

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Павлов Валентин Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.06.2025 17:08:49

Уникальный программный ключ:

a562210a8a161d1bc9a34c4a0b3e020ac76b9d756b3849e4d0b025a4e71d6ee

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ МИНЗДРАВА РОССИИ)**

Кафедра фармацевтической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

В.Е. Изосимова

« 10 » *июня* 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ БИОНАНОСИСТЕМ

Уровень образования

Высшее – *магистратура*

Направление подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

Бионанотехнологии и наноструктурированные биоматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки: *2025*

Уфа – 2025

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 934 от «11» августа 2020 г;

2) Учебный план по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) подготовки Бионанотехнологии и наноструктурированные биоматериалы, утвержденный Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации от «27» мая 2025г., протокол № 5.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии от «20» февраля 2025 г., протокол № 23.

Заведующий кафедрой



Ю.В. Шикова

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена Учебно-методическим советом Центра инновационных образовательных программ от «26» марта 2025 г., протокол № 7.

Председатель УМС

Центра инновационных образовательных программ



Т.Н. Титова

Разработчики:

1. Шикова Ю.В., д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой фармацевтической технологии и биотехнологии,
2. Кильдияров Ф.Х. к.фарм.н., доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии
3. Петрова В.В. к.фарм.н., доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ:

1. Пояснительная записка	4
1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины	5
2.1. Типы задач профессиональной деятельности.....	5
2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции	5
Изучение учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных (ПК) компетенций:.....	5
3. Содержание рабочей программы	6
3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы	6
3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины.....	7
3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля	8
3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля)	8
3.5 Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).....	9
3.6. Лабораторный практикум	9
3.7. Самостоятельная работа обучающегося	9
3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)	9
3.7.2. Виды СР (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)	9
3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов	10
4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля).....	11
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	11
Код и формулировка компетенции:	11
ПК-2. Способен проектировать и сопровождать создание, исследование, моделирование и эксплуатацию наноматериалов, нанообъектов и наносистем, применение процессов нанотехнологии и нанодиагностики в медицине, фармацевтике и биотехнологии.	11
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	15
5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля).....	17
5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля).....	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)	18
6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)	18
6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы.....	19
6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства.....	20

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологические основы создания бионаносистем» относится к вариативной части Б1.В.08.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Цель изучения дисциплины: овладеть знаниями, умениями и компетенциями в области технологии нанобиоматериалов, в основу которых положены принципы разработки, научных исследований, производства, изготовления, и контроля качества нанобиоматериалов биотехнологического и нанотехнологического происхождения, основы построения и функционирования природных и искусственных бионаносистем, а также практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по учебной дисциплине
ПК-2. Способен проектировать и сопровождать создание, исследование, моделирование и эксплуатацию наноматериалов, нанообъектов и наносистем, применение процессов нанотехнологии и нанодиагностики в медицине, фармацевтике и биотехнологии.	ПК-2.3. Использует знания о методах физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов; современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса.	Знать методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	ПК-2.4. Использовать нормативную и производственную документацию при проектировании.	Уметь использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	ПК-2.5. Участвует в разработке нанотехнологических процессов и методов нанодиагностики; выбирает аппаратное оформление процессов биотехнологии, производит его расчет; анализирует результаты получения и тестирования.	Владеть методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.

ПК-3. Способен осуществлять организационно-управленческую деятельность в области современных информационных технологий, создания, исследования, моделирования и эксплуатации наноматериалов, нанообъектов и наносистем, руководить проектом.	ПК-3.1. Организовывать сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных технологий и наносистем.	Знать методы и методики разработки, отладки, модификации и поддержки информационных технологий и бионаносистем.
		Уметь организовывать сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных технологий и создания бионаносистем.
		Владеть методами и методиками разработок, отладки, модификации и поддержки информационных технологий, в том числе технологическими основами создания бионаносистем.

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

2.1. Типы задач профессиональной деятельности

Задачи профессиональной деятельности, которые лежат в основе преподавания учебной дисциплины:

1. научно-исследовательская;
2. научно-производственная;
3. проектная;
4. организационно-управленческая;

2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции

Изучение учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных (ПК) компетенций:

п/№	Номер/ индекс компетенции (или его части) и ее содержание	Номер индикатора компетенции (или его части) и его содержание	Индекс трудовой функции и ее содержание	Перечень практических навыков по овладению компетенцией	Оценочные средства
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-2. Способен проектировать и сопровождать создание, исследование, моделирование и эксплуатацию наноматериалов	ПК-2.2.Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной		Способы и методики проведения работы с биообъектами с учетом безопасности. Использование нормативной, справочной и научной	контрольная работа, собеседование, тестирование, ситуационные задачи

	в, нанообъектов и наносистем, применение процессов нанотехнологии и нанодиагностики в медицине, фармацевтике и биотехнологии .	продукции наноиндустрии. ПК-2.3. Использует знания о методах физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов; современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса. ПК-2.4. Использовать нормативную и производственную документацию при проектировании. ПК-2.5. Участвует в разработке нанотехнологических процессов и методов нанодиагностики; выбирает аппаратное оформление процессов биотехнологии, производит его расчет; анализирует результаты получения и тестирования.		литературы для решения профессиональных задач.	
--	--	--	--	--	--

