

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:** 1.5.6. Биотехнология

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. Камиионская

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	28
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 1.5.6. Биотехнология 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 1.5.6. Биотехнология являются:

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

- углубленное изучение теоретических и методических основ организации и осуществления исследований в области науки о жизни (биологические науки, биотехнология);
- 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 знаниями о биотехнологических продуцентах, а также о культурах клеток растений и животных, используемых в биотехнологии для получения биомассы, ее компонентов и продуктов метаболизма, при этом

**ЗНАТЬ:** биотехнологических продуцентов, также культуры клеток растений и животных, используемых в биотехнологии.

**УМЕТЬ:** проектировать и контролировать биотехнологические процессы для направленного биосинтеза.

**ВЛАДЕТЬ:** общими представлениями о современных методах биотехнологии, возможностями их использования и способностью 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 «Биотехнология»;

**УМЕТЬ:** составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчеты 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)	Клеточная и генетическая инженерия растений	3
2.1.5. (Д)	Молекулярные основы современной биотехнологии	3
2.1.6. (Д)	Биоинформационный анализ данных	3
2.1.7. (Д)	Биотехнология (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) Клеточная и генетическая инженерия растений*

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

Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений. Организация биотехнологической лаборатории. Оборудование биотехнологической лаборатории и правила работы с ним. Особенности работы в условиях стерильной лаборатории. Разнообразие и приготовление питательных сред.

Биотехнология микрклонального размножения. Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей «in vitro». Типы эксплантов. Способы получения и методы стерилизации эксплантов. Культивирование растительного материала in vitro. Каллусогенез в культуре растительных клеток и тканей. Суспензионная культура.

Формирование генной инженерии, методы генной инженерии, ферменты генной инженерии (рестриктазы, лигазы, полимеразы, обратная транскриптаза, терминальная трансфераза, поли-А-полимераза). Классификация, номенклатура и характеристика рестриктаз.

Конструирование рекомбинантных ДНК. Определение нуклеотидной последовательности (секвенирование). Сшивка по одноименным «липким» концам (рестриктазно-лигазный метод). Сшивка по «тупым» концам (коннекторный метод). Сшивка фрагментов с разноименными липкими концами. Определение нуклеотидной последовательности (секвенирование) ДНК. Метод Маскама и Гилберта (химический). Метод Сэнгера (ферментативный). Платформы и технологии секвенирования. Гибридизация как высокочувствительный метод выявления специфических последовательностей нуклеотидов. Геномные библиотеки, клонирование ДНК in vivo.

Введение гена в клетку. Селективные и репортерные гены. Требования к векторной ДНК, ее состав. Регуляция экспрессии прокариотических генов. Регуляция экспрессии генов эукариот. Особенности организации генома эукариот. Типы векторов для введения гена в клетку. Бактериальные плазмиды. Вирусы. Плазмиды агробактерий. Транспозоны. Способы прямого введения генов в клетку. Трансфекция, микроинъекция, электропорация. Метод «мини-клеток». Упаковка в липосомы. Метод биологической баллистики. Получение трансгенных животных.

Трансформация растительного генома. Введение генов в клетки растений – основные способы. Экспрессия генетического материала в трансгенных растениях. Введение ДНК в клетки растений с помощью Ti- и Ri-плазмид. Возможности генной инженерии. Получение растений с заданными свойствами.

#### *2.1.5. (Д) Молекулярные основы современной биотехнологии*

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

Предмет биотехнологии, задачи и методы. Молекулярные основы и актуальные направления современной биотехнологии. Роль биотехнологии в решении глобальных проблем человечества (от экономики до экологии).

Этапы внедрения достижений молекулярной биологии, современной биотехнологии и «зеленой химии» в экономику. Характеристики микроорганизмов, определяющие возможности их промышленного использования. Основные виды микробиологической продукции – объемы, рынки, перспективы.

Микроорганизмы в молекулярно-биологических исследованиях. Основные представления о процессах культивирования микроорганизмов. Требования асептической работы, микробиологического контроля, требования к сырью, оборудованию, технике безопасности. Аппаратура для культивирования микроорганизмов в лабораторных и промышленных условиях. Устройство ферментеров. Методы контроля параметров культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование в оптимизации процессов культивирования. Методы выделения целевых продуктов – мембранная фильтрация, хроматография, и т.д. Методы хранения и паспортизации штаммов, микробиологические коллекции.

Пути от молекулярной биологии к биоинженерии (генная, белковая, метаболическая и другие виды инженерии). Ферменты генетической инженерии (рестриктазы, лигазы, полимеразы и др.). Классификация, номенклатура и общие характеристики рестриктаз.

