

Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы  
биотехнологии» Российской академии наук»  
(ФИЦ Биотехнологии РАН)

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета  
ФИЦ Биотехнологии РАН  
Протокол № 2 от «21» 02 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор  
ФИЦ Биотехнологии РАН

А.Н. Фёдоров



**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

**Научная специальность:** 1.5.11. Микробиология

Программа аспирантуры разработана в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»

**Срок освоения программы:** 4 года

**Форма обучения:** очная

**СОГЛАСОВАНО:**

Заместитель директора  
по научной работе  
к.б.н.

А.М. Камионская

Руководитель образовательной  
программы  
д.б.н.

Н.В. Пименов

Начальник отдела аспирантуры  
и магистратуры  
к.э.н.

Е.С. Титова

г. Москва, 2022

## **Оглавление**

ВВЕДЕНИЕ.....	3
НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	4
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ, ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ.....	5
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	6
ТРЕБОВАНИЯ К ЛИЦАМ, ПЛАНИРУЮЩИМ ОСВОЕНИЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	7
МЕСТО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	10
СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	10
АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИН ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ, ПРАКТИКИ.....	12
АТТЕСТАЦИИ ПО ПРОГРАММЕ АСПИРАНТУРЫ.....	26
РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА.....	27
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕКТРОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА.....	28
КАДРОВЫЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	29
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	29
ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	29
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	30

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии со ст. 31 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», к организациям, осуществляющим обучение, относятся осуществляющие образовательную деятельность научные организации.

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

В образовательном процессе, осуществляемом в научной организации, участвуют ведущие российские ученые – действительные члены Российской академии наук (РАН), член-корреспонденты РАН, доктора, профессора и кандидаты наук, что позволяет вести обучение с использованием новейших достижений отечественной и мировой науки.

Второе десятилетие XXI века в РФ отмечено масштабными реформами системы высшего образования и науки, которые ориентированы во многом на достижение значительного роста качества образования и исследований в вузах<sup>1</sup>.

Проводимые в нашей стране реформы научной и образовательной деятельности затронули также систему существовавших научных организаций. В результате часть научных организаций были объединены в федеральные исследовательские центры. В том числе в 2014 г. путем реорганизации Института биохимии им. А.Н. Баха Российской академии наук в форме присоединения к нему Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук и Центра «Биоинженерия» Российской академии наук было сформировано федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук (ФИЦ Биотехнологии РАН, Центр).

Каждое научное учреждение, вошедшее в состав Центра, десятки лет до момента реорганизации занималось подготовкой аспирантов биологического профиля. С 1936 года в диссертационных советах, действующих на базе Института ФИЦ Биотехнологии РАН защищено более 1,5 тысяч кандидатских и докторских диссертаций. Накопленный опыт послужил основой, обеспечивающей подготовку кадров высшей квалификации и в настоящее время.

Между тем ведущиеся в РФ реформы образовательной деятельности проходят на фоне бурного развития наук о жизни. Отражением достигнутых успехов стало не только широкое использование в научной и производственной деятельности цифровых технологий, но и, например, формирование каскада новых научных дисциплин, которые получили общее название – омики (от англ. – omics)<sup>2,3</sup>, происходит нарастание объемов информации и генах и геномах, что требует использования специализированных технологий.

---

<sup>1</sup> Николаев Н.П. «В.В. Путин: Нам нужно найти такие решения, которые повысят престиж, научный статус и доходы преподавателей и профессоров в регионах, обеспечат значительный рост качества образования и исследований в ВУЗах» // Высшее образование сегодня. – 2020. – № 3. – С. 2-10.

<sup>2</sup> Примроуз С., Тваймен Р. Геномика. Роль в медицине. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 277 с.

<sup>3</sup> Шишкин С.С. Клиническая биохимия начала постгеномной эры в биологии человека. М.: РУДН, 2016. – 616 с.

С учетом данных обстоятельств в рамках проводимых реформ системы образования был сформирован ряд федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) в частности, для обучения в области наук о жизни специалистов трех уровней: бакалавров, магистров и, с 2014 г. – для аспирантов.

В 2022 г. в рамках реализованной реформы подготовки кадров высшей квалификации для подготовки аспирантов введены в действие новые требования к образовательным программам – федеральные государственные требования к структуре программ, а собственно программы именуются как программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### **НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

Для разработки образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры) по научной специальности 1.5.11. Микробиология были использованы следующие нормативные документы:

- Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»;
- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 30.12.2020 № 517-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;
- постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;
- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся»;
- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093»;
- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.08.2021 № 712 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в сфере высшего образования и науки и признании утратившими силу приказов Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2013 г. № 296 и от 22 июня 2015 г. № 607»;

- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.08.2021 № 721 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;
- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.08.2021 № 786 «Об установлении соответствия подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118»;
- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ и особенностям отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»;
- приказ ФИЦ Биотехнологии РАН от 28.01.2022 № 28.01-01/А «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук»»;
- устав ФИЦ Биотехнологии РАН, решения Ученого совета ФИЦ Биотехнологии РАН, локальные нормативные акты ФИЦ Биотехнологии РАН.

### **ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ, ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ**

Программа аспирантуры – программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, реализуемая в соответствии с федеральными государственными требованиями.

Федеральные государственные требования (ФГТ) – обязательные требования к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) и дополнительным предпрофессиональным программам, устанавливаемые уполномоченными федеральными органами исполнительной власти в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Образование – единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов.

Обучение – целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенцией, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, приобретению опыта применения знаний в повседневной жизни и формированию у обучающихся мотивации получения образования

в течение всей жизни.

Уровень образования – завершённый цикл образования, характеризующийся определенной единой совокупностью требований.

Образовательная программа – комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, оценочных и методических материалов, а также в предусмотренных законодательством Российской Федерации случаях в виде рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

Обучающийся – физическое лицо, осваивающее образовательную программу, аспирант.

Образовательная деятельность – деятельность по реализации образовательных программ.

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 законодательством Российской Федерации, формы промежуточной аттестации обучающихся.

Средства обучения – приборы и 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.

Аспирант – лицо, обучающееся в аспирантуре по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров.

Компетенция – знания, умения, навыки и опыт работы конкретного лица.

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

Высшая аттестационная комиссия Российской Федерации (ВАК РФ) – государственный орган, отвечающий за обеспечение государственной научной аттестации.

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

Целью программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре является подготовка обучающихся к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Основными задачами подготовки обучающихся в аспирантуре по научной специальности 1.5.11. Микробиология являются:

– формирование знаний, умений и навыков, необходимых для самостоятельной научной и педагогической работы в области наук о жизни (биологические науки, микробиология);

- углубленное изучение теоретических и методических основ организации и осуществления исследований в области науки о жизни (биологические науки, микробиология);
- совершенствование знаний иностранного языка для использования в научной и профессиональной деятельности;
- совершенствование знаний по истории и философии науки в области осуществляемых научных исследований;
- подготовка публикаций и заявок на патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных;
- обобщение результатов научных исследований и подготовка диссертации на соискание ученой степени кандидата наук к защите.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ЛИЦАМ, ПЛАНИРУЮЩИМ ОСВОЕНИЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

К освоению программы аспирантуры допускаются лица, имеющие высшее образование: специалитет или магистратура.

