	56	156	4	26	72	36	26	-																																					
Итого на подготовку аспиранта (без факультативов)		4	7	3		8640	8640	538	614	58			28	66	86	34	30	100	78	8	26	24	72	46	2	34	40	36	100	4	26	30	53	60	6	34	56	156	4	26	72	36	26	-																																				
Б1	Блок 1 «Дисциплины (модули)»					1080	1080	536	520	24	30	30	28	66	86	5	30	100	78	8	6	24	72	46	2	4	40	36	100	4	5	30	54	54	6	4	56	156	4	6			-																																					
Б1.Б	Базовая часть	2				324	324	176	142	6	9	9	28	66	86	5	18	64	56	6	4																								-																																			
Б1.Б.1	Иностранный язык	1				144	144	124	18	2	4	4		63	9	2		61	9	2	2																								36																																			
Б1.Б.2	История и философия науки	1				180	180	52	124	4	5	5	28	3	77	3	18	3	47	4	2																								36																																			
Б1.В	Вариативная часть	1	7	3		756	756	360	396		21	21					12	36	22	2	2	24	60	46	2	3	40	36	100	4	5	42	54	74	6	5	56	156	4	6					-																																			
Б1.В.Од	Обязательные дисциплины	1	5			432	432	276	144	12	12	12					12	36	22	2	2	24	60	46	2	3	40	36	100	2		42	54	74	6	5	56	156	4	6					-																																			
Б1.В.Од.1	Молекулярная биология	1	4			324	324	202	104	10	9	9					12	36	22	2	2	24	60	46	2	3	12	36	22	2	2	12	34	22	4	2								36																																				
Б1.В.Од.2	Педагогика	1	1			108	108	54	52	2	3	3																															36																																					
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору (3 из всех)				3	324	324	84	234	6	9	9																																	-																																			
Б1.В.ДВ.1	Основы биотехнологии				1	108	108	28	78	2	3	3																																																																				
Б1.В.ДВ.2	Основы протеомики и метаболомики				1	108	108	28	78	2	3	3																																	36																																			
Б1.В.ДВ.3	Клеточные технологии в медицине				1	108	108	28	78	2	3	3																																	36																																			
Б1.В.ДВ.4	Математическая статистика в медико-биологических исследованиях				1	108	108	28	78	2	3	3																																	36																																			
Итого по блокам 2 и 3			2			7236	7236				201	201					29					20																								17																																		
Индекс	Наименование					Всего часов								ЗЕТ		Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Часов в ЗЕТ																																					
Б2	Блок 2 «Практики»	2				216	216		216		6	6																																																																				
Б2.1	Научно-исследовательская практика	Вар	1			108	108		108		3	3																																					36																															
Б2.2	Педагогическая практика	Вар	1			108	108		108		3	3																																					36																															
Б3	Блок 3 «Научные исследования»					Всего часов								ЗЕТ		Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Часов в ЗЕТ																																					
Б3.1	Научные исследования	Вар				7020	7020		7020		195	195	19	1/3	1044		29	13	1/3	720		20	20	1 080		30	14	765		21	18	972		27	11	1/3	612		17	22	2/3	1 224		34	11	1/3	612		17	36																														
Б4	Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»					Всего часов								ЗЕТ		Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Часов в ЗЕТ																																					
Б4.Г	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	1				108	108		72		36	3	3																																																																			
Б4.Г.1	Государственный экзамен	1				108	108		72		36	3	3																																																																			
Б4.Д	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)					Всего часов								ЗЕТ		Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Часов в ЗЕТ																																					
Б4.Д.1	Научный доклад по подготовленной научно-квалификационной работе (диссертации)	Баз				216	216		216		6	6																																																																				
ФТД	Факультативы					Всего часов								ЗЕТ		Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Недель			Часов			ЗЕТ			Часов в ЗЕТ																																					









## **4.5. Программа кандидатского минимума.**

### **4.5.1. Профиль - 03.01.02. «Биофизика»**

В основу настоящей программы положены следующие разделы:

Теоретическая биофизика

Биофизика фотобиологических процессов

Молекулярная биофизика

Биофизика клеточных и мембранных процессов

Физико-химические механизмы патологии

#### **Введение**

Предмет и задачи биофизики, основные разделы биофизики. История развития биофизики. Методы биофизики. Взаимоотношения биофизики с другими биологическими дисциплинами. Биофизика и медицина.

#### **1. Теоретическая биофизика**

##### **1.1. Кинетика биологических процессов**

Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы.

Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций.

##### **1.2. Термодинамика биологических процессов**

Первый и второй законы термодинамики в биологии и медицине. Расчет энтропии и энергии Гиббса биологических процессов и биологически значимых молекул. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Термодинамическое описание механической деформации тканей.

Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.

Связь энтропии и информации в биологических системах.

#### **2. Биофизика фотобиологических процессов**

##### **2.1. Поглощение света в биологических системах**

Основные фотобиологические процессы. Стадии фотобиологических процессов. Фотобиологические явления, используемые в фотомедицине. Электронные переходы в биологически значимых молекулах при поглощении света и люминесценции. Пути расщепления энергии электронного возбуждения в биологически значимых молекулах.

Количественные закономерности поглощения света, закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения биологически значимых молекул. Особенности поглощения света в биологических системах: влияние неравномерного распределения молекул и светорассеяния, влияние ориентации молекул. Дифференциальная и производная спектрофотометрия многокомпонентных биологических объектов. Области применения спектрофотометрии в биологии и медицине. Метод импульсного фотолиза и кинетической спектрофотометрии в исследованиях быстрых фотопревращений зрительных пигментов.

Лазеры как инструмент медико-биологических исследований. Наносекундная и пикосекундная спектроскопия. Применение доплеровской спектроскопии в биологии и медицине.

## 2.2. Люминесценция в биологических системах

Зависимость потока и интенсивности фотолюминесценции от концентрации люминесцирующего вещества. Квантовый выход фотолюминесценции. Влияние экранирующих соединений на поток фотолюминесценции. Спектры фотолюминесценции и спектры ее возбуждения. Люминесцирующие биологически значимые молекулы. Особенности строения хромофора и люминесценции белков семейства зеленого флуоресцентного белка. Люминесцентные свойства и применение в биологии «квантовых точек» (полупроводниковых наночастиц).

Межмолекулярный перенос энергии электронного возбуждения в биологических системах. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения: схема процессов трансформации энергии, уравнение Штерна-Фольмера для тушения фотолюминесценции.

Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах. Миграция энергии в фотосинтетической единице. Механизмы миграции энергии электронного возбуждения в биологических системах: индуктивно-резонансная миграция энергии по синглетным уровням и обменно-резонансная миграция энергии по триплетным уровням.

Хемилюминесценция в биологических системах. Основные характеристики хемилюминесценции: поток излучения, квантовый выход, спектр излучения. Физические и химические активаторы хемилюминесценции.

Биолюминесценция и биохемилюминесценция. Биолюминесценция светляков: схема основных превращений люциферина и генерации возбужденного продукта, квантовый выход свечения и спектр излучения. Характеристики биолюминесценции бактерий.

Свободные радикалы и их свойства. Роль свободных радикалов в генерации биохемилюминесценции. Биохемилюминесценция при перекисном окислении липидов, ее количественные закономерности.

Биохемилюминесценция при активации фагоцитов. Реакции в активированных фагоцитах, приводящие к генерации активных форм кислорода, свободных радикалов и соединений, содержащих атом активного хлора. Активаторы хемилюминесценции фагоцитов. Спектры хемилюминесценции активированных фагоцитов.

Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.

## 2.3. Первичные и начальные стадии фотопревращений биологически значимых молекул

Основные характеристики фотопревращений биологически значимых молекул: квантовый выход, абсолютная константа скорости (поперечное сечение фотолиза), спектр действия.

Характеристики солнечного ультрафиолетового излучения за пределами атмосферы и на поверхности Земли. Спектр пропускания солнечного излучения кислородом и озоном атмосферы Земли. Изменение ультрафиолетового излучения на поверхности Земли в результате истощения озонового слоя Земли.

Фотопревращения молекул белков под действием УФ излучения. Кинетика фотоинактивации белков. Спектры действия фотоинактивации белков. Первичные фотопревращения аминокислотных остатков в белках при УФ облучении.

Фотопревращения молекул нуклеиновых под действием УФ излучения. Фотодимеризация пиримидиновых оснований, роль в этом процессе триплетных состояний. Фотореактивация фотохимических повреждений ДНК.

Фотопревращения ненасыщенных липидов под действием УФ излучения. Значение фотолиза антиоксидантов и фотопревращений гидропероксидов жирных кислот в свободные радикалы для развития фотопероксидации липидов в биомембранах.

#### 2.4. Механизм сенсibilизированных фотобиологических процессов

Типы фотосенсibilизированных процессов повреждения биологических объектов. Фотодинамическое действие. Механизмы фотосенсibilизированного окисления биологически значимых молекул: роль образования синглетного кислорода и реакций переноса электрона. Фотосенсibilизированные реакции, независимые от кислорода. Фотоповреждение молекул нуклеиновых кислот в присутствии псораленов. Реакции фотоприсоединения псораленов к пиримидиновым основаниям.

#### 2.5. Биофизические основы фотобиологических процессов, значимых для фотомедицины

Спектры действия фотобиологических процессов, задачи их определения. Виды спектров действия: при постоянной дозе облучения, при постоянной величине фотобиологического эффекта.

Биофизические основы зрения у позвоночных. Спектры действия скотопического и фотопического зрения, кривая видности. Спектры поглощения родопсина и иодопсинов, палочек и колбочек. Фотопревращения родопсина.

Эффекты облучения кожи ультрафиолетовым излучением. Биологическая эффективность излучений областей УФ-А (320-400 нм), УФ-В (280-320 нм) и УФ-С (длины волн менее 280 нм).

Эритема и рак кожи, индуцируемые избыточным УФ излучением. Спектры действия этих процессов и фотохимические основы их инициирования.

Фототерапия гипербилирубинемии у новорожденных. Фотоизомеризация и фотораспад билирубина.

Антирахитический эффект при облучении кожи ультрафиолетовым излучением, его спектр действия. Молекулярный механизм фотохимического образования превитамина D<sub>3</sub>.

Фототоксические и фотоаллергические эффекты видимого и ультрафиолетового света. Роль фотоизомеризации уроганиновой кислоты и образования тиминовых димеров в ДНК клеток кожи в супрессии Т-клеточного звена иммунитета.

Псораленовая фотохимиотерапия (ПУВА-терапия), вклад реакций фотоприсоединения псораленов к ДНК и фотодинамических реакций в терапевтический и побочные эффекты.

Фотодинамическая терапия опухолей (ФДТ). Фотосенсibilизаторы, применяемые в ФДТ. Спектры поглощения фотосенсibilизаторов и «фотодинамическое окно» в спектрах пропускания биологических тканей. Механизмы действия фотосенсibilизаторов.

Биофизические аспекты применения лазерного излучения в медицине: термические эффекты высокоинтенсивного импульсного излучения, генерация реактивных оксидантов, фотохимические превращения биологически значимых молекул при воздействии низкоинтенсивного излучения.

### 3. Молекулярная биофизика

#### 3.1. Конформация основных биологически значимых макромолекул

Пространственная структура биологически значимых макромолекул. Типы объемных взаимодействий в макромолекулах: водородные связи; силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биополимерах и надмолекулярных структурах. Расчет общей конформационной энергии биополимеров.

Пространственная структура молекул нуклеиновых кислот. Углы вращения остова нуклеиновой кислоты и стерические ограничения. Силы, стабилизирующие упорядоченные конформации. Типы спаривания оснований в кристаллах и растворе. Третичная структура нуклеиновых кислот. Структура хроматина.

Пространственная структура молекул белков. Вторичная структура, влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков. Третичная структура. Макромолекулярная организация глобулярных белков. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков.

Адсорбция биологически значимых молекул. Физические основы хроматографии средства. Методы удаления токсических молекул из организма посредством гемосорбции, плазмасорбции, энтеросорбции.

### 3.2. Динамическое поведение биологических макромолекул в растворах

Нековалентные взаимодействия биологически значимых макромолекул и малых молекул. Белки, связывающие ионы металлов и органические лиганды. Равновесное связывание лигандов. Типы связывания. Взаимодействие между центрами связывания.

Кооперативное связывание кислорода гемоглобином, кривая оксигенации. Уравнение Хилла. Сывороточный альбумин крови как переносчик жирных кислот и токсических метаболитов. Комплексы антиген-антитело.

Компьютерный расчет характеристик обратимого связывания лигандов молекулами белков; применение расчетных характеристик связывания для разработки потенциальных лекарственных субстанций.

Конформационное равновесие в полипептидах и белках: переход спираль–клубок. Конформационная стабильность и конформационные изменения. Процесс денатурации белков.

Клеточные механизмы контроля над укладкой полипептидной цепи во вновь синтезируемых белках. Участие белков теплового шока (шаперонов) в репарации структуры денатурированных белков.

Структурные переходы в нуклеиновых кислотах. Структура и стабильность одноцепочечных нуклеиновых кислот. Равновесие между одно - и двухцепочечными структурами. Температура плавления и стабильность. Плавление ДНК. Ренатурация комплементарных цепей. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания.

### 3.3. Липидные надмолекулярные системы

Физико-химические свойства липидов, участвующих в формировании биомембран и липопротеинов плазмы крови. Модельные бислойные липидные мембраны: липосомы и плоские бимолекулярные липидные мембраны.

Методы изучения физических свойств и состояния липидов в биомембранах: спектроскопия ЯМР, методы спиновых и флуоресцентных зондов, дифференциальная сканирующая микрокалориметрия, лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния.

Фазовые переходы в фосфолипидном бислое. Зависимость температуры фазового перехода от структуры жирных кислот и характеристических групп фосфолипидов, от содержания холестерина. Латеральная и трансмембранная диффузия молекул в липидных бислоях. Подвижность мембранных белков.

Комплексы белков с липидами. Липопротеины плазмы крови. Физическая структура частицы липопротеина; молекулы, образующие гидрофобное ядро и полярную оболочку. Роль липопротеинов плазмы крови в переносе липидов, развитии атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний.

3.4. Методы исследования структуры основных биологически значимых макромолекул  
Анализ вторичной структуры белка методом инфракрасной (ИК)-спектроскопии. Характеристические частоты колебания атомов пептидной группы белков. Анализ спектров поглощения белков в ИК диапазоне.

Физические основы оптической активности биологически значимых макромолекул: методы регистрации дисперсии оптической активности (ДОВ) и кругового дихроизма (КД). Оценка степени спиральности белков методами ДОВ и КД.

Рентгеноструктурный анализ глобулярных белков. Определение структурных факторов, вычисление электронной плотности. Создание пространственной модели белков. Анализ третичной структуры миоглобина, гемоглобина, лизоцима, рибонуклеазы, карбоксипептидазы.

Анализ структуры и функции полипептидов и белков с помощью метода флуоресцентных зондов. Основные типы флуоресцентных зондов. Параметры поглощения и флуоресценции зондов. Применение явления индуктивно-резонансного переноса энергии для оценки расстояний между парами зондов, связанных с макромолекулой. Методы определения вращательной и латеральной диффузии молекул.

