

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

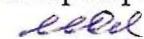
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

 Л.В. Волкова

Д.м.н., профессор кафедры ХБТ

«17»  2022г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры
«Биотехнология, в т.ч. бионанотехнология»**

Научная специальность	1.5.6. Биотехнология
Направленность (профиль) программы аспирантуры Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Биотехнология Химия и биотехнология (ХТБ)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: 5 Зачёт:	

Пермь 2022 г.

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Биотехнология, в т.ч. бионанотехнологии» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 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)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области биотехнологии и нанотехнологий.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биотехнология, в.ч. бионанотехнологии» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.5.6. Биотехнология.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- инновационные пути создания биотехнологических продуктов на основе использования данных геномики, протеомики и биоинформатики.

Уметь:

- разрабатывать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта;
- учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта;

- осуществлять анализ биологически активных соединений методом иммуноферментного анализа.

Владеть:

- методами и средствами рационального выбора аппаратуры, условий и типа микроорганизмов для проведения определенного биотехнологического процесса.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	36
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

Раздел 1. Биотехнологии (Л – 3, ПЗ-4, СРС – 44)

Тема 1. Промышленная биотехнология

Объекты микробной биотехнологии. Культивирование микроорганизмов. Выделение конечных продуктов ферментации. Получение продуктов брожения, органических кислот, антимикробных веществ, аминокислот, витаминов, стимуляторов и регуляторов роста растений, микробных полимеров, ферментных препаратов, пробиотиков, биоудобрений и биофунгицидов. Биопластики как альтернатива синтетическим полимерам.

Тема 2. Инженерная энзимология.

Инженерная энзимология, ее задачи. Имобилизованные ферменты. Носители для иммобилизации ферментов. Методы иммобилизации ферментов. Иммобилизация клеток. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные ферменты в медицине.

Тема 3. Клеточная инженерия.

Культура клеток и тканей. Техника введения в культуру *in vitro* и культивирование изолированных клеток и тканей. Культура каллусных тканей, клеточных суспензий, одиночных клеток. Морфогенез в каллусных тканях. Получение и использование гомо-, гетеро- и синкариотических гибридов. Коллекционные центры клеточных культур и их роль в сохранении генофонда.

Раздел 2. Бионанотехнологии (Л – 2, ПЗ-2, СРС – 44)

Тема 4. Генетическая инженерия.

Бионанотехнологии. Биотехнология рекомбинантных ДНК. Конструирование рекомбинантных ДНК. Экспрессия чужеродных генов. Клонирование и экспрессия генов в различных организмах. Генетически модифицированные организмы. Диагностические системы на основе наночастиц (биосенсоры). Использование наноматериалов для адресной доставки лекарственных препаратов.

Тема 5. Нанотехнологии

Наноматериалы. Методы получения наночастиц. Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов. Синтез наноструктур с помощью вирусов и микроорганизмов. материалов и др.).

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Критерии оценки биотехнологического процесса.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2	2	Решение задач по теме «Кинетика ферментативных реакций»	Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Биомедицинские и фармацевтические технологии. Применение моноклональных антител.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	5	Физико-химические и биологические методы получения наночастиц. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот. Примеры применения нанотехнологии в биокатализе и медицине. Проблемы нанобиобезопасности.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

4.5. Перечень тем самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий 96 час

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Физико-химические методы исследования биоматериалов. характеристика основных физико-химических методов, их возможности и ограничения; основные принципы, положенные в основу физико-химических методов; чувствительность, воспроизводимость.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	1	Основные области применения	Творческое	Темы творческих

		биотехнологии	задание	заданий
3	1	Перспективные направления биотехнологии в снабжении населения продовольствием	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	1	Преимущества и проблемы биопродукции ценных для промышленности и медицины органических соединений в растительной системе	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	1	Изучить и записать содержание незаменимых аминокислот в белках некоторых микроорганизмов	Творческое задание	Темы творческих заданий
6	2	Технология ферментных препаратов. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	2	Ферменты в медицине. Ферменты коррекции пищеварения. Ферменты наружного применения. Тромболитические ферменты и противоопухолевой терапии. Использование ферментов в качестве аналитических реактивов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	3	Полимеразная цепная реакция – методология применения. Ферментный способ получения рекомбинантой ДНК.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	3	Методы культивирования и гибридизации клеток, способы получения гибридом	Творческое задание	Темы творческих заданий
10	3	Микроорганизмы и получаемых от них продукты.	Творческое задание	Темы творческих заданий
11	4	Использование вирусных геномов в качестве векторов для введения генетической информации в клетки животных	Творческое задание	Темы творческих заданий
12	4	Основные этапы развития генетической инженерии. Зарисовать и объяснить схему получения рекомбинантных ДНК	Творческое задание	Темы творческих заданий
13	5	Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Нанокompозиты и их синергические свойства.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		Основные принципы формирования наносистем.		
14	5	Классификация и свойства наноматериалов. Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ и липидов. Особенности наноструктур на основе полимеров.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	5	Биотехнология и безопасность. Государственное регулирование генно-инженерной деятельностью. Особенности оценки безопасности генетически модифицированных продуктов для здоровья человека.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
16	5	Использование биотехнологических подходов в растениеводстве и животноводстве	Творческое задание	Темы творческих заданий
17	5	Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Биотехнология, в т.ч. нанобиотехнологии» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы.