Лица, планирующие освоение программы аспирантуры должны:

1. Обладать общими знаниями о мире прокариот и эукариотических микроорганизмов, а также о механизмах воздействия микроорганизмов на экологическую обстановку, при этом

**ЗНАТЬ:** особенности строения и метаболического разнообразия прокариотических и эукариотических микроорганизмов;

**УМЕТЬ:** проектировать и контролировать микробиологические процессы в окружающей среде;

**ВЛАДЕТЬ:** современными методами оценки микробиологической среды и способностью к их освоения.

2. Обладать способностями формулировать задачи собственного развития, в частности, направленные на достижение более высоких уровней профессионализма, при этом

**ЗНАТЬ:** возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и реализации целей; 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;

**ВЛАДЕТЬ:** приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.

3. Быть готовыми к освоению теоретических и методологических основ избранной области научных исследований, а также междисциплинарных взаимосвязей и

возможности использования биологического инструментария при проведении исследований на стыке наук, при этом

**ЗНАТЬ:** теоретические и методологические основания избранной области научных исследований; существующие междисциплинарные взаимосвязи и возможности использования биологического инструментария при проведении исследований на стыке наук;

**УМЕТЬ:** вырабатывать свою точку зрения в профессиональных вопросах и отстаивать ее во время профессиональной дискуссии; реферировать научную литературу, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав;

**ВЛАДЕТЬ:** современными информационно-коммуникационными технологиями.

4. Знать основные тенденции развития наук о жизни и особенностей их преподавания на разных этапах обучения, а также методов межличностной коммуникации и навыками публичной речи, при этом

**ЗНАТЬ:** основные современные тенденции развития науки в области биологии, возможности доведения имеющихся знаний до аудитории;

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

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

5. Обладать общими представлениями, касающимися развития наук о жизни в XXI веке (классические и новые научные дисциплины), а также о системе фундаментальных понятий, и методологических аспектов биологии, включая формы и методы научного познания, при этом

**ЗНАТЬ:** фундаментальные основы научной специальности «Микробиология»;

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

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

6. Обладать знаниями об основных методах научно-исследовательской работы, а также уметь осуществлять сбор и анализ научной информации с использованием общедоступных баз данных, при этом

**ЗНАТЬ:** основные, методические (методологические) подходы для ведения научно-исследовательской работы;

**УМЕТЬ:** выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; а также пользоваться общедоступными базами данных, и критически оценивать любую поступающую информацию;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора средств решения задач исследования с использованием современных методов лабораторной работы.



7. Обладать знаниями об основных философских проблемах и подходах к развитию науки, а также умение использовать философские категории при анализе социальных тенденций и явлений, при этом

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

**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.

8. Обладать знаниями о методах критического анализа научных достижений и подходов к генерированию новых научных идей, а также владеть навыками анализа методологических проблем в сфере научных исследований, при этом

**ЗНАТЬ:** методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования 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 результаты их решения;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками анализа основных методологических проблем, в том числе междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития.

9. Быть готовыми собирать научную литературу по заданной тематике и составлять доклады с презентациями для целевой аудитории, в том числе на иностранном языке, при этом

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

**УМЕТЬ:** подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы;

**ВЛАДЕТЬ:** навыками ведения тематической дискуссии; создания простого связного текста по знакомым или интересующим его темам, адаптируя его для целевой аудитории.

10. Иметь опыт проведения научно-исследовательской работы и получения научных результатов, с участием в научных студенческих конференциях и/или в соответствующих публикациях, при этом

**ЗНАТЬ:** порядок организации научно-исследовательской (лабораторной) работы;

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

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

11. Знать общие способы представления научной информации для различных контингентов слушателей, а также владеть навыками ведения дискуссий, при этом

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

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

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

12. Знать нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования, при этом

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

**УМЕТЬ:** организовывать практические занятия со студентами;

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

### **МЕСТО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

Программа аспирантуры реализуется Федеральным государственным учреждением «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» по следующим адресам мест осуществления образовательной деятельности:

119071, г. Москва, Ленинский пр-т., д. 33, стр. 2;

117312, г. Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 7, корпус 1;

117312, г. Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 7, корпус 2.

### **СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

Срок получения образования по программе аспирантуры составляет 4 года для очной формы обучения. Оценка трудоемкости программы аспирантуры осуществляется в системе зачетных единиц (з.е.). Одна зачетная единица устанавливается равной 36 академическим часам, в каждом из которых 45 астрономических минут. Объем программы аспирантуры, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е.

<b>№ п/п</b>	<b>Структура программы аспирантуры</b>	<b>Объем программы аспирантуры, з.е.<sup>4</sup></b>
<b>1. Научный компонент</b>		<b>210</b>
1.1.	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите	160
	<i>из них</i>	
1.1.1 (Н)	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание научной степени кандидата наук к	160

<sup>4</sup> Одна зачетная единица (з.е.) составляет 36 академических часов

	защите	
1.2.	Подготовка публикаций и заявок на патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных	50
	<i>из них</i>	
1.2.1 (Н)	Подготовка публикаций и заявок на патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных по основным научным результатам диссертации	50
1.3.	Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования	-
<b>2. Образовательный компонент</b>		<b>27</b>
2.1.	Дисциплины	21
	<i>из них</i>	
2.1.1. (Д)	История и философия науки	2
2.1.2. (Д)	Иностранный язык	4
2.1.3. (Д)	Фундаментальные основы наук о жизни, постгеномные технологии	3
2.1.4. (Д)	Современные проблемы микробиологии	3
2.1.5. (Д)	Экология и геохимическая деятельность микроорганизмов	3
2.1.6. (Д)	Биоинформационный анализ данных	3
2.1.7. (Д)	Микробиология (кандидатский экзамен)	1
2.1.8. (Д)	Методология научного творчества	1
2.1.9. (Д)	Биоэкономика	1
2.2.	Практика	6
	<i>из них</i>	
2.2.1. (П)	Научно-исследовательская практика	6
2.3.	Промежуточная аттестация по дисциплинам и практике	-
<b>3. Итоговая аттестация</b>		<b>3</b>
<b>Объем программы аспирантуры</b>		<b>240</b>

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья ФИЦ Биотехнологии РАН оставляет за собой право продлить срок обучения не более чем на один год по сравнению с установленным сроком.

Расстановка компонентов программы аспирантуры и соответствующих элементов образовательных и научных компонентов по учебным периодам осуществляется в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса, которые являются неотъемлемой частью образовательной программы.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИН ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ, ПРАКТИКИ

### 2.1.1. (Д) История и философия науки

Объем дисциплины – 2 з.е., 72 ак. часа. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

Общие проблемы философии науки. Предмет и основные направления философии науки. Три аспекта бытия науки: наука как генерация нового знания, как социальный институт, как особая сфера культуры. Логико-эпистемологический подход к исследованию науки. Позитивистская традиция в философии науки. Расширение поля философской проблематики в постпозитивистской философии науки. Концепции К. Поппера, И. Лакатоса, Т. Куна, П. Фейерабенда, М. Полани.

Наука в культуре современной цивилизации. Традиционалистский и техногенный типы цивилизационного развития и их базисные ценности. Ценность научной рациональности. Наука и философия.

Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции. Преднаука и наука в собственном смысле слова. Две стратегии порождения знаний: обобщение практического опыта и конструирование теоретических моделей, обеспечивающих выход за рамки наличных исторически сложившихся форм производства и обыденного опыта. Становление опытной науки в новоевропейской культуре. Формирование идеалов математизированного и опытного знания: оксфордская школа, Роджер Бэкон, Уильям Оккам. Предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы. Г. Галилей, Френсис Бэкон, Р. Декарт.

Структура научного познания. Научное знание как сложная развивающаяся система. Многообразие типов научного знания. Эмпирический и теоретический уровни, критерии их различения. Особенности эмпирического и теоретического языка науки. Структура эмпирического знания. Эксперимент и наблюдение. Случайные и систематические наблюдения. Применение естественных объектов в функции приборов в систематическом наблюдении. Данные наблюдения как тип эмпирического знания.

Динамика науки как процесс порождения нового знания. Обратное воздействие эмпирических фактов на основания науки. Формирование первичных теоретических моделей и законов. Роль аналогий в теоретическом поиске. Процедуры обоснования теоретических знаний. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования. Механизмы развития научных понятий. Становление развитой научной теории. Классический и неклассический варианты формирования теории.

Научные традиции и научные революции. Типы научной рациональности. Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Научные революции как перестройка оснований науки. Проблемы типологии научных революций. Внутродисциплинарные механизмы научных революций. Междисциплинарные взаимодействия и «парадигмальные прививки» как фактор революционных преобразований в науке. Социокультурные предпосылки глобальных научных революций.

Особенности современного этапа развития науки. Перспективы научно-технического прогресса. Главные характеристики современной, постнеклассической

науки. Современные процессы дифференциации и интеграции наук. Связь дисциплинарных и проблемно-ориентированных исследований. Освоение саморазвивающихся «синергетических» систем и новые стратегии научного поиска. Роль нелинейной динамики и синергетики в развитии современных представлений об исторически развивающихся системах. Глобальный эволюционизм как синтез эволюционного и системного подходов. Глобальный эволюционизм и современная научная картина мира. Сближение идеалов естественнонаучного и социально-гуманитарного познания.

Наука как социальный институт. Различные подходы к определению социального института науки. Историческое развитие институциональных форм научной деятельности. Научные сообщества и их исторические типы (республика ученых 17 века; научные сообщества эпохи дисциплинарно организованной науки; формирование междисциплинарных сообществ науки XX столетия). Научные школы. Подготовка научных кадров.

Философские проблемы биологии. Предмет философии биологии и его эволюция. Природа биологического познания. Сущность и специфика философско-методологических проблем биологии. Основные этапы трансформации представлений о месте и роли биологии в системе научного познания. Эволюция в понимании предмета биологической науки. Изменения в стратегии исследовательской деятельности в биологии. Роль философской рефлексии в развитии наук о жизни.

Биология в контексте философии и методологии науки XX века. Проблема описательной и объяснительной природы биологического знания в зеркале неокантианского противопоставления идеографических и номотетических наук (20-е – 30-е годы).

Сущность живого и проблема его происхождения. Понятие «жизни» в современной науке и философии. Многообразие подходов к определению феномена жизни. Соотношение философской и естественнонаучной интерпретации жизни. Основные этапы развития представлений о сущности живого и проблеме происхождения жизни.

Принцип развития в биологии. Основные этапы становления идеи развития в биологии. Структура и основные принципы эволюционной теории. Эволюция эволюционных идей: первый, второй и третий эволюционные синтезы. Проблема биологического прогресса.

От биологической эволюционной теории глобальному эволюционизму. Биология и формирование современной эволюционной картины мира. Эволюционная этика как исследование популяционно-генетических механизмов формирования альтруизма в живой природе.

Проблема системной организации в биологии. Организованность и целостность живых систем. Эволюция представлений об организованности и системности в биологии. Принцип системности в сфере биологического познания как путь реализации целостного подхода к объекту в условиях многообразной дифференцированности современного знания о живых объектах.

Проблема детерминизма в биологии. Место целевого подхода в биологических исследованиях. Основные направления обсуждения проблемы детерминизма в биологии:

телеология, механический детерминизм, органический детерминизм, акцидентонализм, финализм. Детерминизм и индетерминизм в трактовке процессов жизнедеятельности. Разнообразие форм детерминации в живых системах и их взаимосвязь.

Воздействие биологии на формирование новых норм, установок и ориентации культуры. Философия жизни в новой парадигматике культуры. Воздействие современных биологических исследований на формирование в системе культуры новых онтологических объяснительных схем, методолого-гносеологических установок, ценностных ориентиров и деятельностных приоритетов. Исторические предпосылки формирования биоэтики. Биоэтика в различных культурных контекстах. Основные принципы и правила современной биомедицинской этики.

Предмет экофилософии. Экофилософия как область философского знания, исследующая философские проблемы взаимодействия живых организмов и систем между собой и средой своего обитания. Становление экологии в виде интегральной научной дисциплины: от экологии биологической к экологии человека, социальной экологии, глобальной экологии.

Человек и природа в социокультурном измерении. Основные исторические этапы взаимодействия общества и природы. Генезис экологической проблематики. Экофильные и экофобные мотивы мифологического сознания. Античная экологическая мысль. Экологические воззрения средневековья и Возрождения. Экологические взгляды эпохи Просвещения. Дарвинизм и экология. Учение о ноосфере В.И. Вернадского. Новые экологические акценты XX века: урбозоология, лимиты роста, устойчивое развитие.

Экологические основы хозяйственной деятельности. Специфика хозяйственной деятельности человека в процессе природопользования, основные ее этапы. Особенности хозяйственной деятельности с учетом перспективы конечности материальных ресурсов планеты.

Экологические императивы современной культуры. Современный экологический кризис как кризис цивилизационный: истоки и тенденции. Направления изменения биосферы в процессе научно-технической революции. Принципы взаимодействия общества и природы. Пути формирования экологической культуры. Духовно-исторические основания преодоления экологического кризиса. Этические предпосылки решения экологических проблем.

Образование, воспитание и просвещение в свете экологических проблем человечества. Роль образования и воспитания в процессе формирования личности. Особенности экологического воспитания и образования.

#### *2.1.2. (Д) Иностранный язык*

Объем дисциплины – 4 з.е., 144 ак. часа. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

В курсе обучения совершенствуются, расширяются и углубляются знания и умения в области фонетики, лексики, грамматики, теории перевода и функциональной стилистики. Обучающийся по данной дисциплине должен иметь твердые знания по следующим грамматическим темам:

Порядок слов простого предложения. Сложное предложение: сложносочиненное и сложноподчиненное предложения. Союзы и относительные местоимения. Бессоюзные придаточные предложения.

Существительное: 1) словообразовательные суффиксы и префиксы; 2) множественное число существительных; 3) функции существительного в предложении.

Местоимения: личные, указательные, притяжательные, неопределенные. Слова-заместители. Прилагательные и наречия и степени сравнения прилагательных и наречий.

Глагол: 1) наиболее употребительные временные формы; 2) пассивный залог;

3) модальные глаголы (can, may, must, should, would) и их аналоги.

Согласование времен. Сослагательное наклонение.

Неличные формы глагола: причастия I и II и их функции в предложении; герундий, герундиальные обороты; инфинитив и его функции. Обороты “complex subject” и “complex object”. Правило ряда (несложные цепочки слов). Эллиптические конструкции. Эмфатические конструкции типа It is... that... и усилительное do. Двойное отрицание.