Магниторезонансные методы исследования структуры и функции биомacroмолекул. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) высокого разрешения в исследованиях структуры полипептидов и белков. Параметры спектров ЯМР: интенсивность и полуширина полос, химический сдвиг. Отнесение сигналов в спектре ЯМР белка к определенным аминокислотным остаткам полипептидной цепи. Связь параметров спектра ЯМР с физическими характеристиками молекул. Спектры ЯМР нуклеиновых кислот.

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Параметры спектров ЭПР: интенсивность, полуширина полос. Сверхтонкое расщепление. Анизотропная ЭПР-спектроскопия металлсодержащих белков.

Метод спиновых меток и зондов в исследованиях биообъектов. Показатели свойств: время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности.

Магнитная резонансная томография (МРТ). Принцип измерений при МРТ и устройство томографа. Основные виды изображений и способы их регистрации.

#### 4. Биофизика клеточных и мембранных процессов

##### 4.1. Основные физические характеристики клетки

Физические методы изучения структуры и функций клетки. Электрические свойства клеток. Механические свойства клетки и цитоплазмы. Состояние воды и электролитов в клетке. Свободная и структурированная клеточная вода.

##### 4.2. Транспорт веществ через мембраны

Виды процессов переноса веществ через мембраны. Поток и плотность потока вещества. Закон диффузии, уравнение Фика, уравнение для диффузии веществ через мембраны. Основное уравнение электродиффузии (уравнение Нернста-Планка). Решение уравнения электродиффузии для мембран в приближении однородного поля. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Каца.

Проницаемость биологических и модельных мембран; методы ее исследования. Коэффициент проницаемости биомембран, его зависимость от растворимости вещества в липидах, коэффициент распределения. Электрическая емкость мембран и импеданс. Методы изучения импеданса. Зависимость импеданса от частоты переменного тока.

Транспорт веществ через мембраны путем облегченной диффузии. Поры в биомембранах, методы оценки эффективного размера пор. Динамические поры и механизм их формирования. Зависимость проницаемости биомембран для различных веществ от фазового состояния липидов.

Транспорт воды. Механизм функционирования водных каналов.

Активный транспорт веществ в живой клетке. Молекулярный механизм работы  $K^+$ ,  $Na^+$ - и  $Ca^{2+}$ -АТФаз. Опыты Усинга, касающийся измерения ионных потоков через многоклеточные системы. Связь транспорта воды с движением других веществ. Осмотическое сжатие и набухание клеток.

Хемиосмотическая теория окислительного фосфорилирования в митохондриях: основные постулаты Митчела и их экспериментальные доказательства.

#### 4.3. Биофизические механизмы генерации мембранных потенциалов

Распределение ионов между водной и липидной фазами; межфазный потенциал. Поверхностные заряды и поверхностный потенциал.

Мембранный потенциал живой клетки. Методы измерения биопотенциалов: микроэлектродная техника, характеристики микроэлектродов.

Равновесные потенциалы Нернста и Доннана. Стационарный потенциал: уравнение Гольдмана-Ходжкина-Каца для расчета значений потенциалов покоя и действия.

Роль активного транспорта ионов в генерации потенциалов покоя. Электрогенный насос. Потенциалы покоя клеток печени, почек, сердечной, скелетной и гладкой мышц, нервной ткани в норме и патологии.

Генерация клетками электрических импульсов. Биофизический механизм генерации потенциала действия. Метод фиксации напряжения на мембране. Изменения потоков ионов калия и натрия во времени при генерации потенциала действия. Селективность ионных каналов, регуляция работы ионных каналов. Воротные токи. Кабельные свойства нервных волокон. Скорость проведения нервного импульса; телеграфное уравнение. Особенности проведения нервного импульса в миелинизированных нервных волокнах.

Градуальные электрические импульсы клеток, их особенности и мембранные механизмы генерации.

#### 4.4. Биофизика рецепции химических соединений

Методы изучения холинорецепторов. Молекулярная организация и механизм действия холинорецептора. Кинетика взаимодействия веществ с холинорецепторами.

Физико-химическая модель взаимодействия ацетилхолина и его аналогов с рецептором.

Биофизические механизмы действия циклической АМФ, роль ионов кальция в действии цАМФ. Биофизические механизмы функционирования хеморецепторов.

#### 4.5. Биофизика межклеточных взаимодействий

Физико-химические характеристики клеточной поверхности, методы их изучения. Клеточные контакты: типы, электрические свойства, механическая прочность. Методы изучения адгезии клеток. Биофизические механизмы агрегационного взаимодействия эритроцитов, активированных тромбоцитов. Механизм нарушения межклеточных взаимодействий в патологии.

## 5. Физико-химические механизмы патологии

### 5.1. Роль повреждения различных структур клетки в патологии

Роль повреждения мембран в развитии клеточной патологии. Последствия для клетки повреждения плазматической мембраны, мембран митохондрий, лизосом, ядерной мембраны. Основные физико-химические причины нарушения барьерных свойств мембран: перекисное окисление липидов, ферментативное расщепление липидов и белков, изменение заряда и конформации белков, адсорбция белков, осмотическое растяжение мембран.

### 5.2. Фосфолипазное повреждение мембран

Распространение связанных с мембраной фосфолипаз. Фосфолипазы, входящие в состав экзотоксинов. Роль активации фосфолипаз в повреждении клеток при тканевой гипоксии. Трансформация физической структуры и проницаемости мембран в результате действия фосфолипаз. Роль ионов  $Ca^{2+}$ .

Фосфолипазы митохондрий. Роль активации фосфолипаз в повреждении митохондрий при тканевой гипоксии. Биофизические механизмы влияния фармакологических препаратов на активность фосфолипаз.

Клеточные механизмы восстановления структуры и функций мембран после действия фосфолипаз.

### 5.3. Перекисное окисление мембранных липидов

Перекисное окисление липидов как фундаментальный механизм мембранной патологии. Общая схема реакций цепного окисления органических соединений. Методы изучения перекисного окисления липидов: анализ потребления кислорода и накопления различных продуктов перекисного окисления, измерение хемилюминесценции и флуоресценции.

Реакции инициирования, продолжения, разветвления и обрыва цепей окисления ненасыщенных липидов. Перекисное окисление липидов под действием УФ облучения. Триггерная роль ионов  $Fe(II)$ . Основные дифференциальные уравнения, описывающие кинетику реакций перекисного окисления. Основные способы ее упрощения. Условие возникновения и активации перекисного окисления в клетке. Физико-химические механизмы действия перекисного окисления липидов на структуру и функции мембран: разрушение функциональных групп белков, модификация физических свойств липидного бислоя, увеличение проницаемости для ионов, снижение электрической прочности мембран.

Основные типы патологических процессов, связанные с перекисным окислением липидов: авитаминозы, недостаток селена в пище, интоксикации, действие ионизирующей радиации, действие УФлучей, воспаление, катаракта и другие глазные болезни, болезни иммунной системы, атеросклероз. Роль свободнорадикальных процессов в канцерогенезе.

Свободнорадикальные процессы и тканевая гипоксия. Проблема перекисного окисления при консервировании органов и тканей. Перекисное окисление и старение. Некроз и апоптоз: современные представления о механизмах.

### 5.4. Свободные радикалы



Основная классификация свободных радикалов: первичные, вторичные и третичные радикалы. Генерация свободных радикалов в цепях переноса электрона. Роль ионов железа в генерации свободных радикалов. Супероксидный и гидроксильный радикалы, методы их обнаружения. Синглетный кислород и его действие на клеточные структуры.

Механизмы дезактивации инициаторов перекисного окисления липидов: роль супероксиддисмутазы, каталазы, каротиноидов, глутатионпероксидазы.

#### 5.5. Антиоксиданты

Понятие об антиоксидантах. Классификация антиоксидантов. Антиоксидантные ферменты, и механизмы их работы. Перехватчики радикалов. Хелаторы металлов. Основные способы измерения антиоксидантной активности.

#### 5.6. Апоптоз

Определение. Основные представления о механизмах апоптоза. Современные гипотезы о механизмах апоптоза. Роль цитохрома c в апоптотических реакциях. Способы регуляции апоптотических реакций.

#### 5.7. Осмотическое нарушение структуры и функции клеток

Причины и следствия нарушения осмотического равновесия между клеткой и средой, между клеткой и клеточными органеллами, выключение клеточных "насосов", сдвиги в ионной проницаемости мембран.

Модификация молекулярной организации мембран при их осмотическом растяжении.

Механизмы восстановления осмотических нарушений в клетке. Действие фармакологических препаратов (диуретики, сердечные гликозиды, антибиотики) на осмотическое равновесие.

#### 5.8. Электрический пробой как механизм нарушения барьерной функции мембран в патологии

Явление электрического пробоя мембран. Методы изучения электрического пробоя. Электрический пробой искусственных (БЛМ, липосомы) и природных мембран (эритроциты, митохондрии) ионным диффузионным потенциалом.

Снижение электрической прочности мембран (потенциала пробоя) при перекисном окислении липидов, действии фосфолипаз, осмотическом растяжении мембран, адсорбции белков.

Гипотеза о роли электрического пробоя мембран в нарушении барьерной функции мембран в патологии.

#### 5.9. Нарушение структуры и функций мембран при адсорбции белков и изменении состояния липопротеидов

Изменение молекулярной организации мембран при действии мембранотоксинов, взаимодействии вирусов и антител с цитоплазматическими мембранами, антигенов с иммунокомпетентными клетками.

Нарушение функционирования мембран при изменении микровязкости и поверхностного заряда мембран. Механизм действия холестерина и его роль в развитии атеросклероза.

### Основная литература

- Альберс Б., Брей Д., Льюис Дж., и др. Молекулярная биология клетки. М., 1994 г., т. 1, 515 с.
- Антонов В.Ф.(редактор). Биофизика. Москва, 1996, 256 с
- Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М., 1977 г., 336 с.
- Владимиров Ю. А., Потапенко А. Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. Москва: Высшая Школа, 1989
- Волькенштейн М.В. Биофизика. М., 1981 г., 575 с.
- Геннис Р. Биомембраны. М, 1997
- Камкин А.Г., Каменский А.А. (ред.). Фундаментальная и клиническая физиология. Учебник для студентов медицинских ВУЗов и университетов. Москва, АСADEMIA, 2004, 1072 с.
- Кантор Ч., Шиммель П. Биофизическая химия. Москва: Мир, 1984. В 3 томах
- Конев С.В., Волоотовский И.Д. Фотобиология. Минск: 1979 г., 383 с.
- Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт. М., 1980 г., 341 с.
- Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. М., 1982 г., 302 с.
- Ладик Я. Квантовая биохимия для химиков и биологов. М., 1975 г., 256 с
- Паркер С. Фотолюминесценция растворов. М., Мир, 1972 г., 510 с.
- Ремизов А.Н.. Медицинская и биологическая физика. Москва: Высшая школа, 1996, 608 с.
- Рощупкин Д.И., Артюхов В.Г. Основы фотобиофизики. Воронеж: 1997, стр.77-82
- Рощупкин Д.И., Фесенко Е.Е., Новоселов В.И. Биофизика органов. Москва: Наука, 2000. 255 с.
- Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х кн. Учеб. для биол. спец. вузов. М., 1987 г.
- Рубин А.Б. Лекции по биофизике. Учеб. пособие. М., 1994 г., 160 с.
- Самойлов В.О.(редактор). Медицинская биофизика. Санкт-Петербург, 2004. 496 с.
- Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. Москва: Высшая школа, 1996. 335 с.
- Финеан Дж. Биологические ультраструктуры. М., 1970 г., 325 с.

### Дополнительная литература

- Антонов В.Ф. Липиды и ионная проницаемость мембран. М., 1982 г., 151 с.
- Аксенов С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов. Москва: Наука, 1990.
- Баренбойм Г.М., Маленков А.Г. Биологически активные вещества: новые принципы поиска. Москва: Наука, 1986.
- Биологические мембраны. Методы. Под ред. Дж. Финдел, У. Эванеса. М., 1990 г.
- Блюменфельд Л.А., Тихонов А.Н. Электронный парамагнитный резонанс. Соросовский образовательный журнал, 1997, № 9, 91-99
- Болдырев А.А. и др. Введение в мембранологию. М., 1990 г., 208 с.
- Бурштейн Э.А. Люминисценция белковых хромофоров (модельные исследования). В кн.: Итоги науки и техники. Биофизика. Москва: ВИНТИ, 1976, т.6. 213 с.

- Владимиров Ю.А., Азизова О.А., Деев А.И., Козлов А.В., Осипов А.Н., Рощупкин Д.И. Свободные радикалы в живых системах. В кн.: Итоги науки и техники. Биофизика. Москва: ВИНТИ, 1991, т.29. 249 с.
- Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. Москва: Наука, 1980. 320 с.
- Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов. Москва: Наука, 1989. 277 с.
- Ивков В.Г., Берестовский Г.Н. Липидный бислой биологических мембран. Москва, Наука, 1982. 224 с.
- Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д. Электромагнитные поля и излучения в природе, технике и жизни человека. М., 1992 г., 159 с.
- Кольс О.Р., Максимов Г.В., Раденович Ч.Н. Биофизика ритмического возбуждения. М., 1993 г., 302 с.
- Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. Москва: Мир, 1986. 496 с.
- Москва В.В. Водородная связь в органической химии. Соросовский образовательный журнал, 1999, № 2, 58-64
- Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Москва, Прогресс, 1986
- Рубин А.Б. Термодинамика биологических процессов. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1984 г., 285 с.
- Рубин А.Б., Пытьева Н.Ф., Ризниченко Г.Ю. Кинетика биологических процессов. М., 1977 г., 327 с.
- Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. Москва: Наука, 1989.
- Твердислов В.А., Тихонов А.Н., Яковенко Л.В. Физические механизмы функционирования клеточных мембран. Москва: МГУ, 1987.
- Черепанов В.И. Резонансные методы исследования вещества. Соросовский образовательный журнал, 1997, № 9, 86-90
- Черницкий Е.А., Слобожанина Е.И. Спектральный люминесцентный анализ в медицине. Минск: Наука и техника, 1989. 141 с.
- Шноль С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. Москва: Наука, 1979.
- Эдсолл Дж., Гатфренд Х. Биотермодинамика. Москва, 1986. 220 с.

#### 4.5.2. Профиль – 03.01.03 «Молекулярная биология»

В основу настоящей программы положены следующие разделы: структура и функции белков; структура и биосинтез нуклеиновых кислот; структура рибосом и биосинтез белка; геномика. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по биологическим наукам.

##### 1. Структура и функции белков

Биологические функции белков и пептидов. Физико-химические свойства аминокислот. Методы определения концентрации белка. Первичная структура как уровень организации белка. Химические и физические методы исследования структуры белков.

Определение аминокислотного состава белка. Методы определения первичной последовательности белка. Ферментативные методы фрагментации полипептидной цепи. Химические методы специфического расщепления пептидных связей. Разделение пептидов, получаемых при расщеплении белков. Определение N-концевых аминокислот и последовательностей. Локализация дисульфидных связей в белках. Пептидное картирование.

Типовые реакции химической модификации функциональных групп. Химическая модификация в изучении молекулярных комплексов и активных центров ферментов.

Масс-спектрометрия белков. Трипсинолиз. Пептидный фингепринт. Определение первичной структуры пептидов масс-спектрометрической деградацией.