Дрожжи как модельный объект для молекулярно-биологических и генетических исследований. Биотехнология дрожжей. Метаболизм дрожжей. Цели и задачи изучения метаболизма сахаромикетов. Химический состав клетки дрожжей. Углеводный обмен – субстраты и продукты. Пути утилизации глюкозы. Геномика дрожжей.

Современный статус расшифровки и аннотации генома дрожжей. Информационные ресурсы по геномике дрожжей – базы данных NCBI, EMBL-EBI. Основные направления сравнительной и эволюционной геномики дрожжей. Биоразнообразие дрожжей.

Функциональная геномика дрожжей – цели и задачи функциональной геномики, уникальные возможности дрожжей как объекта «постгеномной биологии». Полногеномные подходы к анализу функций генов у дрожжей – систематические делеции, эффекты сверхэкспрессии белков, микрочипы, репортерные гены, анализ субклеточной локализации и т.д.

Дрожжи как биофабрики для получения практически-важных белков. Биофармацевтика – общая характеристика, мировой рынок, препараты-блокбастеры. Преимущества и недостатки дрожжей как продуцентов целевых белков. Подходы к оптимизации экспрессии целевых генов в дрожжах. Проблемы выбора промотора, структуры кодирующей последовательности и т.д. Проблемы стабильности белков в дрожжах, дегроны и N-концевое правило. Убиквитин-протеасомная система дрожжей.

Молекулярная энзимология и промышленные ферменты. Общая характеристика ферментов как биологических катализаторов. Направления использования ферментов в пищевой, текстильной, целлюлозобумажной промышленности, производстве комбикормов, в составе синтетических моющих средств.

Ферменты в производстве аминокислот, применяющихся в пищевой и химической промышленности, а также в медицине и производстве кормов. Пути биосинтеза аминокислот. Важнейшие аминокислоты, объемы производства, микроорганизмы-продуценты. Стратегии создания штаммов-микроорганизмов-продуцентов аминокислот. Микробиологическое производство глутаминовой кислоты. Штаммы, технологии, пути оптимизации. Микробиологическое производство лизина. Получение треонина. Путь биосинтеза, методы селекции, стратегии отбора более эффективных штаммов. Основные стратегии использования методов белковой инженерии, энзимологии, геномики, транскриптомики и протеомики для создания штаммов-суперпродуцентов аминокислот. Значение органических кислот и их использование современной промышленностью.

Пути биосинтеза органических кислот. Организмы-продуценты, стратегии создания более совершенных штаммов. Органические кислоты как основа для полимерной химии. Биотехнологическое производство витаминов. Общая характеристика витаминов как микронутриентов, необходимых для гетеротрофного питания.

Ферменты и получение биотоплива. Значение биотоплив для современной энергетики. Государственные программы по разработке биотоплив. Виды биотоплив. Сырье для получения биотоплив. Биоэтанол. Общая характеристика, Преимущества и недостатки по сравнению с другими типами биотоплив. Схема получения этанола, спиртовое брожение. Микроорганизмы-этанологены, стратегии создания более эффективных штаммов продуцентов. Схемы получения биоэтанола из растительного сырья и из отходов деревоперерабатывающей промышленности. Подходы к созданию ГМ-энергетических растений нового поколения. Биобутанол как биотопливо. Ацетон-бутанол-этанольное брожение – история открытия, роль в развитии биотехнологии. Альтернативные методы биотехнологического получения бутанола с помощью ГМ-штаммов *E. coli* и дрожжей. Стратегии биотехнологического получения высокомолекулярных спиртов. Биодизель, общая характеристика, источники получения, преимущества и недостатки. Биогаз, биогазовые установки, интеграция производства энергии с переработкой отходов.

Ферменты и биопластики. Значение полимеров в современной экономике и промышленности. Типы синтетических полимеров. Проблемы утилизации бытовых и других отходов. Требования к биоразлагаемым полимерам. Типы биополимеров используемых для производства биопластиков. Динамика и структура рынка биопластиков. Природные полисахариды – общая характеристика, конформации мономеров, типы связей в полисахаридах, первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура.

Молекулярная биология вторичных метаболитов и их использование в биотехнологии. Антибиотики – общая характеристика, механизмы действия. Общая характеристика антибиотиков, классификация по химической структуре и механизмам действия. Генетика продуцентов антибиотиков. Ферментные системы биосинтеза антибиотиков у актиномицетов.

### 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) Биотехнология (кандидатский экзамен)*

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

Предмет биотехнологии, задачи и методы. Молекулярная биотехнология, генетическая и метаболическая инженерия. Микробная и клеточная биотехнология. Синтетическая биотехнология.