Обучение видам речевой коммуникации. Чтение. Совершенствование умений чтения на иностранном языке предполагает овладение видами чтения с различной степенью полноты и точности понимания: просмотровым, ознакомительным и изучающим. Просмотровое чтение имеет целью ознакомление с тематикой текста и предполагает умение на основе извлеченной информации кратко охарактеризовать текст с точки зрения поставленной проблемы. Ознакомительное чтение характеризуется умением проследить развитие темы и общую линию аргументации автора, понять в целом не менее 70% основной информации. Изучающее чтение предполагает полное и точное понимание содержания текста.

Аудирование. В области восприятия речи на слух (аудирование) обучение направлено на достижение обучаемым следующих целей: понимание звучащей аутентичной монологической и диалогической речи по научной и профессиональной проблематике, представленной в записи на аудионосителях; понимание речи при непосредственном контакте в ситуациях научного, делового и профессионального общения (доклад, интервью, лекция, дискуссия, дебаты).

Говорение. Основное внимание уделяется коммуникативной адекватности высказываний монологической и диалогической речи (в виде пояснений, определений, аргументации, выводов, вопросов, оценки, возражений, сравнений, противопоставлений и т.д.).

Перевод. Устный и письменный перевод с иностранного языка на родной язык используется как наиболее эффективный способ контроля полноты и точности понимания. Формирование базовых умений перевода опирается на изучение особенностей научного функционального стиля, переводческих трансформаций, способов контекстуальных замен, полисемии и т.п.

Письмо. Формирование умений письменной формы общения на иностранном языке – составления конспекта прочитанного, изложения содержания прочитанного в

письменном виде (в том числе в форме резюме, реферата и аннотации), написания статьи или доклада по теме специальности аспиранта.

### *2.1.3. (Д) Фундаментальные основы наук о жизни, постгеномные технологии*

Объем дисциплины – 3 з.е., 108 ак. часов. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

Науки о жизни в XXI веке – начало постгеномной эры в биологии. Современная биохимия как особая научная супердисциплина со сложной многоуровневой иерархией, основные этапы развития в догеномный период. Биохимический взгляд на общие закономерности образования нормальных и патологических фенотипов. Начало геномных проектов и расшифровка генома человека. Возникновение геномики и других «омик». Общие представления о постгеномных технологиях.

Общие биохимические подходы к изучению молекулярных основ физиологических и патологических процессов. Введение в биохимию патологических и некоторых ассоциированных с патологией процессов. Биохимические основы дистрофий, воспаления, некротических процессов и апоптоза.

Развитие аналитических и других исследовательских технологий, используемых в биохимии. Основные материалы для исследований и биохимические классы диагностических молекулярных маркеров. Индивидуальная вариабельность биохимических признаков (биохимический полиморфизм) Возникновение мультиплексного анализа на рубеже веков. Основные виды мультиплексного анализа в постгеномном периоде.

Общие представления о метаболизме, метаболических ферментах и основных метаболитах. Метаболомика – одна из общих постгеномных научных дисциплин. Перспективы прикладного использования.

Исследования белков в биохимии догеномного периода. Белки - как биополимеры и продукты генной экспрессии. Методы установления аминокислотных последовательностей белков. Концепция белковых суперсемейств. Современные подходы к классификации белков. Общедоступные базы данных (Protein NCBI, UniProt и др.) в биохимических исследованиях белков постгеномного периода.

Протеомика, догеномный, геномный и постгеномный этапы развития. Проблемы определения индивидуального белка в различных биологических препаратах, значимость выявления тканеспецифических белков .

Нуклеиновые кислоты в биохимии догеномного периода. Значимость исследований нуклеиновых кислот как молекулярных маркеров в патологических процессах разной этиологии. Полимеразная цепная реакция и некоторые современные методы ДНК-диагностики наследственных, мультифакториальных и инфекционных болезней. Диагностика вирусных инфекций на примере герпеса и гепатитов. ПЦР в реальном времени, постгеномные технологии в исследованиях нуклеиновых кислот, транскриптомика.

Нуклеиновые кислоты в биохимии. Методы выявления однонуклеотидных замен (рестрикционный анализ и анализ одноцепочечного конформационного полиморфизма). Общие представления о методах секвенирования ДНК. Виды ДНК-полиморфизма,



установление ассоциаций с риском сердечно-сосудистых заболеваний и синдромом внезапной смерти. ДНК-исследования и проблемы идентификация личности.

Основы молекулярной визуализации в живых системах. Методы современной биохимии (дифференциальная сканирующая калориметрия белков; современные хроматографические методы исследования; атомно-силовая микроскопия и др.)

#### 2.1.4. (Д) Современные проблемы микробиологии

Объем дисциплины – 3 з.е., 108 ак. часов. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

Систематика и таксономия микроорганизмов. Принципы классификации микроорганизмов. Прокариоты и эукариоты, сходство и основные различия. Эволюция подходов к классификации микроорганизмов. Принципы современной классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Морфологические, физиологические, хемотаксономические и генотипические характеристики как критерии классификации микроорганизмов. Роль сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей рибосомальных генов и ДНК-ДНК гибридизации в классификации микроорганизмов. Таксономия микроорганизмов. Вид у прокариот. Критерии вида. Минимальный набор фенотипических и хемотаксономических характеристик, необходимых при описании нового вида. Род у прокариот. Критерии описания нового рода. Таксоны высокого ранга (семейство, порядок, класс и тип (филум)) у микроорганизмов и критерии их описания.

Современная систематика и номенклатура прокариот. Филогенетическое разнообразие прокариот. Археи. Типы (филы) архей. Бактерии. Типы (филы) бактерий. Филы-кандидаты и методы их идентификации. Микроскопические грибы. Микроскопические водоросли. Разнообразие бактериофагов. Морфологическое разнообразие бактериофагов. РНК и ДНК – содержащие бактериофаги. Семейства бактериофагов: Порядок *Caudovirales* (сем. *Siphoviridae*, *Myoviridae*, *Podoviridae*), сем. *Microviridae*, *Inoviridae*, *Tectiviridae*, *Corticoviridae*, *Plasmaviridae*, *Leviviridae*, *Cystoviridae*. Особенности организации вирионов и жизненные циклы. Понятие о родах (филогенетических группах) бактериофагов. Вирусы архей. Глобальное разнообразие бактериофагов.

Выявление эволюционных отношений между таксонами прокариот путем анализа полных геномов их представителей. Пластичность генома и её роль в эволюции микроорганизмов. Мобильные генетические элементы. IS-элементы. Транспозоны. Плазмиды. Роль фагов в эволюции геномов микроорганизмов. Латеральный перенос генов. Латеральный перенос генов и критерии, его выявляющие. Эволюция и динамика геномов бактериофагов. Гипотезы возникновения вирусов и бактериофагов. Модульная организация геномов фагов. Перенос генетических модулей в процессе эволюции. Микроэволюция и (коэволюция с хозяевами) бактериофагов в природных микробных сообществах. Глобальный генетический пул фагов. Соотношения модульного и дивергентного механизмов в эволюции бактериофагов. Понятие о кор-области генома бактериофагов (“virus self”, “genome core”). Возможные подходы к построению глобальной и локальных филогенетических систем бактериофагов. Филогенетические связи вирусов бактерий, архей и эукариот.