##### Конформационные свойства полипептидных цепей.

Структурные особенности пептидной связи. Стерические ограничения и вторичная структура полипептидной цепи. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры.  $\alpha$ -спираль как важнейший элемент вторичной структуры. Роль боковых радикалов аминокислот в формировании  $\alpha$ -спиралей.  $\beta$ -структура: параллельное и антипараллельное расположение цепей при формировании слоев. Петли, их локализация на поверхности белков.  $\beta$ -шпилька как элемент структуры белков. Топологические диаграммы, их значение.

Третичная структура белка. Стабильность пространственной структуры. Гидрофобное ядро. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков и пептидов.

##### Основные классы структур доменов.

$\alpha$ -доменные структуры. Спирализация спиралей; формирование доменов из четырех  $\alpha$ -спиралей; глобиновая упаковка, сложные структуры, содержащие  $\alpha$ -спирали.

$\alpha/\beta$ -доменные структуры. Упаковка мотивов, включающих параллельные  $\beta$ -структуры. « $\alpha/\beta$ -бочки». Роль  $\alpha/\beta$ -мотивов в структуре ферментов: формирование гидрофобного ядра, формирование активных центров. Расположение  $\alpha$ -спиралей в открытых изогнутых  $\alpha/\beta$ -слоях. Возможность предсказания расположения активных центров ферментов в  $\alpha/\beta$ -структурах: тирозил-тРНК-синтетаза, карбоксипептидаза, арабинозо-связывающий белок. Ретинол-связывающий белок, как представитель суперсемейства. Структура нейраминидазы и  $G\beta$ . Мотив греческого ключа и структура кристаллинов. Белки с  $\beta$ -спиральными доменами.

##### Узнавание белками ДНК.

Прокариотические системы. Роль структурного мотива «спираль-поворот-спираль» как важнейшего элемента в специфическом узнавании ДНК-белок.  $\lambda$ -репрессор и  $\sigma$ -белок.

Аллостерический контроль связывания белков с ДНК. Репрессор триптофанового оперона, репрессор лактозного оперона, белок CAP: структура и взаимодействие с ДНК.

Узнавание ДНК эукариотическими факторами транскрипции. Структура ТАТА-бок-связывающего белка, его взаимодействие с ДНК, формирование гетеродимеров. Белок p53: структура и взаимодействие с ДНК.

Специфические транскрипционные факторы эукариот. Транскрипционные факторы, содержащие мотив цинковых пальцев 1-го класса: структура, специфичность взаимодействия с ДНК. Цинк-содержащие мотивы глюкокортикоидных рецепторов, димеризация рецепторов и связывание с ДНК. Ретиноид-Х-рецепторы. Рецепторы сироты.

Транскрипционные факторы с бинуклеарными цинковыми кластерами (GAL4): структура и специфическое узнавание ДНК. Димеризация транскрипционных факторов с участием «лейциновых молний» (структура и взаимодействие с ДНК GCN4, MyoD, Max).

### **Структура белков, принимающих участие в передаче сигнала в клетку.**

G-белки, их структура и функции ( $G\alpha$ ,  $G\beta$ ,  $G\gamma$ ). Ras-белок. Взаимодействие цитокинов и полипептидных гормонов с рецепторами. Тирозин-киназные рецепторы. SH2-и SH3-модули, их структура и роль. Структура Src-тирозинкиназы.

### **Структура факторов белкового синтеза.**

Факторы белкового синтеза, как GTP-связывающие белки (EF1, EF2, EF3 и др.) Функциональные перестройки. Структура РНК-узнающего мотива. Структура рибосомных белков.

### **Посттрансляционная модификация белков.**

Иодирование остатков тирозина. Образование остатков  $\gamma$ -карбоксихлутаминовой кислоты. Гидроксилирование белков. Ацетилирование и ADP-рибозилирование белков.

Фосфорилирование белков. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Сульфатирование тирозина.

Ограниченный протеолиз белков. Протеолитическая активация зимогенов. Протеолитический процессинг предшественников биологически активных пептидов. Сплайсинг белков (интеины).

Гликозилирование белков. Гликопротеиды и пептидогликаны. N-гликопротеины и O-гликопротеины.

Липопротеиды. Липопротеиды с С-концевым гликолипидом. Липопротеиды с N-концевой липидной группой. Пренилированные белки.

Избирательная деградация белков. АТФ-зависимый протеолиз. Убиквитин и его участие в модификации белков и в процессе деградации. Протеасомы.

### **Инженерия белков.**

Получение мутантных белков методами сайт-специфического мутагенеза. Получение сли-тых белков. Синтез белков de novo.

## **2. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот**

### **Структура ДНК.**

Эксперименты, доказывающие генетическую функцию ДНК. Гибкость двойной спирали ДНК. Физические параметры конформационных форм ДНК. Неканонические формы ДНК. Пары Хугстина. Триплексы. Влияние нуклеотидной последовательности на структуру ДНК. Сверхспирализация ДНК. Понятие о параметрах сверхспирализованной молекулы ДНК. Конформационные переходы в сверхспирализованной молекуле. Топоизомер-

разы и топоизомеры ДНК. Типы топоизомераз. Регуляция уровня активности топоизомераз в клетке.

### **Репликация ДНК.**

Точность воспроизведения ДНК. Полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность. Вилка репликации, события на отстающей нити. Ферменты в репликационной вилке. ДНК-полимераза III кишечной палочки. Понятие о процессивности полимераз. Роль димерной структуры в координации синтеза ДНК на комплементарных нитях. Особенности ДНК-полимераз эукариот. Регуляция инициации репликации у *E. coli*. Структура участка старта репликации (origin). Структурные переходы ДНК в районе старта репликации. Понятие о репликаторе. Роль метилирования в регуляции репликации. Терминация репликации у бактерий.

### **Особенности регуляции репликации плазмид.**

Репликоны у эукариот, их изменчивость. Понятие о стационарных «репликативных фабриках». Ori у дрожжей, их структурно-функциональная организация.

Молекулярные механизмы, связывающие клеточный цикл и репликацию ДНК. Циклины и протеинкиназы. Протоонкогены, участвующие в регуляции клеточного цикла. Расписание репликации участков хромосомы в клеточном цикле.

Локальная амплификация участков ДНК в развитии. Возможные механизмы локальной амплификации. Ампликон. Представление об эволюции генных семейств. Репликация по типу «катящегося кольца (фаговая ДНК).

Проблема репликации линейного незамкнутого фрагмента ДНК. Теломеры. Теломераза, особенности структурной организации (РНК-компонент). Теория старения в связи с динамикой структуры теломеры. Неканонические структуры в районе теломерных последовательностей. Особенности структурной организации ДНК в районе центромеры. Искусственная хромосома у эукариот.

Репликативное метилирование ДНК. Модификация 5-метилцитозина и мутации. Метилазы у эукариот. 5-азациитидин как ингибитор метилирования. Импринтинг генов и его биологические последствия. Доказательства роли метилирования в развитии позвоночных.

### **Репарация ДНК.**

Прямая репарация тиминовых димеров и метилированного гуанина. Гликозилазы. Урацилгликозилазы. Эксцизионная репарация, ферменты. Механизм преимущественной репарации транскрибируемых генов.

Болезни, обусловленные дефектами репарации. Механизм репарации неспаренных нуклеотидов. Роль метилирования. SOS-репарация. Представления об ошибках репликации, обусловленных скольжением нитей при репликации. Механизм образования коротких повторов. Микро- и минисателлиты. Короткие tandemные повторы. «Экспансия триплетных повторов» и динамические мутации.

### **Рекомбинация.**

Понятие об общей (гомологичной) и сайтспецифической рекомбинации. Различие молекулярных механизмов общей и сайтспецифической рекомбинации.

Модель рекомбинации, предполагающая двунитевой разрыв и репарацию разрыва. Роль рекомбинации в пострепликативной репарации. Структуры Холлидея в модели рекомбинации. Миграция ветви, гетеродуплексы, разрешение структур Холлидея (ферменты).

Генная конверсия, асимметричность генной конверсии. Продукты рекомбинационного акта, сопровождающегося обменом флангами. Постмейотическая сегрегация у дрожжей как доказательство гетеродуплекса при рекомбинации.

Энзимология рекомбинации у *E.coli*. RecBCD-комплекс. Белок RecA. Пресинаптический филамент, параметры его молекулярной структуры. Обмен нитями при синапсе. Особенности миграции ветви.

Двунитевые разрывы и генная конверсия. Локус спаривания у дрожжей, регуляция экспрессии. Размножение интронов и генная конверсия.

Сайт-специфическая рекомбинация. Типы хромосомных перестроек, осуществляемых при сайт-специфической рекомбинации. Молекулярный механизм действия «рекомбиназа». Роль сайт-специфической рекомбинации в экспрессии генов у фагов. Интеграция фага лямбда. Рекомбиназа Cse фага P1. XoxP-сайты. Сайт-специфическая рекомбинация двунитевой плазмиды дрожжей.

### **Рекомбинация у высших эукариот.**

Особенности рекомбинации при образовании генов иммуноглобулинов и рецепторов T-клеток. Сигналы рекомбинации. Молекулярные механизмы «программированных ошибок» при слиянии переменных и константных участков гена. Матричные и нематричные механизмы достройки сшиваемых фрагментов.

Подвижные элементы генома про- и эукариот. IS-последовательности, их структура. IS-последовательности как компонент F-фактора бактерий, определяющего способность передачи генетического материала при конъюгации.

Транспозоны бактерий (Tn3, Tn5, Tn9, Tn10). Механизмы транспозиции. Резольваза, функции резольвазы. Роль сверхспирализации при транспозиции. Регуляция транспозиции Tn10.

Транспозоны эукариот. Двухкомпонентная система транспозонов. Полный (активный) и дефектный транспозоны. Влияние транспозонов на активность генов у растений и пространственный рисунок экспрессии генов. Представление о горизонтальном переносе транспозонов.

Использование гомологичной и сайт-специфической рекомбинации в изучении генов эукариот. Метод «нокаута» генов.

### **Транскрипция у прокариот.**

Особенности структуры РНК-полимеразы.  $\sigma$ -фактор. Стадии транскрипционного цикла. Репликация и транскрипция. Сверхспирализация и транскрипция. Сигма 54. «Эукариотические элементы» в регуляции транскрипции. Терминация транскрипции. Полярные мутации.

Негативная и позитивная регуляция транскрипции. CAP-белок. Регуляция транскрипции в развитии фага  $\lambda$ . Принципы узнавания ДНК регуляторными белками. Атенуация транскрипции.

### **Транскрипция у эукариот.**

Промотор у эукариот. Базальная транскрипция. Факторы транскрипции. Понятие о cis-действующих элементах. Транс-активация транскрипции. Энхансеры и сайленсеры. «Модули» последовательностей ДНК, узнаваемые специфическими белками. Роль «обратной генетики» в развитии представлений о регуляции транскрипции у эукариот.

Белковые домены, узнающие специфические последовательности ДНК. Гомеодомен и гены-селекторы. «Лейциновая молния» и димеризация факторов транскрипции. «Цинковые пальцы».

Ядерные рецепторы гормонов, их типы и особенности узнавания ДНК. Рецепторы-сироты. Ретиноевая кислота. Элементы консерватизма в системах регуляции транскрипции.

Внешние сигналы, активирующие транскрипцию генов. Система проведения сигналов. Семейства протоонкогенов Jun и Fos как факторов транскрипции. Альтернативы при выборе пути развития – дифференцировка/ пролиферация. Сайты AP1 и CRE в промоторах. Транскрипционные факторы в развитии многоклеточных организмов. Понятие о морфогенах, примеры. Пространственно ограниченные морфогенетические градиенты.

### **Хроматин.**

Структурная организация нуклеосом. Нуклеосомы и транскрипция. Модификация гистонов и динамическая структура хроматина. Сборка нуклеосом, ее этапы, нуклеоплазмин. Закономерность расположения нуклеосом относительно промоторов и участков начала репликации (фейзинг нуклеосом). Представление о «перемоделировании» хроматина. Активное перемоделирование. Метилирование/деметилирование ДНК, связь с модификацией гистонов и изменением активности генов.

Особенности структуры хроматина половых хромосом в связи с компенсацией различий числа генов X-хромосомы у разных полов.

Представление о петельной организации хромосом. Ядерный матрикс. Локус-контролирующие районы и «инсуляторы». Внутриядерная архитектура хромосом. Явление трансвекции.

### **Процессинг РНК.**

Определение процессинга. Интроны, сплайсинг. Классификация интронов. Интроны группы 1. Особенности структуры и механизмы сплайсинга. Рибозимы, их специфичность. Возможности применения для «нокаута» РНК. Интроны группы 2, механизм сплайсинга. Интроны групп 1 и 2 у разных организмов (эволюционные связи).

Сплайсинг пре-мРНК в ядре. Роль малых ядерных РНК и белковых факторов. Сплайсома. модификация концевых областей мРНК – кэпирование, полиаденилирование.

Особенности процессинга тРНК и рРНК у бактерий. Особенности процессинга рРНК в ядрышке. РНКаза Р как рибозим.

Транс-сплайсинг. Его распространение. Альтернативный сплайсинг, примеры. Биологические последствия альтернативного сплайсинга. Энхансеры и сайленсеры сплайсинга. SR-белки, особенности структуры, роль в альтернативном сплайсинге.

Редактирование РНК. Молекулярные механизмы. Типы редактирования (примеры).

Деградация аномальных мРНК.

### **Обратная транскрипция.**

Роль обратной транскрипции в эволюции и изменчивости генома. Ретротранспозоны, их типы. Ретротранспозоны, содержащие длинные концевые повторы. Ту-элемент дрожжей. Псевдогены. Возможные источники обратной транскриптазы.

## **3. Структура рибосом и биосинтез белка**

### **Структура и функции РНК.**

Мир РНК. Основные типы и основные функции клеточных и вирусных РНК. Общие принципы вторичной структуры РНК. Гипотеза о происхождении жизни через РНК.



Генетический код и его свойства. Расшифровка генетического кода. Отклонения от универсальности генетического кода.

тРНК, ее функции. Вторичная и третичная структура тРНК. Структура антикодоновой петли тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы – два класса. Супрессорные тРНК.

### **Структура рибосом.**

Морфология и состав эукариотических и прокариотических рибосом. Принципы структуры рибосомных РНК. Домены. Компактное сворачивание. Рибосомные белки: номенклатура, разнообразие, принципы строения и локализация в рибосоме. Основные экспериментальные подходы к изучению топографии рибосомных белков.

Диссоциация, разворачивание и разборка рибосом.

Функциональные активности и функциональные активности рибосом.

### **Трансляция.**

Последовательность событий при синтезе белка. Трансляционный цикл. Стадии трансляции. Полирибосомы. Скорость трансляции, транзитное время.

Инициация трансляции – общие принципы. Прокариотический и эукариотический тип трансляции. Особенности инициации трансляции у прокариот. Инициаторные кодоны, инициаторная тРНК, белковые факторы трансляции, рибосомо-связывающий участок мРНК. Независимая инициация и трансляционное сопряжение при трансляции прокариотических полицистронных мРНК.