Коллекции микробных и клеточных культур биотехнологического назначения. Инженерия микробных консорциумов, ассоциаций микроорганизмов и биопленок.

Прикладная энзимология, технологии очистки белков-ферментов, прикладные аспекты белковой инженерии. Промышленная биотехнология, включая создание и применение промышленных микробных продуцентов.

Биотехнологии для ветеринарии и животноводства, включая аквакультуру. Микробиологическое производство кормового белка.

Технологии микробиологического синтеза. Агробиотехнологии, включая растительные клеточные культуры, технологии микроразмножения, производство вторичных метаболитов, использование растительных генетических ресурсов.

Бионанотехнологии для создания и применения наноматериалов.

Пищевая биотехнология, получение пищевых добавок и функциональных ингредиентов, биотехнологии для повышения продуктивности сельского хозяйства.

Биотехнологии в защите окружающей среды, биоремедиация, очистка сточных вод. Биоконверсия промышленных и бытовых отходов. Биодegradация стойких органических ксенобиотиков.

Биогеотехнологии, включая использование микроорганизмов при добыче и переработке полезных ископаемых, микробные технологии повышения добычи нефти, биометаллургию (выщелачивание металлов).

Биотехнологии для энергетики и строительства, включая получение биотоплива, биогаза, строительных биоматериалов. Биоэлектрические системы, производство биоводорода.

Инженерия биопроцессов, включая кинетику и моделирование биологических систем, создание биореакторов, а также систем мониторинга и контроля. Технологии биополимеров и биокompозитных материалов.

Создание рекомбинантных вакцин против возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных, антибиотиков, бактериофагов, гормонов, цитокинов, терапевтических моноклональных антител, пептидов. Технологии производства вакцин,

биологически активных препаратов, средств диагностики вирусных, бактериальных и грибных болезней.

Разработка диагностических средств (биочипов, биосенсоров), биосовместимых материалов с применением клеточных, геномных и постгеномных технологий; создание банков биологических образцов; создание ГМО и ГММ для фундаментальных научных исследований в области молекулярной генетики, биохимии, физиологии; для получения продуцентов вакцин и лекарственных веществ.

Разработки технологий получения аминокислот, органических кислот, белков, витаминов, жирных кислот, полисахаридов, ароматизаторов, пищевых добавок, ферментных препаратов, технологических вспомогательных средств, с применением методов микробного синтеза; методы биоконсервирования; биотехнологии утилизации пищевых отходов. Исследование и разработка требований к сырью (включая вопросы его предварительной обработки), биостимуляторов и другим элементам.

Изучение геномов молочнокислых бактерий и бактериофагов; поиск, селекция и создание высокоактивных штаммов молочнокислых, стартовых, технологических микроорганизмов с заданными функциональными свойствами; получение фагорезистентных молочнокислых бактерий; поиск и селекция культур - промышленных продуцентов антимикробных веществ; разработка пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, постбиотиков для коррекции и поддержания кишечного микробиома человека и животных; конструирование ГМ-штаммов микроорганизмов; создание бактериальных композиций (консорциумов), оценка их эффективности и стабильности.

Процессы микробного синтеза, биотрансформации и биокатализа; системы выращивания микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур растений и животных для направленного синтеза биомассы, ее компонентов, продуктов метаболизма, биологически активных соединений. Кинетика, гидродинамика, массо- и теплообмены в аппаратах для ферментации, сгущения биомассы, разделения клеточных суспензий, сушки, грануляции, экстракции, фракционирования, очистки, контроля и хранения конечных биотехнологических продуктов; открытые и замкнутые технологические системы микробиологического производства с учетом требований охраны окружающей среды.

Теоретические основы моделирования, оптимизации и масштабирования процессов и аппаратов микробного синтеза, разработка принципов и алгоритмов проектирования, регулирования, автоматического контроля технологических режимов и параметров; разработка технико-экономических критериев оценки эффективности производства биотехнологической продукции; цифровые технологии управления биотехнологическими процессами и биоинформационный анализ.

Исследования безопасности и функционального потенциала биотехнологических штаммов-продуцентов; оценка качества и безопасности новых видов продуктов, полученных биотехнологическими методами; молекулярно-генетическое маркирование штаммов – продуцентов; методы контроля подлинности биотехнологических продуктов.

#### *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. Производства 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 неправомерных 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.

В заключении отражаются личное участие аспиранта в получении результатов, изложенных в диссертации, степень достоверности результатов проведенных аспирантом 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

---

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

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 у 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