Продуценты – хемолитотрофные и фототрофные микроорганизмы: водородокисляющие, сероокисляющие, железокисляющие и др., использующие переменновалентные элементы; кислородные фототрофы (водоросли и цианобактерии); аноксигенные фототрофы: нитчатые аноксигенные фототрофы, зеленые серобактерии, гелиобактерии, протеобактерии (пурпурные серные бактерии, несерные пурпурные бактерии, аэробные, бактериохлорофилла – содержащие бактерии). Микроорганизмы, окисляющие сульфиды металлов, микробное биовыщелачивание. Фундаментальные и прикладные аспекты микробного цикла серы. Цианобактерии: систематика, физиология, экология. Микроскопические грибы.

Первичные и вторичные деструкторы: аэробные и анаэробные гетеротрофные микроорганизмы с широким спектром гидролитических ферментов, сульфатредукторы, метаногены, разнообразие и экология. Микробные процессы круговорота метана.

Методы анализа микробного разнообразия. Молекулярные методы оценки филогенетического разнообразия и функциональной активности микроорганизмов. Методы, основанные на культивировании микроорганизмов. Среды, используемые для культивирования микроорганизмов различных функциональных групп. Накопительные культуры. Селективные среды и условия культивирования. Выделение и идентификация чистых культур микроорганизмов.

#### *2.1.5. (Д) Экология и геохимическая деятельность микроорганизмов*

Объем дисциплины – 3 з.е., 108 ак. часов. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

Основные типы экосистем и их классификация. Принципы устойчивости экосистемы. Роль микроорганизмов в стабилизации экосистем. Симбиоз, синтрофизм, паразитизм, хищничество. Структура, функция микробных сообществ. Основные группы микроорганизмов, составляющие сбалансированную экосистему: продуценты и деструкторы органического вещества.

Умеренные и экстремальные экосистемы. Основные типы и их особенности: морские экосистемы, пресноводные, стратифицированные водоемы, терригенные экосистемы (почвы, скалы, пустыни). Экстремальные экосистемы: щелочные и кислые; высокотемпературные (населенные термофилами) и низкотемпературные (населенные психрофилами и психротолерантами); гиперсоленые нейтрофильные (населенные галофилами), и алкалофильные (населенные галоалкалофилами).

Первичные и вторичные деструкторы: аэробные и анаэробные гетеротрофные микроорганизмы с широким спектром гидролитических ферментов, сульфатредукторы, метаногены.

Методология изучения геохимической деятельности микроорганизмов. Элективные питательные среды для учета численности и выделения микроорганизмов. Результаты использования предложенного С.Н. Виноградским принципа создания элективных сред для выявления физиолого-биохимического разнообразия микроорганизмов, участвующих в круговороте элементов в биосфере, и понимания глобального распространения микроорганизмов в различных экосистемах биосферы Земли.

Флуоресцентная микроскопия для определения численности микроорганизмов. Использование разных красителей для подсчета численности и биомассы клеток микроорганизмов. Радиоизотопные, газовой-хроматографические и изотопно-геохимические методы оценки активности микроорганизмов. Использование высокочувствительных методов (радиоизотопы, газовая хроматография и т.п.) для анализа изменений в содержании субстратов и продуктов микробного метаболизма в краткосрочных модельных экспериментах, условия которых приближены к природным. Эффекты фракционирования стабильных изотопов биогенных элементов при фотосинтезе и микробных процессах. Использование этих данных для доказательства геохимической активности микроорганизмов в современных экосистемах и в геологическом прошлом Земли. Молекулярно-биологические методы для детекции таксономического разнообразия микроорганизмов и их функциональной активности. Флуоресцентная *in situ* гибридизация (FISH), пиросеквенирование и метагеномика, как методы индикации микробного разнообразия и структуры микробных сообществ, использование праймеров на функциональные гены с целью диагностики присутствия определенных групп микроорганизмов в сообществах и в смешанных культурах. Технология секвенирования. Таргетное профилирование микробных сообществ. Развитие молекулярных методов в микробной экологии. 16S филогения. Границы таксонов. Филогеномика. Микробиология болотных экосистем. Домен Bacteria. Домен Archaea. Методы статистической обработки данных в работах по микробной экологии.

Роль микроорганизмов в круговороте основных биогенных элементов. Участие микроорганизмов в круговороте углерода. Физиолого-биохимические механизмы ключевых микробных процессов круговорота углерода: кислородный и анакислородный фото- и хемосинтез, гетеротрофная ассимиляция углекислоты, многоступенчатый механизм минерализации органических веществ и физиолого-биохимические группы микроорганизмов, участвующих в этом процессе. Аэробные и анаэробные процессы цикла метана. Аэробные метанотрофы, метанобразующие археи, анаэробные метанотрофные археи, сульфат-зависимое анаэробное окисление метана, анаэробное окисление метана, сопряженное с денитрификацией и восстановлением Fe и Mn. Микробная биогеохимия круговорота серы. Микробные процессы цикла железа.

Физиолого-биохимическая характеристика сульфатредуцирующих, сероредуцирующих, аэробных и анаэробных серобактерий, нейтрофильных и ацидофильных тионовых бактерий и физико-химические условия их функционирования в экосистемах биосферы. Распространение и геохимическая активность микроорганизмов круговорота серы в водной толще водоемов различного типа (моря, озера). Первичная продукция и деструкция органического вещества в океане (фотосинтез, хемосинтез, различные этапы деструкции ОВ), методы измерения скорости микробиологических процессов. Морские экосистемы с повышенной активностью микробных процессов (подводные гидротермы и метановые сипы), апвеллинги, мелководный шельф, процессы круговорота метана. Микробиология голомиктических, димиктических и меромиктических озер.

Микробиологические, минералогические и стабильноизотопные методы исследования геохимической активности микроорганизмов цикла серы в донных осадках водоемов. Важнейшая роль сульфатредукторов в круговороте серы и углерода и их роль в

генезисе диагенетических сульфидов и карбонатов в современных и древних водоемах. Роль различных групп аэробных микроорганизмов серного цикла в окислении сероводорода и элементной серы эндогенного происхождения в рифтовых зонах океана и на действующих вулканах. Роль микроорганизмов цикла серы в генезисе осадочных месторождений сульфидов металлов и самородной серы. Микробиология наземных термальных экосистем.

Основы микробной биогеотехнологии. Микробное окисление сульфидных руд, бактериально-химическое выщелачивание цветных и благородных металлов. Технологические схемы кучного, подземного и чанового бактериально-химического выщелачивания руд, концентратов и отвалов цветных и благородных металлов как пример создания крупнотоннажной биогеотехнологии. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи пластов. Микрофлора эксплуатируемых нефтяных месторождений и возможности регуляции ее активности с целью разработки микробных биогеотехнологий повышения нефтеотдачи. Закономерности распределения микроорганизмов в эксплуатируемых нефтяных месторождениях и наличие продуктов их жизнедеятельности в пластовых водах. Обзор предложенных биогеотехнологий микробного повышения нефтеотдачи. Результаты применения биогеотехнологии активизации цепочки аэробных и анаэробных микробных процессов на месторождениях нефти.

Микробиологические методы очистки от нефтяных загрязнений и отходов горнодобывающей промышленности. Углеводородоокисляющие микроорганизмы и их использование для биотехнологии очистки почв и водоемов от нефтяных загрязнений. Особенности и перспективы развития биотехнологии очистки вод, загрязненных тяжелыми металлами, с помощью сульфатредуцирующих бактерий. Очистка бытовых и промышленных сточных вод. Общая технологическая схема очистки сточных вод, роль различных групп микроорганизмов на разных стадиях очистки, аэротенки, метантенки. Микробные процессы цикла азота, нитрификация, денитрификация, анаммокс, полная нитрификация. Очистные сооружения.