Особенности эукариотической мРНК и инициации трансляции у эукариот. Механизмы сканирования и внутренней инициации. Кэп-связывающий и хеликазный комплексы при инициации трансляции у эукариот.

Элонгация трансляции. Элонгационный цикл. Факторы элонгации.

Стадия связывания аминоксил-тРНК в элонгационном цикле. Стереохимия кодон-антикодонового взаимодействия. Фактор элонгации EF-Tu, его структура и взаимодействия. Исправление ошибок («редактирование») при связывании аминоксил-тРНК. Вклад скоростей реакции и GTP. Гипотеза Крика о неоднозначном соответствии при кодон-антикодоновом спаривании (Wobble-гипотеза).

Образование пептидной связи: химические реакции, пептидилтрансферазный центр, стереохимия транспептидации.

Ложное кодирование. Факторы, стимулирующие ложное кодирование. Механизм действия аминогликозидных антибиотиков и механизм устойчивости к ним.

Стадия транслокации элонгационного цикла. Основные экспериментальные тесты на транслокацию. Молекулярный механизм. Фактор элонгации EF-G, его структура и его взаимодействия. Концепция переходного состояния при катализе стадий элонгационного цикла факторами элонгации. Роль гидролиза GTP.

Механизм кодирования селеноцистеина –21-й аминокислоты в белках.

Элонгационные токсины, механизм их действия. Механизм действия тетрациклина и устойчивости к тетрациклину.

Терминация трансляции. Текучесть стоп-кодонов. тРНК, ответственные за текучесть, их антикодоны.

Скольжение и прыжки рибосомы при трансляции. Сдвиг рамки считывания при трансляции – два механизма. Трансляционные паузы, их механизм и функциональное значение.

Реинициация у прокариот и эукариот.

### **Регуляция трансляции.**

Основные принципы регуляции трансляции.

Дискриминация мРНК у прокариот и эукариот в процессе инициации трансляции. Модуляция дискриминации у эукариот.

Трансляционная репрессия у прокариот. Пример авторегулируемого синтеза треонил-тРНК-синтетазы. Регуляция трансляции мРНК рибосомных белков у прокариот. Регуляция синтеза фактора терминации RF-2 у бактерий.

РНК фага MS2 и регуляция экспрессии ее цистронов.

Тотальная регуляция синтеза белка у эукариот через фосфорилирование фактора инициации eIF-2.

Тотальная регуляция синтеза белка у эукариот через фосфорилирование фактора инициации eIF-4 и связывающего его белка 4E-BP.

Регуляция трансляции у эукариот короткими открытыми рамками считывания в лидерной последовательности.

Трансляционная репрессия у эукариот. Пример регуляции синтеза ферритина. Два механизма трансляционной репрессии: ингибирование связывания инициаторного комплекса и ингибирование сканирования.

#### **Регуляция скорости элонгации.**

3'-концевые усилители инициации трансляции у эукариот и возможный механизм их действия.

Маскирование мРНК в зародышевых клетках. Маскирование и демаскирование мРНК в эмбриональном развитии и при клеточной дифференцировке. Пример липоксигеназы красных кровяных клеток.

Информосомы и основной белок мРНК. Возможная функциональная роль основного белка мРНК. Другие мРНК-связывающие белки мРНК.

#### **Секреция белков у про- и эукариот.**

Трансляция и транлокация секретлируемых белков через мембрану. Сигнальная гипотеза секреции белков. Особенности структуры сигнальных пептидов.

Формирование пространственной структуры белков.

Механизмы, обеспечивающие правильное сворачивание полипептидных цепей. Шапероны.

### **4. Геномика**

Определение геномики. Представления о методах исследований, приведших к возникновению геномики. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов. Сравнительная геномика. Сравнение нуклеотидных последовательностей как средство изучения функций генов.

#### **Картирование генов и геномов.**

Представление о различных видах карт генома. Физические карты геномов. Карты рестриктных фрагментов. Библиотеки генов, принципы их создания, представительность, методы скрининга. Векторы, используемые для создания библиотек. Карты геномов как наборы упорядоченных клонов. Контиги клонов. STS (sequenced tag sites) как инструмент составления физических карт геномов. Принцип полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Генетическое картирование. Полиморфизм геномов. Полиморфизм длин рестриктных фрагментов (ПДРФ). Мини- и микросателлиты. Мононуклеотидный полиморфизм (Single Nucleotide Polymorphism, SNP). Высоко, средне и редкоповторяющиеся последовательности. Гаплотипы. Наследование гаплотипов и рекомбинации. Единицы генетического рас-

стояния. Полиморфизм геномов как основа геномной дактилоскопии. Молекулярно-генетические основы идентификации личности. Молекулярно-генетические маркеры (МГМ), определение, информативность, использование для построения генетической карты. Интегрированные карты геномов. Использование МГМ для картирования генов, ответственных за развитие наследственных заболеваний. Позиционное картирование генов. Понятие о хромосомных абберациях. Транслокации. Делеции. Цитогенетическая идентификация аббераций.

Выделение фрагментов генома. Геномные библиотеки. Поиск клонов в геномной библиотеке. Принцип прогулки по геному. Поиск гена в большой области генома. Создание и анализ библиотек кДНК. Упорядоченные библиотеки кДНК. Вычитающая гибридизация как метод сравнения геномов.

### **Особенности структуры геномов высших эукариот.**

Уникальные и повторяющиеся нуклеотидные последовательности. Гены кодирующие РНК (рРНК, тРНК, малые ядерные и цитоплазматические РНК). Гены, кодирующие белки. Мультигенные семейства. Тандемные повторы. Механизмы образования и эволюции тандемных повторов. Повторяющиеся последовательности, рассеянные по геному. SINE и LINE элементы. Эндогенные ретровирусные элементы. Центромерные повторы. Теломерные повторы.

Геномы органелл (митохондрий, хлоропластов). Происхождение ДНК органелл.

### **Источники полиморфизма геномов.**

Мутации. Причины мутаций. Типы повреждений ДНК. Апуринизация. Дезаминирование 5-метил цитозина. Системы защиты генома от мутаций. Схема клеточного цикла. Циклин-зависимые киназы. Гены супрессоры опухолей. Ген белка p53, роль в репарации и апоптозе. Инактивация p53 в опухолевых клетках.

Моногенные наследственные заболевания. Врожденные дефекты метаболизма. Примеры моногенных заболеваний. Фенилкетонурия. Муковисцидоз. Мышечная дистрофия Дюшенна.

### **Изучение функций генома.**

Представление о функциональной геномике. Анализ биохимических функций методами биоинформатики – гомология структур/аналогия функций.

Клонирование и экспрессия генов в гетерологичных системах. Комплементация мутаций. РНК интерференция как метод подавления экспрессии генов.

Генетическая инженерия как инструмент изучения генов и геномов.

Создание трансгенных животных. Введение трансгенов в пронуклеус. Получение эмбриональных стволовых клеток. Получение гомозиготных трансгенных мышей с помощью эмбриональных стволовых клеток. Принципы селекции соматических клеток. Доминантная селекция.

Использование ретровирусов для трансгеноза. Жизненный цикл ретровируса. Принципы конструирования ретровирусных векторов.

Экспрессия генов в трансгенных животных. Регуляторные элементы, необходимые для экспрессии. Эnhансеры и промоторы, сайты полиаденилирования, интроны. Эффект положения и подходы к его преодолению. Элементы прикрепления к ядерному матриксу. Инсуляторы. Локус-контролирующие области (LCR). Подходы к изучению факторов, влияющих на экспрессию чужеродных генов. Гены-репортеры.

Принципы направленной модификации генома. Принципы негативно-позитивной селекции для отбора линий с направленно встроенным геном. Направленные перестройки генома с использованием системы рекомбиназы Cre и сайтов LoxP. «Нокаут» генов.

Клонирование животных. Перенос ядер соматических клеток в безъядерные яйцеклетки с последующим клонированием животных.

Генетическая инженерия растений.

### **Молекулярные основы генотерапии.**

Вирусные векторы и невирусные методы переноса генов.

Прикладные аспекты генетической инженерии. Основы безопасности работы с рекомбинантными ДНК.

### **Литература**

Степанов В.М.. Молекулярная биология. Структура и функции белков. М.: Высшая школа, 1996 г.

Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот под ред. Спирина А.С.. М.: Высшая школа, 1986 г.

Спирин А.С. Молекулярная биология. Биосинтез белка. М.: Высшая школа, 1984 г.

Страйер Л. Биохимия. М.: Мир, 1984 г.

Уотсон Д. Молекулярная биология гена. М.: Мир, 1980 г.

Альбертс Д. и др. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994 г.

Сингер М., Берг П. Гены и геномы. М.: Мир, 1998 г.

Льюин Б. Гены. М.: Мир. 1987 г.

Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1986 г.

Практическая химия белка. Под ред. Дарбре А. М.: Мир, 1989 г.

Шульц Г., Ширмер Р. Принципы структурной организации белков. М.: Мир, 1983 г.

Клонирование ДНК. Методы. Под ред. Гловера Д. М.: Мир, 1988 г.

Новое в клонировании ДНК. Методы. Под ред. Гловера Д. М.: Мир, 1989 г.

Анализ генома. Методы. Под ред. Дейвиса К. М.: Мир, 1990 г.

Методы генетики соматических клеток. Под ред. Шей Дж. М.: Мир, 1985 г.

Свердлов Е.Д. Очерки молекулярной генетики в журнале «Молекулярная генетика, микробиология и вирусология»: 1995 г. (N 2, 3, 4), 1996 г. (N4), 1997 г. (N2), 1998 г. (N1), 1999 г. (N2), 2000 г. (N 1, 2).

#### **4.5.2. Профиль – 03.01.04 «Биохимия»**

В основу настоящей программы положены следующие разделы: физико-химические основы биохимии; структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов; структура и свойства биополимеров; обмен веществ и энергии в живых системах; хранение и реализация генетической информации; взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по биологическим наукам.

##### **1. Общие вопросы**

Предмет и задачи биологической химии. Биохимия в системе биологических дисциплин. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами - биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Место биохимии в системе наук, связанных с физико-химической биологией. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии. Направления и перспективы развития биохимии. Жизнь как особая форма движения материи. Проблема возникновения жизни и предбиологической эволюции. Роль структурной организации клетки в явлениях жизни. Компартиментация веществ и процессов в клетке. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Генетическая информация и ее значение. Эволюционная биохимия. Академики А.Н. Бах, А.И. Опарин, В.С. Гулевич, А.В. Палладин, А.Н. Белозерский, В.А. Энгельгардт, А.Е. Браунштейн, С.Е. Северин и их роль в создании отечественной школы биохимиков. Развитие биохимии, и ее связи с практикой: агрономией, микробиологией, биотехнологией, медициной и ветеринарией. Важнейшие журналы, справочные и обзорные издания по биохимии. Понятие о биоинформатике. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах.

Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных. Калорийность и усвояемость пищевых продуктов. Незаменимые факторы питания.

##### **2. Физико-химические основы биохимии**

Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах. Вода и ее роль в живых организмах. Основные понятия электрохимии водных растворов. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (рН), буферные растворы. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР- спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ. Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции; константы скоростей химических реакций и факторы, влияющие на скорости и равновесия реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

##### **3. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов.**

Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов. Природные олигопептиды. Г лутатион и его значение в обмене веществ. Аминокислоты как составные части белков. Физические и

химические свойства протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды. Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Стереохимия углеводов. Наиболее широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства. Конформация моносахаридов. Взаимопревращения моносахаридов. Гликозиды, амино-, фосфо- и сульфосахариды. Дезоксисахара. Методы разделения и идентификация углеводов. Липофильные соединения и классификация липидов. Жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты и их производные. Эйкозаноиды. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Глицеролипиды и сульфоллипиды. Стерины, холестерин, желчные кислоты. Участие фосфолипидов в построении биологических мембран. Воска и стероиды. Изопреноиды. Терпеноиды и каротиноиды. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания. Комплексообразующие свойства нуклеотидов. Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как компоненты ферментов. Жирорастворимые витамины. Витамин А. Каротиноиды и их значение как провитаминов А. Витамин Д и его образование. Витамин Е. Витамин К. Нафтохиноны и убихинон. Водорастворимые витамины. Витамин В1. Каталитические функции тиаминпирофосфата. Витамины В2 и РР. Участие витаминов В2 и РР в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В6 и его каталитические функции. Пантотеновая кислота. Липоевая кислота. Витамин В12. Фолиевая кислота и дигидроптеридин. Другие витамины и витаминopodobные вещества комплекса В. Витамин С. Ферментативное окисление аскорбиновой кислоты. Биофлавоноиды, рутин. Витамины - антиоксиданты. Коферменты - активные формы водорастворимых витаминов. Антивитамины. Простагландины как производные полиненасыщенных жирных кислот. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железопорфирины. Хлорофилл и другие растительные пигменты. Минеральный состав клеток. Микроэлементы. Методы аналитической бионеорганической химии.

#### **4. Структура и свойства биополимеров**

Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Методы определения первичной структуры белка. Упорядоченные и неупорядоченные вторичные структуры. Супервторичные структуры. Примеры. Принципы и методы изучения структуры белков. Соотношение между первичной структурой и структурами более высокого порядка в белковой молекуле. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Амфипатия полипептидных цепей. Динамичность структуры белка. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изозлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Денатурация белков и полипептидов. Фолдинг и рефолдинг. Шапероны. Прионы. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями, белок-лигандные взаимоотношения. Сольватация белков. Кристаллические белки. Методы определения пространственного расположения полипептидных цепей. Олигомерные комплексы белков. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины. Фосфопротеины, липопротеины, гликопротеины, нуклеопротеины, хромопротеины (гемопроотеины), металлопротеины. Гомологичные белки и гомологичные последовательности аминокислот в по-

липептидах. Предсказание пространственной организации белка на основании первичной структуры. Семейства и суперсемейства белков. Протеомика. Методы очистки белков (хроматография, электрофорез белков, иммунопреципитация, выявление и картирование эпитопов с помощью моноклональных антител, ультрафильтрация, избирательное осаждение, обратимая денатурация). Реакционная способность боковых цепей аминокислотных остатков в молекулах нативных и денатурированных белков. Взаимодействие белков и малых лигандов. Структура миоглобина, гемоглобина и связывание ими кислорода. Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов. Полиморфизм амфифильных соединений в водных растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры). Модели строения биологических мембран. Липосомы; методы их получения и изучения. Фазовые переходы в агрегатах амфифильных соединений. Проницаемость биологических мембран. Электрохимия осмотических явлений. Методы изучения биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, флуоресцентное зондирование, светорассеяние). Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. А-, В-, С-, Т- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Плазмиды. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК: ядерная, рибосомная, транспортная, М- РНК. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Генная инженерия. Генотерапия. Понятие о геномике.