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Эхуд Газит. Нанобиотехнология. Необъятные перспективы развития. – Научный мир.- 2011.- 152с.	2
	Писарев О.А., Поляков И.В. Фракционирование биологически активных веществ. Аналитические и препаративные методы.- Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
2	Рольф Шмид. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия.-2014.- 328с.	19
3	Казаков Д.А., Аснин Л.Д., Аникина Л.В., Пан Л.С., Портнова А.В.Методы выделения и очистки биопрепаратов в решении задач биотехнологии: методические указания к лабораторным работам. - Издательство ПНИПУ.- 2016.- 28с.	100 на каф.
3	Т.А. Зайцева, Л.В. Рудакова Микробиология и биотехнология. - Издательство ПНИПУ.- 2011. - 76с.	15+ЭБ+100 на каф.
4	Л.В. Волкова. Биотехнология природного альфа-интерферона и лекарственные формы на его основе. - Издательство ПНИПУ. - 2008- 161с.	50+ЭБ+100 на каф.
5	Л.В. Волкова Биотехнология изготовления препаратов крови человека .-Издательство ПНИПУ. - 2018- 115с.	5+ЭБ+30 на каф
6	Рубин А.Б. Нанобиотехнологии: практикум М.:БИНОМ. Лаборатория знаний.-2012.- 384с.	4
2.2 Периодические издания		
1	<i>Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология</i>	
2	<i>Биотехнология</i>	
3	<i>Биохимия</i>	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ Р ЕН 12469-2010 Биотехнология. Технические требования к боксам микробиологической безопасности. Национальный стандарт Российской Федерации.	КонсультантПлюс
2	ГОСТ Р 82249 -2009 Правила производства и контроля качества лекарственных средств.	КонсультантПлюс
2.4 Официальные издания		
1	<i>Конституция Российской Федерации</i>	КонсультантПлюс
2	<i>Трудовой кодекс Российской Федерации</i>	КонсультантПлюс

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных

электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6.2.2. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта

Таблица 4

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ХБТ	305	60	10
2	Лаборатория	Кафедра ХБТ	317-318	80	12

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является кандидатский экзамен, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

• Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.
4	Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство

Оценка	Критерии оценивания
	<p>дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.6. «Биотехнология» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Утилизация сельскохозяйственных отходов с помощью методов биотехнологии.
2. Создание технологий для восстановления окружающей среды с использованием генно-инженерно-модифицированных микроорганизмов.
3. Биотехнологические методы создания новых вакцинных препаратов.
4. Основные принципы повышения качества продукции биотехнологических производств

Типовые контрольные задания:

1. Технологические решения по сокращению количества сточных вод в биотехнологическом производстве на примере выполнения НИР.
2. Принципиальная схема получения иммуномодуляторов, иммуностимуляторов.
3. Технологии продуктов трансформации органических соединений ферментами микробных клеток.
4. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана, биоконверсией органических отходов и растительного сырья.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ХТБ».

Программа
Биотехнология

Кафедра
Химии и биотехнологии

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Дисциплина
«Биотехнология, в т.ч. бионанотехнология»

БИЛЕТ № 1

1. Питание микроорганизмов. Источники углерода, азота, фосфора; факторы роста, предшественники. Сырье, используемое в биотехнологических производствах (*контроль знаний*)
2. Антибиотики. Механизмы действия на микроорганизмы. Особенности биосинтеза. Стадии получения и очистки. Пути создания высокоактивных продуцентов антибиотиков (*контроль умений*)
3. Особенности отбора биологического материала для детекции наночастиц в биологических жидкостях различными физико-химическими методами (*контроль умений и владений*)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Ходяшев Н.Б.

« ____ » _____ 202 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		