#### *2.1.6. (Д) Биоинформационный анализ данных*

Способы представления информации о нуклеотидных и белковых последовательностях (Genbank и др.). Форматы записи результатов секвенирования. Репозиторий данных NGS Sequence Read Archive и особенности работы с ним. Способы визуализации больших массивов данных.

Классификация молекулярных баз данных. Первичные, вторичные, курируемые базы данных. Основные базы данных нуклеотидных и белковых последовательностей. Библиографические базы данных как источник функциональной информации и их интеграция с молекулярными базами данных. Варианты доступа к базам данных, способы поиска информации и инструменты для работы с ними.

Сравнение нуклеотидных и белковых последовательностей. Молекулярная эволюция и критерии сравнения нуклеотидных и белковых последовательностей. Средства попарного и множественного выравнивания последовательностей. Поиск гомологичных последовательностей в нуклеотидных и белковых базах данных: программные пакеты BLAST и FASTA. Применение скрытых марковских моделей для описания консервативных последовательностей и поиска гомологов в базах данных.

Анализ данных высокопроизводительного секвенирования ДНК (NGS). Особенности данных, получаемых с помощью разных технологий секвенирования (Illumina и др.). Фильтрация и предобработка данных. Сборка геномных последовательностей de novo и с использованием референсного генома.

Алгоритмы сборки и геномные ассемблеры. Проблема повторяющихся последовательностей и алгоритмы финиширования (получения полных сборок). Аннотирование геномных последовательностей. Идентификация кодирующих и регуляторных последовательностей, разных типов повторов. Картирование данных NGS. Особенности картирования разных типов данных, используемые алгоритмы и программы. Анализ полиморфизма (основные инструменты).

Анализ метагеномных данных: оценка видового разнообразия, идентификация патогенов, маркеров вирулентности и антибиотикорезистентности. Систематика прокариот на основе геномных данных. Показатель средней нуклеотидной идентичности как таксономический критерий. Пангеном и его анализ. Анализ транскриптомных данных. Планирование транскриптомного эксперимента.

Способы подсчета уровней экспрессии генов и отдельных транскриптов. Статистическая оценка дифференциальной экспрессии генов. Онтологический анализ. Анализ ассоциаций. Принципы расчета структур РНК. Методы поиска регуляторных РНК и их мишеней.

Анализ регуляторной информации. Структура регуляторных последовательностей в ДНК, их особенности у про- и эукариот. Способы представления консервативных последовательностей. Высокопроизводительные методы анализа регуляторных последовательностей. Анализ регуляторной информации. Базы данных с регуляторной информацией. Алгоритмы и программы поиска регуляторных последовательностей (промоторов, терминаторов, сайтов связывания транскрипционных факторов) в эукариотических и бактериальных геномах.

Методы анализа белковых последовательностей. Статистика аминокислотной последовательности белка. Мотивы и домены, их идентификация. Сворачивание белков, предсказание и моделирование структуры белка, предсказание функции и клеточной локализации белков. Метаболические базы данных. Анализ белок-белковых взаимодействий.

#### *2.1.7. (Д) Микробиология (кандидатский экзамен)*

Объем дисциплины – 1 з.е., 36 ак. часов. В процессе освоения дисциплины изучаются и обобщаются следующие вопросы:

Проблемы эволюции микроорганизмов, установление их филогенетического положения. Систематика и филогения микроорганизмов. Эволюция микроорганизмов. Биологическое разнообразие микроорганизмов, включая разнообразие типов энергетического обмена и источников углерода.

Выделение, культивирование, идентификация микроорганизмов. Строение микробной клетки. Морфология, физиология, биохимия и генетика микроорганизмов. Исследование микроорганизмов на популяционном уровне.

Технологии микроскопического исследования объектов микромира, включая

методы световой, конфокальной, сканирующей электронной, лазерной и атомно-силовой микроскопии.

Развитие теоретических основ и практического применения в области метабомики, транскриптомики и протеомики микробных систем, совершенствование методов культурального и молекулярного исследования микробов.

Обмен веществ микроорганизмов. Физиология и метаболизм микроорганизмов, в том числе физиология и физико-химические параметры роста микроорганизмов.

Закономерности биосинтеза антибактериальных субстанций бактериального происхождения (антибиотики и бактериоцины), молекулярные механизмы чувствительности бактерий к антибиотикам, методы фенотипического и генотипического исследования механизмов лекарственной устойчивости.

Таксономия и экология микробных сообществ, патогенных, условно патогенных, сапрофитных микроорганизмов в окружающей среде. Абиотические и биотические факторы. Использование сапрофитных бактерий антагонистов, продуцентов биологически активных веществ для оптимизации микробиоценозов.

Участие микроорганизмов в круговороте веществ. Продукция биологически активных веществ микроорганизмами. Использование микроорганизмов в народном хозяйстве, ветеринарии и медицине.

Ферменты микроорганизмов. Микробная экология и биогеохимия. Ферменты и токсины бактериального происхождения, разработка методов их детекции.

Биосферная микробиология, в том числе почвенная микробиология, микробиология водных экосистем, подземной биосферы, горных пород, атмосферы.

Антропогенные микробные сообщества, в том числе используемые в очистных сооружениях и биореакторах.

Геномный и метагеномный анализ микроорганизмов и их сообществ. Методы изучения бактериального генома (включая полногеномное секвенирование, полимеразную цепную реакцию, обратную гибридизацию ДНК, построение филогенетического древа распространения патогенов, анализ их биотипов и серотипов, молекулярно-генетических приёмов и биоинформационного анализа, позволяющих получить достоверную информацию о возбудителях инфекционных заболеваний). Симбиотические микробные сообщества, в том числе микробиота человека и животных.

Взаимодействие микроорганизмов с растениями.

Структурированные сообщества микроорганизмов, в том числе биопленки.

Межмикробные взаимодействия, включая синтрофные ассоциации и чувство кворума.

Экстремофильные микроорганизмы, в том числе термофильные, галофильные, ацидофильные и алкалофильные микроорганизмы.

Геомикробиология. Микробная биоремедиация.

Антигенная структура бактерий и обоснование методов получения биологических препаратов бактериального происхождения (вакцин, сывороток, анатоксинов,

пробиотиков, витаминов и др.). Санитарная микробиология. Экзобиология (выживаемость микроорганизмов, космическая микробиология).

Стандарты по выделению/ выявлению патогенов и токсических продуктов микробного метаболизма в различных материалах и биосубстратах.

Принципы функционирования системы качества в лабораторной микробиологической диагностике.

#### *2.1.8. (Д) Методология научного творчества*

Объем дисциплины – 1 з.е., 36 ак. часов. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

Подготовка к выступлению. Слушатели, докладчик и презентация, наполнение и структура, полезные программы/сервисы и приемы работы.

Методологический и научно-категориальный аппарат исследований. Современные подходы к организации исследовательской работы. Понятие о методологии как о системе принципов и способов организации. Исследования и их роль в научной и практической деятельности людей.

Методология о принципах построения теоретической и практической деятельности. Философско-психологические, системотехнические основания методологии.