## **5. Биологические катализаторы**

Ферментативный катализ, белки-ферменты. Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. Методы выделения и очистки ферментов. Основные положения теории ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат», доказательства его образования. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения. Специфичность действия ферментов. Теория индуцированного соответствия. Кинетика ферментативного катализа. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса и способы ее определения. Единицы активности ферментов. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбогидраза, рибонуклеаза и др.). Ростые и сложные ферменты. Кофакторы и их роль в ферментативном катализе. Простетические группы и коферменты. Химическая природа коферментов. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Действие температуры и концентрации водородных ионов. Механизмы регуляции активности ферментов: взаимодействие белок-белок, аллостерическая регуляция, ковалентная модификация. Регуляция работы метаболических цепей, понятие о ключевых ферментах. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов. Механизмы ингибирования ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Кооперативность в ферментативном ка-

тализе. Фермент как молекулярная машина. Модели кооперативного функционирования ферментов. Локализация ферментов в клетке. Классификация ферментов и ее принципы. Оксидоредуктазы, важнейшие представители. Трансферазы, важнейшие представители. Гидролазы, распространение в природе, важнейшие представители, значение их в пищевой технологии. Лиазы, важнейшие представители. Изомеразы, важнейшие представители. Лигазы, важнейшие представители. Множественные формы ферментов, изоферменты. Мультиферментные системы. Пируватдегидрогеназа. Имобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии и медицине. Энзимотерапия. Понятие об абзиммах. Рибозимы.

## **6. Обмен веществ и энергии в живых системах**

Основные понятия биоэнергетики. АТФ - универсальный источник энергии в биологических системах. Соединения с высоким потенциалом переноса групп макроэргические соединения (нуклеозид ди- и трифосфаты, пирофосфат, гуанидинфосфаты, ацилтиоэфир). Энергетическое сопряжение. Фосфорильный потенциал клетки. Нуклеозид ди- и трифосфаткиназы. Аденилаткиназная и креатинкиназная реакции. Терминальное окисление. Механизмы активации кислорода. Оксидазы. Коферменты окислительно-восстановительных реакций (НАД<sup>+</sup>/НАДН, НАДФ<sup>+</sup>/НАДФН, ФМН/ФМН-Н<sub>2</sub>, ФАД/ФАД-Н<sub>2</sub>). Электронтрансферные реакции. Убихинон, железо-серные белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи. Локализация окислительных процессов в клетке. Митохондрии и их роль как биоэнергетических машин. Локализация электронтрансфер в биологических мембранах. Структура дыхательной цепи. Химосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. Циклический векторный перенос протона. Биологические генераторы разности электрохимических потенциалов ионов. Электрохимическое сопряжение в мембранах и окислительное фосфорилирование, синтез АТФ. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Разобщители и ионофоры. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. АТФ-азы их строение и функция. Общность мембранных преобразователей митохондрий, хлоропластов и хроматофоров. Эффективность аккумуляции энергии, сопряженной с переносом электронов. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. Дыхательные цепи микросом. Цитохром P450 и окислительный катаболизм ксенобиотиков. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки. Биохимия пищеварения. Органная специфичность пищеварительных протеаз, липаз, гликозидаз. Распад белков, липидов и углеводов в процессе пищеварения. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений. Пристеночное пищеварение в кишечнике. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пиноцитозе. Углеводы и их ферментативные превращения. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Роль многоатомных спиртов в углеводном обмене. Образование уроновых кислот и биогенез пентоз у растений. Гликозиды и дубильные вещества, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Ферменты, гидролизующие олигосахариды. Нуклеозиддифосфатсахара и их роль в биосинтезе олигосахаридов и полисахаридов. Гликозилтрансферазы. Амилазы. Распространение в природе и характеристика отдельных амилаз. Роль амилаз в промышленности и пищеварении. Взаимо-



превращения крахмала и сахарозы в растениях. Биосинтез крахмала и гликогена. Полифруктозиды, клетчатка и гемицеллюлозы, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны, их синтез и участие в построении соединительной ткани. Углеводы водорослей (агар, альгиновая кислота, каррагинан). Общая характеристика процессов распада углеводов. Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания. Спиртовое, молочнокислое, маслянокислое брожение. Работы Л. Пастера. Значение работы Э. Бухнера. Основные и побочные продукты брожения. Химизм анаэробного и аэробного распада углеводов. Структура и механизм действия отдельных ферментов гликолиза и гликогенолиза. Энергетическая эффективность гликолиза, гликогенолиза и брожения. Аэробный и анаэробный распад углеводов. Механизм окисления пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Энергетическая эффективность цикла. Структура и механизм действия отдельных ферментов цикла ди- и трикарбоновых кислот. Прямое окисление углеводов. Пентозофосфатный путь. Глиоксилатный цикл. Образование органических кислот в растениях и при так называемых «окислительных брожениях». Глюконеогенез. Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика. Липоксигеназы, их свойства, механизм действия и роль в пищевой промышленности. Окислительный распад жирных кислот. Энергетическая эффективность распада жирных кислот. Роль карнитина в метаболических превращениях жирных кислот. Бета-, альфа- и омега-окисление жирных кислот. Коэнзим А и его роль в процессах обмена жирных кислот. 4-фосфопантетеин и его роль в биосинтезе жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Синтаза жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Превращение жиров при созревании и прорастании семян и плодов. Ферментативные превращения фосфатидов. Строение и функции мембран в клетке. Значение фосфатидов в пищевой промышленности. Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме. Синтез желчных кислот. Стероиды как провитамины Д. Эфирные масла и их превращение в растениях. Каучук и гутта. Биосинтез изопреноидов, терпеноидов и каротиноидов. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Кетокислоты как предшественники аминокислот. Прямое аминирование. Переаминирование и другие пути превращения аминокислот. Аминотрансферазы. Другие пути биосинтеза аминокислот. Вторичное образование аминокислот при гидролизе белков. Специфический распад и превращения отдельных аминокислот. Протеолитические ферменты - пептидгидролазы, общая характеристика и распространение в природе. Отдельные представители (пепсин, трипсин, химотрипсин, папаин, сычужный фермент, амино- и карбоксипептидазы, лейцинаминопептидаза). Лизосомы. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине. Биохимия распада аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы дезаминирования. Роль аспарагина, глутамина и мочевины в обмене азота. Орнитинный цикл. Структура и механизм действия трансаминаз и отдельных ферментов цикла мочевинообразования. Амины и алкалоиды, пути их образования и превращений. Биогенные амины - гормоны производные аминокислот, их синтез и катаболизм. Моноаминоксидазы. Распад нуклеопротеинов. Нуклеазы. Синтез и распад пуриновых нуклеотидов. Путь сбережения. Синдром Леша-Нихана. Синтез и распад пиримидиновых нуклеотидов. Синтез гема. Распад гема и обезвреживание билирубина. Молекулярные основы подвижности биологических систем. Структура поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры. Сократительные белки. Модели функционирования мышц. Подвижность жгутиков и рес-

ничек у микроорганизмов. Поддержание ионного гомеостаза клеток. Транспортные АТ-Фазы и ионные каналы. Биохимические основы передачи нервного импульса. Ионные потоки при возбуждении нерва. Синаптическая передача возбуждения. Медиаторы центральной нервной системы. Ацетилхолин, ацетилхолинэстераза, рецепция ацетилхолина. Рецептор ацетилхолина как пример лиганд-зависимого ионного канала.

### **7. Хранение и реализация генетической информации**

Понятия ген и оперон. Клеточный цикл. Активный и неактивный хроматин. Структура хромосом. Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы. Репликация ДНК. Циклическая ДНК и технология включения генов в плазмиды. Мутации и направленный мутагенез. РНК-полимеразы. Мессенджерная РНК как посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме. Синтез мРНК, процесс транскрипции, информосомы. Посттранскрипционный процессинг мРНК. Биосинтез белка. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка. Генетический код. Рибосомы: структура, состав и функции. Механизм считывания информации в рибосомах. Процесс трансляции. Инициация трансляции, элонгация и терминация. Полисомы. Регуляция синтеза белка. Посттрансляционные изменения в молекуле белка, процессинг. Транспорт белков, их встраивание в мембраны, и проницаемость биологических мембран для биополимеров. Проблемы клонирования ДНК. Полимеразные цепные реакции и их применение в биологии и медицине.

### **8. Регуляция процессов обмена веществ в организме**

Гормоны. Классификация гормонов. Рецепторы гормонов. Тканевая и видовая специфичность рецепторов гормонов. Гормоны с трансмембранным механизмом действия. Мембранные рецепторы и вторичные посредники. Аденилатциклаза и фосфодистереза. цАМФ как вторичный месседжер и ковалентная модификация белков-ферментов. С-белки. Рецепторзависимые ионные каналы. Инозитол-трифосфат и  $Ca^{2+}$  как вторичные посредники. Рецепторные тирозиназы. Внутриклеточные и ядерные рецепторы гормонов, их влияние на экспрессию генов.

#### **Основная литература**

Д.Нельсон, М.Кокс, Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. Бином знаний, 2014-2015.  
Т.П.Вавилова, А.Е.Медведев. Биологическая химия. Биохимия полости рта. Г ЭОТАР-Медиа, 2014.

Биохимия. Учебник для вузов под редакцией Е.С.Северина. Г ЭОТАР-Медиа, 2008,  
Veet, J, C. Veet, C.W. Pratt. Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level, Wiley, 3d Edn, 2008.

Клиническая биохимия: учеб. пособие.- под редакцией В.А.Ткачука, М.: Г ЭОТАР-Медиа, 2004.

В.Эллиот, Д.Эллиот Биохимия и молекулярная биология. М. МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002.

Т.Т.Березов, Б.Ф.Коровкин, Биологическая химия, М.:Медицина, 1998

Р. Марри, Д. Г реннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека. В 2-х томах. "Мир", М., 1993.

Кольман Я., Рем К.-Г . Наглядная биохимия: Пер. с нем. М.: Мир, 2000г.

Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран, М.: Наука, 1989.

Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987 г.

## 5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 5.1. Общесистемные требования к реализации программы аспирантуры

ФНКЦ ФХМ располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно - исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам и базам данных) и к электронной информационно-образовательной среде организации (ФНКЦ ФХМ, раздел «Образование», подраздел «Аспирантура» (<http://www.fipcm.org.ru/education>)).

### 5.2. Требования к кадровым условиям реализации программы аспирантуры

Реализация программы аспирантуры обеспечивается руководящими и научно - педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу аспирантуры, составляет 100 процентов (требование ФГ ОС не менее 75 процентов).

Научный руководитель, назначенный обучающемуся, имеет ученую степень кандидата и доктора наук. Научный руководитель осуществляет самостоятельную научно - исследовательскую (творческую) деятельность по направленности (профилю) подготовки, имеет публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляет апробацию результатов указанной научно - исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

### 5.3. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы аспирантуры.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России) является одним из ведущих российских научных учреждений, занимающих лидирующие позиции в таких перспективных научных направлениях как системная биология, омиксные технологии, клеточная биология, биофизика. ФНКЦ ФХМ создан в 1982 году как Научно-исследовательский институт физико-химической медицины при 2- МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова, с 1984г. Институт был преобразован в самостоятельный НИИ физико-химической медицины Минздрава РСФСР, в 2015г. Приказом Минздрава Российской Федерации № 424 от 07.07. 2015г. ФГБУН НИИ ФХМ и ФГБУЗ КБ № 123 ФМБА России преобразованы в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства». Опираясь на традиции и ценности свое-

го прошлого, ФНКЦ ФХМ вносит большой вклад в формирование научного потенциала России.

Целью научной деятельности ФНКЦ ФХМ является проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области биомедицины, направленных на сохранение и укрепление здоровья человека, развитие здравоохранения и медицинской науки. Основные исследования связаны с изучением физико-химических основ развития заболеваний человека; разработкой новых диагностических алгоритмов персонализированной профилактики и медицины с использованием новейших технологий многопараметрического анализа биообразцов и инструментальной диагностики пациента; изысканием и проведением опытно-конструкторских работ и выпуск партий диагностических приборов и наборов реагентов для их последующего использования в практическом здравоохранении; созданием и обслуживанием банка клеточных образцов и образцов ДНК для обеспечения проведения биомедицинских исследований в Российской Федерации; проведением эпидемиологических исследований для выявления основных риск-факторов, снижающих благополучие населения; созданием и внедрением новых информационных продуктов, предназначенных для сбора и анализа биомедицинских данных, выполнением аналитических исследований для обеспечения конкурентоспособности НИР, НИОКР и ОКР.

ФНКЦ ФХМ располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение фундаментальных исследований в области физико-химической медицины и всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспирантов, а также эффективное выполнение ими своих квалификационных работ. В научных подразделениях ФНКЦ ФХМ аспирантам предоставляются рабочие места для выполнения научно - исследовательских работ с использованием имеющегося в них оборудования для биофизических, молекулярно-биологических и биохимических исследований.

ФНКЦ ФХМ располагает лабораторными помещениями для проведения учебно-научной деятельности, оснащенными современным научным оборудованием для экспериментальной работы. В ФНКЦ ФХМ имеются новейшие масс-спектрометры, хроматографы, спектрофотометры, флюориметры, пептидный синтезатор, приборы для электрофореза, атомно-силовые и конфокальный микроскопы, сканирующий электронный микроскоп, оптические биосенсоры Viacore, термостаты, низкотемпературные и обычные холодильники, оборудование для криохранения биологического, вычислительные ресурсы и программные средства. Такой набор специального лабораторного оборудования обеспечивает не только возможность освоения аспирантами новейших экспериментальных методов биомедицины, что позволяет осуществлять на высоком уровне реализацию программы аспирантуры, но и обеспечивает полную безопасность при проведении экспериментов, как для аспирантов, так и для окружающей среды.

Материально-техническое обеспечение научных подразделений ФНКЦ ФХМ, реализующих программу аспирантуры по направлению 06.06.01 «Биологические науки», включает в себя лабораторное оборудование, необходимое для обеспечения изучения дисциплин (модулей), выполнения научных исследований и практик соответствующей направленности (профилю) программы (Приложение Е).

Ряд помещений ФНКЦ ФХМ оборудованы как семинарские учебные аудитории. ФНКЦ ФХМ имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа,

занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и подключены к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантами своих образовательных программ. Аспиранты обеспечены научной литературой и учебными пособиями в соответствии с утвержденными программами учебных планов.

ФНКЦ ФХМ осуществляет подписку на информационные ресурсы зарубежных баз данных, предоставляемые бесплатно сотрудникам ФНКЦ ФХМ и аспирантам.

Реализация программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обеспечивается доступом каждого аспиранта к электронным информационным ресурсам зарубежных издательств. Институту предоставлен прямой и бесплатный доступ online к полнотекстовым журналам издательств Elsevier, Springer, Wiley, Springer Nature, E-library, а также БД SCOPUS.

Возможен доступ к журналам, которые предоставляют пользователям полнотекстовую информацию со своих сайтов.

Аспирантам обеспечен доступ к информационным ресурсам сети Интернет, включая доступ к разного рода электронным библиотекам, через маршрутизатор ФНКЦ ФХМ посредством локальной сети, насчитывающей более 150 компьютеров.