Структура научной деятельности: вопросы тактики и стратегии. Общая логика исследовательской деятельности — основные этапы.

Наука как форма общественного сознания. Критерии научности. Искусство, техника, наука: специфика содержания и структуры.

Методы и методики в исследовательском процессе. Метод научного познания: сущность, содержание, основные характеристики. Фактологическое обеспечение научного процесса. Исследования, вопросы общей методологии магистерского исследования. Принципы работы исследователя с фактами. Поиск и отбор фактов.

Алгоритмы опытно-поисковой деятельности. Параметры описания объектов и субъектов, включенных в опытно-поисковую деятельность: социальная характеристика, общая статистическая характеристика (по возрасту, уровню образования, социальному положению и пр.)

Общие требования к оформлению результатов исследовательской деятельности. Основные требования, предъявляемые к оформлению результатов исследования: объем, шрифт, заголовки и т.д. Цитирование (прямое и контекстное).

#### *2.1.9. (Д) Биоэкономика*

Объем дисциплины – 1 з.е., 36 ак. часов. В процессе освоения дисциплины изучаются следующие вопросы:

Молекулярная биология и биотехнологии – платформа биоэкономики. Общие представления о биоэкономике как области экономики, затрагивающей проблемы использования возобновляемого сырья и организации предприятий замкнутого цикла на основе привлечения инновационных технологий, создаваемых в области наук о жизни. Использование достижений биотехнологии в экономической деятельности.

Основные понятия отраслевого менеджмента. Функции управления. Основные понятия менеджмента и эволюция менеджмента. Особенности отраслевого менеджмента. Основной объект управления – организация. Классификация видов организаций. Виды организационных структур. Рыночные рычаги и государственное регулирование деятельности организаций. Сущность и функции управления. Информационные системы для повышения эффективности управления.

Управление основными и оборотными средствами организации. Понятие об основных средствах. Классификация видов основных средств. Обеспечение основными средствами. Амортизация основных средств. Анализ эффективности использования основных средств. Содержание и виды оборотных средств организации. Определение потребности организации в оборотных средствах. Эффективность использования оборотных средств организации.

Персонал и трудовой коллектив с позиции управления. Наличие и использование трудовых ресурсов организации. Трудовые ресурсы и персонал организации. Трудовая деятельность и ее организация. Условия труда и охрана труда. Использование и развитие человеческого капитала организации. Социальная политика организации. Показатели наличия трудовых ресурсов и использования рабочего времени. Показатели производительности труда и трудоемкости производства. Показатели движения трудовых ресурсов.

Управление интеллектуальной собственностью. Управление информационно-интеллектуальными ресурсами организации. Определение и классификация интеллектуально-информационных ресурсов организации. Экономика знаний и требования к управлению ими. Мониторинг элементов интеллектуальных ресурсов организации и влияния на них факторов окружающей среды и корпоративной культуры. Методы оценки стоимости интеллектуальных ресурсов. Объекты интеллектуальной собственности как составная часть интеллектуальных ресурсов организации.

Организация производства и оценки качества продукции. Стандартизация. Сущность и формы организации производства. Сущность и виды производственных процессов. Производственный цикл. Качество продукции и его показатели. Правовое регулирование качества продукции. Управление качеством продукции. Стандартизация в контексте исследовательской работы в области наук о жизни.

Маркетинг. Понятие о маркетинге и эволюция маркетинга. Виды маркетинговых концепций и стратегий. Маркетинговая среда. Роль цены в маркетинге. Интегрированные маркетинговые коммуникации.

Основные макроэкономические показатели. Методические особенности определения, динамика макроэкономических показателей. Экспорт, импорт. Особенности налогообложения в РФ.

Понятие и экономическое содержание инновационной деятельности организации. Жизненный цикл продукта. Экономические циклы. Формы инновационной деятельности. Модели участия государства в развитии инновационной сферы.

Управление инновационными процессами. Управление проектами. Управление инновационной деятельностью на основе целевых значений финансовых показателей.



Состав инструментария, используемого для управления инновационными процессами. Инновационные центры. Венчурное финансирование. Технопарки.

Методические инструменты оценки и управления рисками инновационных процессов. Основные параметры инновационной деятельности. Финансирование инноваций. Подходы к определению показателей управления. Подходы к определению рисков инновационной деятельности. Инструменты управления рисками инновационных процессов.

Конвергентная эволюция менеджмента. Использование особенностей междисциплинарного взаимодействия в целях управления. Применение методов биологии в управлении. NBIC-конвергенция. Потенциальный экономический эффект междисциплинарного взаимодействия.

Менеджмент биотехнологий в обеспечении продовольственной безопасности и в устойчивом развитии сельского хозяйства. Продовольственная безопасность – основные понятия. Общие подходы к обеспечению продовольственной безопасности. Биотехнологии и биоэкономика в устойчивом развитии и эко-интенсификации сельского хозяйства, связанного с производством пищевой продукции.

Менеджмент биотехнологий при создании и использовании возобновляемых источников энергии. Производство биотоплива как фактор развития биоэкономики. Виды возобновляемых источников энергии. Основные подходы к созданию и использованию возобновляемых источников энергии. Управление инновационной деятельностью при создании и использовании возобновляемых источников энергии. Общие биотехнологические подходы к производству биотоплива, роль биоэкономики.

Подходы к реализации концепции циркулярной экономики (обеспечение переработки и повторное использование промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов). Значение и проблемы антропогенного загрязнения окружающей среды. Основные подходы к управлению в целях снижения последствий загрязнения окружающей среды. Использование биотехнологических разработок в интересах экологии, роль биоэкономики.

Биотехнологические решения для фарминдустрии и здравоохранения: возможности управления. Биотехнологии и биоэкономика в производстве различных фармпрепаратов и лекарств. Национальный проект «Здравоохранение» и используемые механизмы достижения целевых показателей, значение биоэкономики и инновационных биотехнологических методов.

### *2.2.1. (П) Научно-исследовательская практика*

Объем дисциплины – 6 з.е., 216 ак. часов. В процессе прохождения практики изучаются методические материалы, публикации, технологии, обеспечивающие проведение комплексных научных исследований, проводятся мероприятия для освоения новых методов экспериментальной работы, том числе:

- систематизация, закрепление и расширение полученных профессиональных теоретических знаний по дисциплинам образовательного компонента программы аспирантуры;
- работа с электронными базами данных, отечественными и зарубежными библиотечными фондами;

- подготовка материалов, необходимых для представления результатов проведенного исследования в виде законченных научно-исследовательских разработок: тезисов докладов на конференции, научных статей, разделов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук;
- сбор, систематизация и обобщение материала для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

По результатам прохождения практики обучающийся готовит отчет о прохождении практики.

*Научные исследования по программе аспирантуры (научный компонент образовательной программы) организованы в соответствии с плановой тематикой структурных подразделений ФИЦ Биотехнологии РАН, уставными целями и задачами Центра. План подготовки диссертационного исследования, соответствующие оценочные средства фиксируются в индивидуальном плане работы аспиранта.*

### **АТТЕСТАЦИИ ПО ПРОГРАММЕ АСПИРАНТУРЫ**

Программа аспирантуры подразумевает организацию и проведение промежуточной и итоговой аттестации.

Промежуточные аттестации проводятся два раза в течение учебного года по итогам завершения очередного учебного семестра. Для проведения промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины, прохождения практики, выполнения научных исследований, оформления публикаций организуются экзамены и зачеты. Промежуточную аттестацию по научным исследованиям обучающегося организует научный руководитель.

Для систематической оценки выполненных обучающимися научных исследований, оценки достижения запланированного в индивидуальном плане качественного и количественного уровня публикаций, иных оформленных результатов интеллектуальной деятельности ежегодно проводится отчетная конференция аспирантов с изданием соответствующего сборника. Аттестационная комиссия, формируемая для организации ежегодной отчетной конференции аспирантов, вправе не чаще, чем один раз в учебный год пересмотреть оценку по научным исследованиям, определенную научным руководителем аспиранта или рекомендовать дирекции инициировать процедуры изменения научного руководителя.

К итоговой аттестации допускаются аспиранты, которые успешно выполнили индивидуальный план работы.

Итоговая аттестация по программам аспирантуры проводится в форме оценки подготовленной обучающимся диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»; постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»:

- диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны;

- диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку;
- в диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, а в диссертации, имеющей теоретический характер, - рекомендации по использованию научных выводов;
- предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;
- основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях (далее - рецензируемые издания);
- к публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых изданиях приравниваются публикации в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus и международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией Комиссии (далее - международные базы данных), а также в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI);
- к публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в рецензируемых изданиях приравниваются патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных, топологий интегральных микросхем;
- количество публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в рецензируемых изданиях должно быть не менее 2 (двух);
- в диссертации соискатель ученой степени обязан ссылаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов<sup>5</sup>;
- при использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени обязан отметить в диссертации это обстоятельство.

Порядок проведения итоговой аттестации, порядок проверки диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, представленных к итоговой аттестации, на предмет наличия неправомερных и (или) необоснованных заимствований определяются отдельными нормативными актами ФИЦ Биотехнологии РАН.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА**

Аспиранту, успешно прошедшему итоговую аттестацию по программе аспирантуры (выпускнику), не позднее 30 календарных дней с даты проведения итоговой аттестации выдается заключение и свидетельство об окончании аспирантуры.

---

<sup>5</sup> диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, представленные к итоговой аттестации, подлежат проверке на предмет наличия необоснованных и (или) необоснованных заимствований

В заключении отражаются личное участие аспиранта в получении результатов, изложенных в диссертации, степень достоверности результатов проведенных аспирантов исследований, их новизна и практическая значимость, ценность научных работ аспиранта, соответствие диссертации требованиям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», научная специальность (научные специальности) и отрасль науки, которым соответствует диссертация, полнота изложения материалов диссертации в работах, принятых к публикации (или) опубликованных аспирантом.

Порядок выдачи свидетельства об окончании аспирантуры, заключения о соответствии диссертации требованиям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» определяются отдельными нормативными актами ФИЦ Биотехнологии РАН.

Профессиональная деятельность, к которой готовится выпускник - научно-исследовательская.

### **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕКТРОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА**

ФИЦ Биотехнологии РАН обеспечивает аспиранту в течение всего периода освоения программы аспирантуры индивидуальный доступ к электронной информационно-образовательной среде посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и (или) локальной сети ФИЦ Биотехнологии РАН.

ФИЦ Биотехнологии РАН обеспечивает аспиранту доступ к учебно-методическим материалам, библиотечным фондам и библиотечно-справочным системам, а также информационным, информационно-справочным системам, профессиональным базам данных, состав которых определяется рабочими программами дисциплин, программах кандидатского экзамена, являющихся неотъемлемой частью образовательной программы.

Электронная информационно-образовательная среда ФИЦ Биотехнологии РАН обеспечивает доступ аспиранту ко всем электронным ресурсам, которые сопровождают научно-исследовательский и образовательный процессы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, в том числе к информации об итогах промежуточных аттестаций с результатами выполнения индивидуального плана научной деятельности и оценками выполнения индивидуального плана работы. Электронная образовательная среда формируется исходя из имеющегося в ФИЦ Биотехнологии РАН доступа к базам данных, через официальный сайт (<https://www.fbras.ru/>), облачное хранилище (<https://cloud.fbras.ru/>) с индивидуальным доступом, также с использованием сервиса yandex-документы для размещения индивидуальных планов работы (включая индивидуальный план научной деятельности и индивидуальный учебный план), результатов промежуточной и итоговой аттестации аспирантов.

Иные характеристики программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре отражаются в учебном плане, календарном графике, рабочих программах дисциплин, практики, программе итоговой аттестации, фондах оценочных средств и являются неотъемлемой частью программы аспирантуры.

## **КАДРОВЫЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

Не менее 60 % (шестьдесят процентов) численности штатных научных и (или) научно-педагогических работников, участвующих в реализации программы аспирантуры, должны иметь ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

Требования к лицам, которые могут быть назначены в качестве научного руководителя обучающегося, определяются отдельным нормативным актом ФИЦ Биотехнологии РАН.

## **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

В структурных подразделениях, осуществляющих научные исследования, Центра аспирантам предоставляются рабочие места для выполнения научных исследований с использованием имеющегося в них оборудования для микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и биоинформационных исследований.

Наличие в структурных подразделениях ФИЦ Биотехнологии РАН специальных лабораторных помещений (в том числе центров коллективного пользования, компьютерного кластера), оснащенных современным оборудованием, позволяет осуществлять на высоком уровне реализацию программы аспирантуры.

Ряд помещений Центра оборудованы как семинарские учебные аудитории. ФИЦ Биотехнологии РАН имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудитории для проведения лекций, оснащенные компьютерами и проекторами для показа мультимедийных презентаций.

ФИЦ Биотехнологии РАН обеспечивает аспиранту доступ у научно-исследовательской инфраструктуре в соответствии с настоящей программой и индивидуальным планом работы. Перечень оборудования, которое будет использовано при проведении непосредственных научных исследований аспиранта приводится в индивидуальном плане работ обучающегося, согласовывается с научным руководителем и утверждается директором (уполномоченным заместителем директора).

Сведения о материально-техническом обеспечении программы, планируемых результатах освоения программы и средствах их достижения отражаются в плане научной деятельности обучающегося на основе реализуемой тематики исследования и необходимого оборудования.

## **ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

Финансовое обеспечение реализации программы аспирантуры осуществляется в объеме не ниже установленных Министерством науки и высшего образования Российской Федерации базовых нормативных затрат в сфере образования для данного уровня образования и научной специальности.

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре реализуется без применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий<sup>6</sup>.

Язык реализации программы аспирантуры – русский.

Реализация программы в сетевой форме не предусмотрена.

Освоение программы аспирантуры осуществляется аспирантами по индивидуальному плану работы, включающему индивидуальный план научной деятельности и индивидуальный учебный план. Порядок формирования и утверждения индивидуального плана работы аспиранта определяется отдельным нормативным актом ФИЦ Биотехнологии РАН.

Форма организации и проведения практики: стационарная (в подразделениях ФИЦ Биотехнологии РАН, осуществляющих научные исследования).

Обучающиеся по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре получают опыт педагогической работы при руководстве выпускными квалификационными работами, практической подготовкой обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре студентов, проходящих практическую подготовку или стажировку в ФИЦ Биотехнологии РАН.

---

<sup>6</sup> в исключительных случаях допускается срочное применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий на основании распорядительных документов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, указов Мэра Москвы