#### **5.4. Требования к финансовому обеспечению программы аспирантуры**

Финансовое обеспечение реализации программы аспирантуры осуществляется в объеме не ниже установленных Министерством образования и науки Российской Федерации базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с Методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, утвержденной приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 августа 2013 г. №638 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 сентября 2013г., регистрационный N 29967).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА»  
( ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России)**

**КАРТЫ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКА ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ  
ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России**

**НАПРАВЛЕНИЕ 06.06.01 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
Профили: 03.01.02 Биофизика; 03.01.03 Молекулярная биология; 03.01.04 Биохимия

## КАРТЫ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**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**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Универсальная компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** основные методы научно-исследовательской деятельности;

**УМЕТЬ:** выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств для решения задач исследования

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Шифр: <b>З1(УК-1)</b></p>	Отсутствие знаний методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p> <p>Шифр: <b>У1(УК-1)</b></p>	Отсутствие умений анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач
<p><b>УМЕТЬ:</b> при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи</p> <p>Шифр: <b>У2(УК-1)</b></p>	Отсутствие умений при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи	Частично освоенное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи



ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-2: Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Универсальная компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

#### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

**ЗНАТЬ:** основные направления, проблемы, теории и методы философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития;

**УМЕТЬ:** формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыками публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-2) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), шифр	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: методы научно-исследовательской деятельности  Шифр: <b>31(УК-2)</b>	Отсутствие знаний о методах научно- исследовательской деятельности	Фрагментарные пред- ставления о методах научно- исследователь- ской деятельности	Неполные представления о методах научно- исследо- вательской деятельности	Сформированные, но содер- жащие отдельные пробелы представления о методах научно- исследовательской деятельности	Сформированные системати- ческие представления о мето- дах научно- исследовате- льской деятельности
ЗНАТЬ: основные концепции современной фи- лософии науки, основные стадии эво- люции науки, функции и основания научной картины мира  Шифр: <b>32(УК-2)</b>	Отсутствие знаний об основ- ных концепциях современ- ной философии науки, ос- новных стадиях эволюции науки, функциях и основани- ях научной картины мира	Фрагментарные пред- ставления об основных концепциях современ- ной философии науки, основных стадиях эво- люции науки, функциях и основаниях научной картины мира	Неполные представления об основных концепциях совре- менной философии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основани- ях научной картины мира	Сформированные, но содер- жащие отдельные пробелы представления об основных концепциях современной фи- лософии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основаниях науч- ной картины мира	Сформированные систе- матические представле- ния об основных концеп- циях современной фило- софии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основаниях научной картины мира
УМЕТЬ: использовать положения и катего- рии философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений  Шифр: <b>У1(УК-2)</b>	Отсутствие умений использо- вания положений и кате- горий философии науки для оценивания и анализа раз- личных фактов и явлений	Фрагментарное использо- вание положений и категорий философии науки для оце- нивания и анализа различ- ных фактов и явлений	В целом успешное, но не систематическое использо- вание положений и катего- рий философии науки для оценивания и анализа раз- личных фактов и явлений	В целом успешное, но со- держашее отдельные пробелы использование положе- ний и категорий философии науки для оценивания и ана- лиза различных фактов и явлений	Сформированное умение ис- пользовать положения и кате- гии философии науки для оценивания и анализа различ- ных фактов и явлений
ВЛАДЕТЬ: навыками анализа основных мировоз- зренческих и методологических про- блем, в т.ч. междисциплинарного ха- рактера, возникающих в науке на со- временном этапе ее развития  Шифр: <b>В1(УК-2)</b>	Отсутствие навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на со- временном этапе ее развития	Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и мето- дологических проблем, воз- никающих в науке на совре- менном этапе ее развития	В целом успешное, но не систематическое приме- ние навыков анализа основ- ных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее раз- вития	В целом успешное, но со- держашее отдельные про- белы применение навыков анализа основных мировоз- зренческих и методологиче- ских проблем, возникаю- щих в науке на современ- ном этапе ее развития	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на со- временном этапе ее развития

<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p> <p>Шифр: <b>V2(УК-2)</b></p>	<p>Отсутствие навыков применения технологий планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>	<p>Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>	<p>Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>
--	---	--	--	--	---

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-3: готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Универсальная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

#### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы выработки новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности.

**УМЕТЬ:** анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные преимущества и недостатки реализации этих вариантов;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-3) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p> <p>Шифр: <b>31(УК-3)</b></p>	Отсутствие знаний особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Фрагментарные знания особенностей предоставления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Неполные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных особенностей предоставления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Сформированные и систематические знания особенностей предоставления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
<p><b>УМЕТЬ:</b> следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p> <p>Шифр: <b>У1(УК-3)</b></p>	Отсутствие умений следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	Фрагментарное следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	В целом успешное, но не систематическое следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	Успешное и систематическое следование нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач
<p><b>УМЕТЬ:</b> осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом</p> <p>Шифр: <b>У2(УК-3)</b></p>	Отсутствие умений осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	Частично освоенное умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	Успешное и систематическое умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом



Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-4: готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Универсальная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

#### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** виды и особенности письменных текстов и устных выступлений; понимать общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, в том числе узкоспециальные тексты;

**УМЕТЬ:** подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словник, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками обсуждения знакомой темы, делая важные замечания и отвечая на вопросы; создания простого связного текста по знакомым или интересующим его темам, адаптируя его для целевой аудитории.



## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-4) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p> <p>Шифр: <b>31(УК-4)</b></p>	Отсутствие знаний методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Фрагментарные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Неполные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Сформированные и систематические знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках
<p><b>ЗНАТЬ:</b> стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>Шифр: <b>32(УК-4)</b></p>	Отсутствие знаний стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках	Фрагментарные знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках	Неполные знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках	Сформированные систематические знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках
<p><b>УМЕТЬ:</b> следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках</p> <p>Шифр: <b>У1(УК-4)</b></p>	Отсутствие умений следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Частично освоенное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	В целом успешное, но не систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Успешное и систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>Шифр: <b>В1(УК-4)</b></p>	Отсутствие навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках	Фрагментарное применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках	Успешное и систематическое применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p> <p>Шифр: <b>V2(УК-4)</b></p>	<p>Отсутствие навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p>Фрагментарное применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p> <p>Шифр: <b>V3(УК-4)</b></p>	<p>Отсутствие навыков применения различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	<p>Фрагментарное применение различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	<p>Успешное и систематическое применение различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Универсальная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

**ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ**

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

**ЗНАТЬ:** возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития;

**УМЕТЬ:** выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей;

**ВЛАДЕТЬ:** приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности и по решению профессиональных задач; приемам выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально значимых качеств с целью их совершенствования.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-5) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня) освоения компетенций)	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда  Шифр: <b>31(УК-5)</b>	Не имеет базовых знаний о сущности процесса целеполагания, его особенностях и способах реализации	Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации	Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях	Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач	Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач
<b>УМЕТЬ:</b> формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей  Шифр: <b>У1(УК-5)</b>	Не умеет и не готов формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей	Имея базовые представления о тенденциях развития профессиональной деятельности и этапах профессионального роста, не способен сформулировать цели профессионального и личностного развития	При формулировке целей профессионального и личностного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности	Формулирует цели личного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации	Готов и умеет формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей

<p>УМЕТЬ: осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p> <p>Шифр: У2(УК-5)</p>	<p>Не готов и не умеет осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Готов осуществлять личный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, но не умеет оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Осуществляет личный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает некоторые последствия принятого решения, но не готов нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Осуществляет личный выбор в стандартных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивает некоторые последствия принятого решения и готов нести за него ответственность перед собой и обществом</p>	<p>Умеет осуществлять личный выбор в различных нестандартных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач</p> <p>Шифр: В1(УК-5)</p>	<p>Не владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач</p>	<p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения</p>	<p>Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: способами выявления и оценки индивидуально личностных, профессионально значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития</p> <p>Шифр: В2(УК-5)</p>	<p>Не владеет способами выявления и оценки индивидуально личностных, профессионально значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития</p>	<p>Владеет информацией о способах выявления и оценки индивидуально личностных, профессионально значимых качеств и путях достижения более высокого уровня их развития, допуская существенные ошибки при применении данных знаний</p>	<p>Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально личностных и профессионально значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования</p>	<p>Владеет отдельными способами выявления и оценки индивидуально личностных и профессионально значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, и выделяет конкретные пути самосовершенствования</p>	<p>Владеет системой способов выявления и оценки индивидуально личностных и профессионально значимых качеств, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути самосовершенствования</p>

## КАРТЫ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

**ЗНАТЬ:** цели и задачи научных исследований в области биологических наук, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов;

**УМЕТЬ:** составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты;

**ВЛАДЕТЬ:** систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями в области биологических наук, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), шифр	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения</p> <p>Шифр <b>31(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в области биологических наук	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в области биологических наук	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в области биологических наук	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в области биологических наук
<p><b>ЗНАТЬ:</b> основные источники и методы поиска научной информации</p> <p>Шифр <b>32(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений	Неполные представления об основных проблемах и методах решений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы об основных проблемах и методах решений	Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решения
<p><b>УМЕТЬ:</b> находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности</p> <p>Шифр: <b>У1(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение поиска (выбора) эффективных решений основных задач	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и применять в поиска (выбора) эффективных решений основных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач	Сформированное умение поиска (выбора) эффективных решений основных задач
<p><b>УМЕТЬ</b> обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики</p> <p>Шифр: <b>У2(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение обобщения и систематизации передовых достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики	В целом удовлетворительное, но не систематическое умение обобщения и систематизации передовых достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики	В целом удовлетворительное, но содержащее отдельные пробелы умения обобщения и систематизации передовых достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной	Сформированное умение обобщения и систематизации передовых достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной
<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований</p> <p>Шифр: <b>У3(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение анализа и синтеза передового опыта научной работы	В целом удовлетворительное, но несистематическое умение анализа и синтеза передового опыта научной работы	В целом удовлетворительное, но содержащее отдельные пробелы умение анализа и синтеза передового опыта научной работы	Сформированное умение анализа и синтеза передового опыта научной работы

<p>УМЕТЬ: сбирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа Шифр: <b>У4(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение обработки и анализа данных	В целом удовлетворительное, но не систематическое умение обработки и анализа данных	В целом удовлетворительное, но содержащее отдельные пробелы умение обработки и анализа данных	Сформированное умение обработки и анализа данных
<p>УМЕТЬ: выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование, оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной проблематикой, соблюдения научной этики и авторских прав Шифр: <b>У4(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение выделения новизны авторского вклада в проводимые исследования	В целом удовлетворительное, но не систематическое умение выделения новизны авторского вклада в проводимые исследования	В целом удовлетворительное, но содержащее отдельные пробелы умение выделения новизны авторского вклада в проводимые исследования	Сформированное умение выделения новизны авторского вклада в проводимые исследования
<p>ВЛАДЕТЬ: инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии Шифр: <b>В1(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие навыков	Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований	В целом удовлетворительные, но не систематизированные навыки владения современными методами научных исследований	В целом удовлетворительное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков владения современными методами научных исследований	Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях Шифр: <b>В2(ОПК-1)</b></p>	Отсутствие навыков	Фрагментарные навыки публикации результатов научных исследований	В целом успешное, но не систематизированные навыки публикации результатов научных исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков публикации результатов научных исследований	Успешное и систематическое применение навыков публикации результатов научных исследований
---	--------------------	--	--	--	---



Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-2: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ ТИП КОМПЕТЕНЦИИ:

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки»; осваивается в течение всего периода обучения в рамках дисциплин (модулей) вариативной части и педагогической практики независимо от формирования других компетенций, и обеспечивает реализацию обобщенной трудовой функции «преподавание» по программам высшего образования.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** основные тенденции развития в области молекулярной биологии;

**УМЕТЬ:** осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки;

**ВЛАДЕТЬ:** методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-2) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования</p> <p>Шифр <b>31(ОПК-2)</b></p>	Отсутствие знаний нормативно-правовых основ преподавательской деятельности в системе высшего образования	Фрагментарные представления о нормативно-правовых документах, регламентирующих организацию и содержание образовательного процесса	Сформированные представления о требованиях, предъявляемых к обеспечению учебной дисциплины и преподавателю, ее реализующему в системе высшего образования	Сформированные представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования	Сформированные представления о требованиях к формированию и реализации ООП в системе высшего образования
<p><b>ЗНАТЬ:</b> Основные принципы построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта</p> <p>Шифр <b>32(ОПК-2)</b></p>	Отсутствие знаний	Фрагментарное представление об основных принципах построения образовательных программ	Сформированные представления о требованиях, предъявляемых к обеспечению учебной дисциплины и преподавателю, ее реализующему в системе высшего образования	Сформированные представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования	Системные знания об основных принципах построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта
<p><b>УМЕТЬ:</b> доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук</p> <p>Шифр <b>У1(ОПК-2)</b></p>	Отсутствие умений	Доносит содержание дисциплины фрагментарно; логическая связь между разделами отсутствует	Доносит основную часть содержания дисциплины; иллюстрирует примерами; имеется логическая связь между разделами.	Доносит весь массив информации по дисциплине в четко выстроенной логической последовательности, иллюстрируя яркими примерами; учитывает индивидуальные особенности обучающихся	отбор и использование методов преподавания с учетом специфики направления подготовки
<p><b>УМЕТЬ:</b> осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук</p> <p>Шифр: <b>У2(ОПК-2)</b></p>	Отсутствие умений курировать выполнение квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров	Затруднения с разработкой плана и структуры квалификационной работы бакалавров, специалистов, магистров	Умение разрабатывать план и структуру квалификационной работы бакалавров, специалистов, магистров	Оказание разовых консультаций учащимся по методам исследования и источникам информации при выполнении квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров	Оказание систематических консультаций учащимся по методам исследования и источникам информации при выполнении квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> Технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования</p> <p>Шифр <b>В1(ОПК-2)</b></p>	Не владеет технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования	Проектируемый образовательный процесс не приобретает целостности	Проектирует образовательный процесс в рамках дисциплины	Проектирует образовательный процесс в рамках модуля	Проектирует образовательный процесс в рамках реализации образовательной программы

<p>ВЛАДЕТЬ: методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки) Шифр <b>B2(ОПК-2)</b></p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное владение методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся</p>	<p>Владеет методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся в рамках отдельной дисциплины</p>	<p>Владеет методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся в рамках реализации модуля</p>	<p>Владеет методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся в рамках реализации образовательной программы</p>
--	---------------------------	--	---	--	---

## КАРТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-1: Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению подготовки 06.06.01 « Биологические науки » и направленности (специальности) 03.01.02 «Биофизика», 03.01.03 «Молекулярная биология», 03.01.04 «Биохимия»**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

#### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** фундаментальные основы биологических наук по выбранной направленности обучения.

**УМЕТЬ:** составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты о научно - исследовательской работе;

**ВЛАДЕТЬ:** современными методами исследований в области направленности подготовки.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> современное состояние науки в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии <b>Шифр: 31(ПК-1)</b>	Отсутствие знаний о современном состоянии науки в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Неполные представления о современном состоянии науки в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии
<b>ЗНАТЬ:</b> порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий <b>Шифр: 32(ПК-1)</b>	Отсутствие знаний о порядке организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий	Фрагментарные представления о порядке организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий	Неполные представления о порядке организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о порядке организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий	Сформированные систематические представления о порядке организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий
<b>ЗНАТЬ:</b> методы исследования и проведения экспериментальных работ <b>Шифр: 33(ПК-1)</b>	Отсутствие знаний о методах исследования и проведения экспериментальных работ	Фрагментарные представления о порядке методах исследования и проведения экспериментальных работ	Неполные представления о порядке методах исследования и проведения экспериментальных работ	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о методах исследования и проведения экспериментальных работ	Сформированные систематические представления о методах исследования и проведения экспериментальных работ
<b>УМЕТЬ:</b> самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку <b>Шифр: У1(ПК-1)</b>	Отсутствие умений самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку	Частичное умение самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку	В целом успешное, умение самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку	Успешное умение самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку	Сформированное умение самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку

<p>УМЕТЬ: представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</p> <p>Шифр: <b>У2(ПК-1)</b></p>	<p>Отсутствие умений представлять результаты НИР</p>	<p>Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов</p>	<p>В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч. диссертационной работы) академическому сообществу</p>	<p>Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч. диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</p>	<p>Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч. диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профиллю) 03.01.02 – «Биофизика», 03.01.03 – «Молекулярная биология», 03.01.04 – «Биохимия»</p> <p>Шифр: <b>В1(ПК-1)</b></p>	<p>Отсутствие навыков планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов</p>	<p>Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировка выводов по результатам НИР</p>	<p>Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения экспериментальных данных; формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: методами и приемами экспериментальных исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p> <p>Шифр: <b>В2(ПК-1)</b></p>	<p>Отсутствие навыков владения методами и приемами экспериментальных исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>Фрагментарное применение методов и приемов экспериментальных исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение методов и приемов экспериментальных исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов и приемов экспериментальных исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>Успешное и систематическое применение методов и приемов экспериментальных исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-2: Обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** фундаментальные основы биологических наук;

**УМЕТЬ:** использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации;

**ВЛАДЕТЬ:** современными методами исследований в области биологических наук.

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-2) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: теоретические методы научного познания  Шифр: <b>31(ПК-2)</b>	Отсутствие знаний о теоретических методах научного познания	Фрагментарные представления о теоретических методах научного познания	Неполные представления о теоретических методах научного познания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о теоретических методах научного познания	Сформированные систематические представления о теоретических методах научного познания
ЗНАТЬ: формы научного познания: проблемы, гипотезы, теории  Шифр: <b>32(ПК-2)</b>	Отсутствие знаний о формах научного познания (проблемы, гипотезы, теории)	Фрагментарные представления о формах научного познания (проблемы, гипотезы, теории)	Неполные представления о формах научного познания(проблемы, гипотезы, теории)	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о формах научного познания (проблемы, гипотезы, теории)	Сформированные систематические представления о формах научного познания (проблемы, гипотезы, теории)

<p><b>ЗНАТЬ:</b> методы поиска необходимой информации</p> <p>Шифр: <b>33(ПК-2)</b></p>	<p>Отсутствие знаний о методах поиска необходимой информации</p>	<p>Фрагментарные представления о методах поиска необходимой информации</p>	<p>Неполные представления о методах поиска необходимой информации</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о методах поиска необходимой информации</p>	<p>Сформированные систематические представления о методах поиска необходимой информации</p>
<p><b>УМЕТЬ:</b> использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации</p> <p>Шифр <b>У1(ПК-2)</b></p>	<p>Отсутствие умений использования современных методов сбора, анализа и обработки научной информации</p>	<p>Фрагментарное использование современных методов сбора, анализа и обработки научной информации</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое использование современных методов сбора, анализа и обработки научной информации</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование современных методов сбора, анализа и обработки научной информации</p>	<p>Сформированное умение использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации</p>
<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать и систематизировать полученную информацию</p> <p>Шифр: <b>У2(ПК-2)</b></p>	<p>Отсутствие умений анализировать и систематизировать полученную информацию</p>	<p>Незначительное умение анализировать и систематизировать полученную информацию</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое использование умения анализировать и систематизировать полученную информацию</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать и систематизировать полученную информацию</p>	<p>Сформированное умение анализировать и систематизировать полученную информацию</p>
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами работы с основными базами данных биологической информации</p> <p>Шифр: <b>В1(ПК-2)</b></p>	<p>Отсутствие навыков работы с основными базами данных биологической информации</p>	<p>Фрагментарные навыки работы с основными базами данных биологической информации</p>	<p>В целом успешные, но не систематические навыки работы с основными базами данных биологической информации</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы навыки работы с основными базами данных биологической информации</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков работы с основными базами данных биологической информации</p>



Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-3: Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при профессиональной деятельности**

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

#### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** современные теории в области: биофизики, молекулярной биологии, биохимии,

**УМЕТЬ:** осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки;

**ВЛАДЕТЬ:** современными методами исследований в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии,

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-3) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии Шифр: <b>31(ПК-3)</b>	Отсутствие знаний о технологиях, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Фрагментарные представления о технологиях используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Неполные представления о теоретических основах технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о теоретических основах технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Сформированные систематические представления о теоретических основах технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии
ЗНАТЬ: Базовые принципы знаний, основные приемы биофизики, молекулярной биологии, биохимии Шифр: <b>32(ПК-3)</b>	Отсутствие знаний о базовых принципах и основных приемах биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Фрагментарные представления о базовых принципах и основных приемах биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Неполные представления о базовых принципах и основных приемах изучения биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о базовых принципах и основных приемах изучения биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Сформированные систематические представления о базовых принципах и основных приемах изучения биофизики, молекулярной биологии, биохимии
УМЕТЬ: Выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией; Шифр: <b>У1(ПК-3)</b>	Отсутствие умений выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией	Незначительное умение выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией	Сформированное умение выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией
ВЛАДЕТЬ: навыками использования электронных библиотек и биоинформатических Интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения Шифр: <b>В1(ПК-3)</b>	Отсутствие навыков использования электронных библиотек и биоинформатических Интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения	Фрагментарные навыки использования биоинформатических Интернет-ресурсов и соответствующих пакетов программного обеспечения	В целом успешные, но не систематические навыки использования электронных библиотек и биоинформатических Интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы навыки использования электронных библиотек и биоинформатических Интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения	Успешное и систематическое применение навыков использования электронных библиотек и биоинформатических Интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-4: Владение опытом профессионального участия в научных дискуссиях, способность проводить обработку и анализ научных результатов, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в ведущих профильных журналах)**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

#### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей;

**УМЕТЬ:** изложить научные знания по проблеме исследования;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками публичной речи, аргументацией, ведения дискуссии.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-4) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> нормативные требования к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов</p> <p>Шифр: <b>31(ПК-4)</b></p>	Отсутствие знаний о нормативные требования к оформлению результатов НИР и составлению заявок на финансирование научных проектов	Фрагментарные представления о нормативных требованиях к оформлению результатов НИР и составлению заявок на финансирование научных проектов	Неполные представления о нормативных требованиях к оформлению результатов НИР и составлению заявок на финансирование научных проектов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных требований к оформлению результатов НИР и составлению заявок на финансирование научных проектов	Сформированные систематические знания нормативных требований к оформлению результатов НИР и составлению заявок на финансирование научных проектов
<p><b>ЗНАТЬ:</b> требования к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Шифр: <b>32(ПК-4)</b></p>	Отсутствие знаний о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях
<p><b>УМЕТЬ:</b> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Шифр: <b>У1(ПК-4)</b></p>	Отсутствие умений представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях	Сформированное умение представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях
<p><b>УМЕТЬ:</b> готовить заявки на финансирование НИР в биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p> <p>Шифр: <b>У2(ПК-4)</b></p>	Отсутствие умений готовить заявки на финансирование НИР в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	Умение составлять отдельные фрагменты заявок на финансирование НИР по поручению научного руководителя	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов, а также оформлять проект согласно установленным требованиям	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным требованиям

<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p> <p>Шифр: <b>V1(ПК-4)</b></p>	<p>Отсутствие навыков представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>	<p>Фрагментарное применение навыков представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p> <p>Шифр: <b>V2(ПК-4)</b></p>	<p>Отсутствие навыков составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии</p>

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-5: Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и Вузе**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

### ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

**ЗНАТЬ:** нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе среднего и высшего образования;

**УМЕТЬ:** осуществлять отбор материала, характеризующего достижения биологических наук;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками публичной речи, аргументацией, ведения дискуссии.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-5) КРИТЕРИЯ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: современное состояние науки в области биологических наук  Шифр: <b>31(ПК-5)</b>	Отсутствие знаний о современном состоянии науки в области биологических наук	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области биологических наук	Неполные представления о современном состоянии науки в области биологических наук	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области биологических наук	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области биологических наук
ЗНАТЬ: способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей  Шифр: <b>32(ПК-5)</b>	Отсутствие знаний о способах представления и методах передачи информации для различных контингентов слушателей	Фрагментарные представления о способах представления и методах передачи информации для различных контингентов слушателей	Неполные представления о способах представления и методах передачи информации для различных контингентов слушателей	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о способах представления и методах передачи информации для различных контингентов слушателей	Сформированные систематические знания о способах представления и методах передачи информации для различных контингентов слушателей
УМЕТЬ: преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины  Шифр: <b>У1(ПК-5)</b>	Отсутствие Умений преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины	Слабое умение преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины	В целом успешное, но несистематическое умение преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины	Сформированное умение преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины
УМЕТЬ: разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин  Шифр: <b>У2(ПК-5)</b>	Отсутствие умений разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	Слабое умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	Сформированное умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин
ВЛАДЕТЬ: умениями разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин  Шифр: <b>В1(ПК-5)</b>	Отсутствие умения разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	Фрагментарное умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	Успешное и систематическое умение разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
СХЕМА КОМПЕТЕНЦИЙ ФНКЦ ФХМ**

**УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ**

КОД	СОДЕРЖАНИЕ	КОД	ЗНАТЬ	КОД	УМЕТЬ	КОД	ВЛАДЕТЬ
УК-1	<b>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	31(УК-1)	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	У1(УК-1)	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В1(УК-1)	навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
				У2(УК-1)	при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В2(УК-1)	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	<b>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</b>	31(УК-2)	методы научно- исследовательской деятельности	У1(УК-2)	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений	В1(УК-2)	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития
		32(УК-2)	основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира			В2(УК-2)	технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
УК-3	<b>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно- образовательных задач</b>	31(УК-3)	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	У1(УК-3)	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	В1(УК-3)	навыками анализа основных мировоззренческих методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах
				У2(УК-3)	осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	В2(УК-3)	технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке



						В3(УК-3)	технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
						В4(УК-3)	различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	<b>Готовность использовать современные методы и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</b>	31(УК-4)	методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	У1(УК-4)	следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	В1(УК-4)	навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках
		32(УК-4)	стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках			В2(УК-4)	навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках
						В3(УК-4)	различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках
УК-5	<b>Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>	31(УК-5)	содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.	У1(УК-5)	формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.	В1(УК-5)	приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач

## ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

КОД	СОДЕРЖАНИЕ	КОД	ЗНАТЬ	КОД	УМЕТЬ	КОД	ВЛАДЕТЬ
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	31(ОПК-1)	основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения	У1(ОПК-1)	находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности	В1(ОПК-1)	современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии
		32(ОПК-1)	основные источники и методы поиска научной информации	У2(ОПК-1)	обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики	В2(ОПК-1)	навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях
				У3(ОПК-1)	нализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований		
				У4(ОПК-1)	собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа		
				У5(ОПК-1)	выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование, оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной проблематикой, соблюдения научной этики и авторских прав		
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	31(ОПК-2)	нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание образовательного процесса	У1(ОПК-2)	доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук	В1(ОПК-2)	технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования
		32(ОПК-2)	основные принципы построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта	У2(ОПК-2)	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук	В2(ОПК-2)	методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

КОД	СОДЕРЖАНИЕ	КОД	ЗНАТЬ	КОД	УМЕТЬ	КОД	ВЛАДЕТЬ
ПК-1	Способность к самостоятельному проведению научно исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидат наук по направленности (научной специальности)	31(ПК-1)	современное состояние науки в области: (биохимии, математической биологии, биоинформатики)	У1(ПК-1)	самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку	В1(ПК-1)	методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профильно): биохимии, математической биологии, биоинформатики
		32(ПК-1)	порядок организации, планирования и проведения научно- исследовательской работы с использованием современных научно- исследовательских, образовательных и информационных технологий	У2(ПК-1)	представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	В2(ПК-1)	методами и приемами экспериментальных исследований в области (биохимии, математической биологии, биоинформатики)
		33(ПК-1)	методы исследования и проведения экспериментальных работ теоретические методы научного познания				
ПК-2	Обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания	31(ПК-2)	использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации	У1(ПК-2)	использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации	В1(ПК-2)	методами работы с основными базами данных биологической информации
		32(ПК-2)	формы научного познания: проблемы, гипотезы, теории	У2(ПК-2)	анализировать и систематизировать научную информацию		
		33(ПК-2)	методы поиска необходимой информации				
ПК-3	Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций	31(ПК-3)	теоретические основы технологий, используемых в современной научно- исследовательской практике в области: биофизики, молекулярной биологии, биохимии	У1(ПК-3)	выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований: работать с научно-технической информацией	В1(ПК-3)	навыками использования электронных библиотек и биоинформационных интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения
		32(ПК-3)	базовые принципы и основные приемы: биофизики, молекулярной биологии, биохимии				

ПК-4	<b>Обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической и научной печати</b>	31(ПК-4)	нормативные требования к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов	У1(ПК-4)	представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях	В1(ПК-4)	навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций
		32(ПК-4)	требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	У2(ПК-4)	готовить заявки на финансирование НИР в области биофизики, молекулярной биологии, биохимии	В2(ПК-4)	навыками составления и подачи конкурсных заявок на финансирование научных проектов в области: биофизики, молекулярной биологии, биохимии
ПК-5	<b>Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и Вузе</b>	31(ПК-5)	современное состояние науки в области биологических наук	У1(ПК-5)	преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины	В1(ПК-5)	умениями разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов
		32(ПК-5)	способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей	У2(ПК-5)	разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин	В2(ПК-5)	методами и технологиями межличностной коммуникации

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕ-**  
**ДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА» (ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России)**

**Справка**

о руководителях основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению

06.06.01 Биологические науки

Профили: 03.01.02 Биофизика, 03.01.03 Молекулярная биология

03.01.04 Биохимия

**Руководитель основной образовательной программы**

**ГОВОРУН В.М.**

<b>Руководитель основной образовательной программы</b>			
<b>ГОВОРУН В.М.</b>			
1.	Ученая степень (в том числе присвоенная за рубежом и признаваемая в Российской Федерации)	ученая степень, ученое звание	д.б.н., академик РАН
2.	Количество научно-исследовательских проектов по направлению подготовки, выполненных самостоятельно руководителем основной образовательной программы (или при его участии) за 2016-2017 гг.	ед.	<b>3</b>
3.	Количество публикаций руководителя научным содержанием основной образовательной программы по результатам научно- исследовательской деятельности в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях за 2016-2017 гг.	ед.	<b>25</b>
4.	Количество выступлений руководителя основной образовательной программы на национальных и международных конференциях за 2016-2017 гг.	ед.	<b>15</b>

## Руководители профилей

### Руководитель профиля 03.01.04 Биохимия

#### ФИСУНОВ Г.Ю.

1.	Ученая степень (в том числе присвоенная за рубежом и признаваемая в Российской Федерации)	ученая степень, ученое звание	<b>к.б.н.</b>
2.	Количество научно-исследовательских проектов по направлению подготовки, выполненных самостоятельно руководителем основной образовательной программы (или при его участии) за 2016-2017 гг.	ед.	<b>2</b>
3.	Количество публикаций руководителя научным содержанием основной образовательной программы по результатам научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях за 2016-2017 гг.	ед.	<b>15</b>
4.	Количество выступлений руководителя основной образовательной программы на национальных и международных конференциях за 2016-2017 гг.	ед.	<b>9</b>

### Руководитель профиля 03.01.04 Биохимия

#### МИХАЛЬЧИК Е.В.

1.	Ученая степень (в том числе присвоенная за рубежом и признаваемая в Российской Федерации)	ученая степень, ученое звание	<b>д.б.н.</b>
2.	Количество научно-исследовательских проектов по направлению подготовки, выполненных самостоятельно руководителем основной образовательной программы (или при его участии) за 2016-2017 гг.	ед.	<b>2</b>
3.	Количество публикаций руководителя научным содержанием основной образовательной программы по результатам научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях за 2016-2017 гг.	ед.	<b>5</b>
4.	Количество выступлений руководителя основной образовательной программы на национальных и международных конференциях за 2016-2017 гг.	ед.	<b>4</b>

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ» (ФНКЦ ФХМ)**

о кадровом обеспечении основной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 Биологические науки (профиль 03.01.02 – Биофизика профиль, 03.01.03 – Молекулярная биология и профиль 03.01.04 - Биохимия)

№ п/п	ФИО	Условия привлечения (штатный, внутренний совместитель, внешний совместитель, по договору)	Должность, ученая степень, ученое звание	Уровень образования, наименование специальности, направления подготовки, наименование присвоенной квалификации	Сведения об образовательной деятельности	Перечень читаемых дисциплин	Объем учебной нагрузки по дисциплине, практикам, государственной (итоговой) аттестации (доля ставки)	Стаж педагогической работы, лет
1.	Говорун Владимир Маркович	штатный	Генеральный директор ФНКЦ ФХМ, доктор биологических наук, профессор, академик РАН	Высшее образование, специальность «врач-биохимик» биологические науки, биохимия	Заведующий кафедрой молекулярной и трансляционной медицины МФТИ	Биохимия, молекулярная биология	0,06	20

2.	Лазарев Василий Николаевич	штатный	Заведующий лабораторией генной инженерии ФНКЦ ФХМ, доктор биологических наук, доцент.	Высшее образование, по специальности «ветеринарный врач-биофизик» биологические науки, молекулярная биология, биохимия	Профессор кафедры молекулярной и трансляционной медицины МФТИ. Повышение квалификации «Современные информационные технологии в профессиональной деятельности и образовательном процессе» 72 часа, удостоверение о повышении квалификации № 502402357521, 2016г.	Молекулярная биология, Основы протеомики и метаболизма, Основы биоинженерии	0,05	12
3.	Манувера Валентин Александрович	штатный	Старший научный сотрудник лаборатории генной инженерии ФНКЦ ФХМ, кандидат биологических наук.	Высшее образование, специальность «биохимия», биологические науки, биохимия	Доцент кафедры молекулярной и трансляционной медицины МФТИ. Повышение квалификации «Современные информационные технологии в профессиональной деятельности и образовательном процессе» 72 часа, удостоверение о повышении квалификации № 502402357695, 2016г.	Биохимия; Основы протеомики и метаболизма, Основы биоинженерии	0,05	5



4.	Лагарькова Мария Андреевна	штатный	Заведующая лабораторией клеточной биологии ФНКЦ ФХМ, доктор биологических наук, член - корреспондент РАН.	Высшее образование, по специальности «биолог», биологические науки, молекулярная биология, клеточная биология	Профессор кафедры молекулярной и трансляционной медицины МФТИ, профессор кафедры иммунологии Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова	Молекулярная биология, Клеточные технологии в медицине	0,05	15
5.	Клинов Дмитрий Владимирович	штатный	Заведующий лабораторией медицинских нанотехнологий ФНКЦ ФХМ кандидат физико-математических	Высшее образование, специальность «инженер-физик», биологические науки, биофизика	Доцент кафедры молекулярной и трансляционной медицины МФТИ	Биофизика, Нанотехнологические методы исследования биополимеров	0,4	15
6.	Башкиров Павел Викторович	штатный	Заведующий лабораторией электрофизиологии ФНКЦ ФХМ, кандидат физико-математических наук	Высшее образование, специальность «прикладная математика и физика», биологические науки, биофизика	доцент кафедры «Департамент молекулярной и биологической физики» МФТИ	Биофизика, Математическая статистика в медико - биологических исследованиях	0,2	5

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАУЧНО – КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА» (ФНКЦ ФХМ)

#### Справка

о материально-техническом обеспечении основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 – Биологические науки (направленность 03.01.02- биофизика; 03.01.03 – молекулярная биология; 03.01.04- биохимия)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Биофизика, Молекулярная биология, Биохимия, Основы протеомики и метаболизма, Основы биоинженерии, Клеточные технологии в медицине, Нанотехнологические методы исследования биополимеров, Математическая статистика в медико - биологических исследованиях	Аудитория № 336 (Мраморный зал) Лекционные занятия, итоговая аттестация	75 посадочных мест, 20 столов, доска, компьютер, мультимедийное оборудование: проектор InFocus IN42, экран. Выход в сеть «Интернет» с неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде	- Microsoft Windows 7 Профессиональная Open License 64513961 - Microsoft Office 2010 Стандартный Open License 63378363 - Dr.Web Enterprise Security Suite JG9K-3916-723K-HE48
2	Биофизика, Молекулярная биология, Биохимия, Основы протеомики и метаболизма, Основы биоинженерии, Клеточные технологии в медицине, Нанотехнологические методы исследования биополимеров, Математическая статистика в медико - биологических исследованиях.	Аудитория № 335 (Учебный класс) Занятия семинарского типа, консультации, контрольные мероприятия. Самостоятельные занятия	8 столов, 12 посадочных мест, ноутбук Lenovo Thinkpad SL510, который подключен к телевизору Samsung LH46NBPLBC с диагональю 46 дюймов. Выход в сеть «Интернет» с неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде	- Microsoft Windows 7 Максимальная OEM - Microsoft Office 2007 - XUbuntu 14.04 - LibreOffice 4.2 - Dr.Web Enterprise Security Suite JG9K-3916-723K-HE48

4	Научные исследования, научно-исследовательская практика	Комната № 307	Ферментер BioFlo 110 (New Brunswick Scientific, США). Жидкостной хроматограф АКТА FPLC (Amersham)	
		Комната № 308	Конфокальный микроскоп Nikon Eclipse E800, ламинарные шкафы, инкубаторы	
		Комната № 209	Системы хромато-масс - спектрометрической детекции: AB SCIEX TripleTOF® 5600 System, AB SCIEX QTRAP® 4500 LC/MS/MS System, Bruker Daltonics MaXis, Agilent 1100 LC/MSD Trap SL, Ultraflex ToF-ToF (MALDI), Autoflex-3.	
		Комната № 205	Бокс и ламинарные шкафы для работы с культурами бактериальных и эукариотических клеток, термостаты, CO <sub>2</sub> -инкубатор. Оборудование для 1D и 2D электрофорезов, изоэлектрофокусирования и Вестерн-блот гибридизации	
		Комната № 206	Система для проведения количественной ПЦР с детекцией в реальном времени – CFX96™ Real-Time PCR Detection	

	Комната № 430	Секвенатор ABI Prism 3100 (Applied Biosystems, США) Секвенаторы второго поколения Ion Torrent PGM и Ion Torrent Proton (Applied Biosystems, США)	
	Комната № 436	Роботизированная система TECAN Freedom Evo (Illumina, США) для работы с высокоплотными биочипами Роботизированная система QPix2 (Genetix, Великобритания) для автоматизированного переноса клеточных колоний	
	Комната № 229	Атомно-силовой микроскоп ИНТЕГРА Прима (НТМДТ).	
	Комната № 444	Зондовая станция Cascade Microtech для измерения проводящих характеристик различных образцов Измерительный комплекс на базе АСМ, СБОМ, конфокальной флуоресцентной микроскопии и зондово-усиленной КР спектроскопии	
	Комната № 445	Система сканирующей электронной микроскопии Merlin Carl Zeiss, оснащенная микроманипуляторами.	
	Комната № 448	Атомно-силовой микроскоп LIFE с XYZ	

<b>Перечень договоров ЭБС (за период, соответствующий сроку получения образования по ОПОП)</b>		
<b>Учебный год</b>	<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>	<b>Срок действия документа</b>
2017/2018	Договор 105-10/2017 от 16 октября 2017г. с ООО «Современные цифровые технологии » на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	1 год

<b>Наименование документа</b>	<b>Наименование документа (№ документа, дата подписания, организация, выдавшая документ, дата выдачи, срок действия)</b>
Заключения, выданные в установленном порядке органами, осуществляющими государственный пожарный надзор, о соответствии зданий, строений, сооружений и помещений, используемых для ведения образовательной деятельности, установленным законодательством РФ требованиям	Управление по ЦАО Главного управления МЧС России по г. Москве. Заключение о соответствии ФГБУ «Научно- клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» обязательным требованиям пожарной безопасности при осуществлении образовательной деятельности № 44 от 07 августа 2017 г.(бессрочно).
Заключения, выданные в установленном порядке органами, осуществляющими надзор в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека о соответствии зданий, строений, сооружений и помещений, используемых для ведения образовательной деятельности, установленным законодательством РФ требованиям	Межрегиональное управление №1 Федерального медико-биологического агентства. Заключение о соответствии ФГБУ «Научно- клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам при осуществлении образовательной деятельности № 77.МУ.02.000.101.10.17 от 20.10.2017г.(бессрочно).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА» (ФНКЦ ФХМ)

#### Сведения

о библиотечном и информационном обеспечении основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно- педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 Биологические науки

Аспирантам и сотрудникам Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» (ФНКЦ ФХМ) предоставлен доступ к следующим электронным и библиотечным ресурсам:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»;
2. Электронные ресурсы издательств и баз данных.
3. Научная литература на электронных носителях (компакт-дисках)

#### **1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»**

Аспирантам и научным работникам ФНКЦ ФХМ предоставляется право доступа к ЭБС «Университетской библиотекой онлайн» в соответствии с Договором № 105-10/2017 от 16.10.2017 г.

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» — это электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших учебных заведений, публичных библиотек и корпоративных пользователей к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии, видео- и аудиоматериалы по гуманитарным, естественным и техническим наукам. ЭБС специализируется на учебных материалах для вузов и полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего и третьего поколений (ФГОС ВПО) к библиотекам по части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

В ЭБС «Университетская библиотека онлайн» включены электронные книги по естественно-научным дисциплинам, здравоохранению, информационным технологиям. Книги сгруппированы в целостные тематические коллекции, представлены в едином издательском формате, адаптированном для чтения с экрана (в том числе букридеров, планшетов и смартфонов) и приспособленном для целей научного цитирования. Каждое издание в «Университетской библиотеке онлайн» полностью соответствует существующим требованиям к библиографическому оформлению: имеет библиографическое описание, обложку, аннотацию и интерактивное содержание; текст разбит постранично с сохранением оригинальной полиграфической верстки. ЭБС не ограничивается только книжными ресурсами, но также содержит интерактивный и мультимедийный образовательного контент, электронные учебные курсы и тесты.

#### **2. Электронные ресурсы издательств и баз данных:**

1. Электронные ресурсы издательства «Эльзевир» (Elsevier B.V.) - Freedom Collection. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier B.V. по различным отраслям знаний, включающая не менее 2 500 наименований электронных журналов. Полный список электронных журналов приведен на сайте издательства: <http://info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm>

2. Электронные ресурсы издательства Springer. Полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer по различным отраслям знаний на платформе: <http://link.springer.com>. Имеется полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме.

3. Электронные ресурсы международного индекса научного цитирования Web of Science. База данных Web of Science - Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных компании Thomson Reuters (Scientific). Доступ по ссылке: <http://webofscience.com>

4. Электронные ресурсы международного индекса научного цитирования Scopus. База данных Scopus - Информационная поддержка научно-исследовательского процесса - доступна на платформе <https://www.scopus.com>

На русскоязычном сайте издательства Elsevier, в разделе, посвященном Scopus, есть детальная информация о ресурсе на русском языке: <http://elsevierscience.ru/products/scopus/>

В этом же разделе есть ссылка на краткое руководство пользователя на русском языке:

[http://elsevierscience.ru/files/pdf/Scopus\\_Quick\\_Reference\\_Guide\\_Russian\\_v2.pdf](http://elsevierscience.ru/files/pdf/Scopus_Quick_Reference_Guide_Russian_v2.pdf)

5. Электронные ресурсы издательства Springer Nature: международное издательство, выпускает журналы, энциклопедии, книги и электронные продукты по целому спектру отраслей знания, включая биомедицину и науки о жизни, химию и компьютерные науки. <http://www.nature.com/siteindex/index.html>.

6. Доступ и использование базы данных Wiley Journals через Онлайн библиотеку Wiley Online Library: <http://onlinelibrary.wiley.com/>. Wiley Online Library представляет самую обширную междисциплинарную коллекцию интернет-ресурсов. Платформа обеспечивает удобный интегрированный доступ к результатам более 200 лет исследований, среди которых некоторые из наиболее авторитетных источников по биологическим наукам, медицине, физике, естественным дисциплинам.

7. Электронные ресурсы библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/contact.asp>. eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1900 российских научно-технических журналов, в том числе более 900 журналов в открытом доступе.

### 3. Научная литература

*По профилю «биохимия»:*

1. Основы биохимии Ленинджера. Д. Нельсон и М. Кокс, М, Бином, 2012, 1-8
2. Биохимия. Е.С.Северин (ред.). М, ГЭОТАР-Медиа, 2010, 1-8
3. Биохимия и молекулярная биология. В.Эллиотт, Д.Эллиотт, Маик Наука Интерпериодика, 2002. 1-8
4. Биохимия человека в двух томах. Р. Мари и др. М, Мир, 1993, 9-10
5. Молекулярная биология. Структура и функции белков. Степанов В.М. М.: Наука, Издательство МГУ, 2005
6. Химическая энзимология. Варфоломеев С.Д. М.: Академия, 2005
7. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов. Лебедев А.Т. М, Техносфера, 2012
8. Финкельштейн А. В., Птицын О. Б. Физика белка: курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачи с решениями. 3-е изд., испр. и доп. КДУ., 2005 г.
9. Stryer L. Biochemistry. 4th ed. New York, 2000 г.
10. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of Biochemistry. 3rd ed. W.P., 2000.