3. Содержание рабочей программы

3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов (зачетных единиц)	Семестры
		2
1	2	3
Контактная работа (всего), в том числе:	24/0,66	24
Лекции (Л)	8/0,22	8
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	16
Семинары (С)	-	-

Лабораторные работы (ЛР)		-	-
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе:		48/1,33	48
<i>Подготовка к занятиям (ПЗ):</i> <i>Работа с учебной литературой</i> <i>Самоконтроль усвоения материала по вопросам для самоподготовки.</i> <i>Выполнение самостоятельной внеаудиторной работы (заполнение таблиц по темам).</i>		32	32
<i>Подготовка к промежуточному контролю (ППК))</i>		16	16
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	(3)	(3)
	экзамен (Э)	-	-
ИТОГО: Общая трудоемкость	час.	72	72
	ЗЕТ	2	2

3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотношенных с ними тем разделов дисциплины

п/№	№ компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)
1	2	3	4
1.	ПК-2,	Наноструктуры на основе белков, пептидов нуклеиновых кислот.	Наноструктуры на основе белков и липидов. Белковые капсулы и их применение. Другие белковые наносистемы и их применение. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов. Модуль № 1 по темам: Наноструктуры на основе белков и липидов. Белковые капсулы и их применение. Другие белковые наносистемы и их применение. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов. Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации. Методы синтеза нуклеиновых кислот. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот. Структурная ДНК-нанотехнология. Сетки на основе ДНК-множеств. Функциональная ДНК-нанотехнология. Модуль № 2 по темам: Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот. Методы синтеза нуклеиновых кислот. Структурная ДНК-нанотехнология. Сетки на основе ДНК-множеств. Функциональная ДНК-нанотехнология.
2.	ПК-2	Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ,	Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ. Наноструктуры на основе липидов.

		липидов, полимеров, вирусов и микроорганизмов.	Наноструктуры на основе полимеров. Модуль № 3 по темам: Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ. Наноструктуры на основе липидов. Наноструктуры на основе полимеров. Вирусы в синтезе наноструктур. Вирусы в создании гибридных наноматериалов. Вирусные наноструктуры в медицине. Виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов. Модуль № 4 по темам: Вирусы в синтезе наноструктур. Вирусы в создании гибридных наноматериалов. Вирусные наноструктуры в медицине. Виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов.
--	--	--	--

3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

п/№	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ЛР	ПЗ*, ПП	СР	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	3	Наноструктуры на основе белков, пептидов нуклеиновых кислот. Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ, липидов, полимеров, вирусов и микроорганизмов.	8	-	16	48	72	Тестовые задания, собеседование, ситуационные задачи, реферативные сообщения (1-8)
		Итого	8	-	16	48	72	

3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля)

п/№	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Количество часов
		3 семестр
1	2	3
1	Предмет нанобиотехнологии. Цели и задачи нанобиотехнологии. История развития нанобиотехнологии. Объекты нанобиотехнологии. Наноструктуры на основе белков и липидов. Белковые капсулы и их применение. Другие белковые наносистемы и их применение. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов.	2
2	Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации. Методы синтеза нуклеиновых кислот. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот.	2

3	Структурная ДНК-нанотехнология. Сетки на основе ДНК-множеств. Функциональная ДНК-нанотехнология. Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ, липидов, полимеров.	2
4	Вирусы в синтезе наноструктур. Вирусы в создании гибридных наноматериалов. Вирусные наноструктуры в медицине. Виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов. Перспективы развития технологии бионаносистем.	2
	Итого	8

3.5 Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля)

п/№	Название тем практических занятий	Количество часов
1	Предмет нанобиотехнологии. Цели и задачи нанобиотехнологии. История развития нанобиотехнологии. Объекты нанобиотехнологии. Наноструктуры на основе белков и липидов.	2
2	Белковые капсулы и их применение. Другие белковые наносистемы и их применение. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов.	2
3	Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации. Методы синтеза нуклеиновых кислот.	2
4	Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот.	2
5	Структурная ДНК-нанотехнология. Сетки на основе ДНК-множеств. Функциональная ДНК-нанотехнология.	2
6	Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ, липидов, полимеров.	2
7	Вирусы в синтезе наноструктур. Вирусы в создании гибридных наноматериалов. Вирусные наноструктуры в медицине.	2
8	Виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов. Перспективы развития технологии бионаносистем.	2
	ИТОГО	16

3.6. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум - не предусмотрен

3.7. Самостоятельная работа обучающегося

3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)

Аудиторная работа - не предусмотрена

3.7.2. Виды СР (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	се м ес тр	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СР	Всего часов
1		2	3	4
1	3	Наноструктуры на основе белков и липидов и НК.	- выполнение аудиторной контрольной работы; - выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; - отработка практических навыков,	48

		Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ, полимеров и вирусов.	- решение практических заданий; - разбор ситуаций; - изучение нормативных и иных материалов; - использование справочной литературы; - чтение и анализ текстов (нормативных актов, учебной литературы и т.п.) - иные формы, предусмотренные рабочей программой дисциплины	
ИТОГО часов в 3 семестре				48

3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

Семестр № 3

1. Определение понятий «нанотехнологии», «нанобиотехнологии», «наномедицина».
2. Применение технических методов в биологических наносистемах и использование биологических стратегий в технических наносистемах.
3. Междисциплинарность нанотехнологий.
4. Перспективы развития нанотехнологий в России.
5. Основные подходы к созданию нанообъектов.
6. Инструменты нанотехнологий: электронный микроскоп, сканирующий зондовый микроскоп, оптический пинцет.
7. Методы получения наноструктур.
8. Методы стабилизации наночастиц: матричная изоляция, поверхности наночастиц, локализация наночастиц на поверхности носителей различной природы.
9. Живые организмы как биореакторы наночастиц.
10. Классификация наноматериалов на основе их формы, химического состава, способа получения.
11. Свойства объемных и наноструктурных материалов. Размерные эффекты.
12. Углеродные наноструктуры: фуллерены, графен, одно- и многостенные нанотрубки, нановолокна.
13. Нанопористые вещества, наноструктурированные пленки.
14. Области применения наноматериалов. Наноматериалы в медицине.
15. Определение понятий «самосборка», «самоорганизация».
16. Наноструктуры на основе белков и липидов.
17. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов.
18. Использование принципов самоорганизации в нанотехнологиях.
19. Работа «молекулярных моторов»: АТФ-синтетаза, актинмиозиновый комплекс, кинезин.
20. Нанотехнологии в медицине сегодня. Лекарственные нанопрепараты в онкологии, неврологии, иммунологии.
21. Регенеративная медицина.
22. Липосомы. Преимущества и перспективы применения липосомных форм лекарственных средств.
23. Принципы организации липидного бислоя. Строение фосфатидилхолина.
24. Формирование мицелл. Обратные мицеллы.
25. Физико-химические и динамические свойства липидов. Фазовые переходы липидов.
26. Дендримеры. Строение и размеры макромолекул дендримеров.
27. Свойства и применение дендримеров в биологии и медицине: направленный транспорт лекарственных средств, молекулярные сита, контрастные вещества.
28. Самособирающиеся липидные нанотрубки как инструмент доставки нуклеиновых кислот в клетки.
29. Использование бактерий для внутриклеточной доставки лекарств.

30. Методы синтеза нуклеиновых кислот.
31. Структурная ДНК-нанотехнология.
32. Функциональная ДНК-нанотехнология.
33. Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ.
34. Наноструктуры на основе полимеров.
35. Перспективы использования биологических микрочипов.
36. Олигонуклеотидные ДНКовые и белковые биочипы.
37. Определение нуклеотидных последовательностей (секвенирование) ДНК.
38. Гибридизация нуклеиновых кислот.
39. Вирусы в синтезе наноструктур.
40. Биочипы на основе ферментов.
41. Клеточные биосенсоры: создание, характеристика, применение. Свойства иммобилизованных клеток.
42. Технология получения рекомбинантных ДНК.
43. Вирусы в создании гибридных наноматериалов.
44. Вирусные наноструктуры в медицине.
45. Методы создания и применение искусственных нановолокон в биологии и медицине.
46. Использование нанотехнологий для повышения биосовместимости трансплантатов.
47. Виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов.
48. ДНК-универсальный компонент для создания наноструктурных устройств. Разветвленная ДНК. «Липкие концы».
49. Стратегии конструирования: «шаг за шагом» (Н. Симан), «все сразу» (Ю.М. Евдокимов).
50. Перспективы создания и применения наноконструкций на основе двуцепочечных молекул ДНК.
51. Проблемы конструирования нанороботов.
52. Медицинские нанороботы Р. Фрайтса: респирициты, клоттоциты, макрофагоциты.
53. Методические подходы к оценке безопасности наноматериалов.
54. Эластомерные белки и возможность их использования в наномеханике.
55. Контроллеры на основе ДНК: принципы работы.
56. Зависимость степени токсичности от протяженности наноструктур.
57. Нейро-, кардио- и гепатотоксичность наноматериалов.
58. Влияние фуллеренов, одно- и многослойных углеродных нанотрубок на систему свертывания крови.
59. Физико-химические основы биологического действия нанообъектов.
60. Основные пути поступления наночастиц в организм человека.
61. Распределение и накопление наночастиц в различных органах и тканях.
62. Проникновение наночастиц через гематоэнцефалический барьер.
63. Основные компоненты системы оценки риска наноматериалов.
64. Использование методов нанотехнологий в области экологии и энергетики.
65. Наноматериалы и очистка сточных вод. Композиционные наночастицы.

4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

ПК-2. Способен проектировать и сопровождать создание, исследование, моделирование и эксплуатацию наноматериалов, нанообъектов и наносистем, применение процессов нанотехнологии и нанодиагностики в медицине, фармацевтике и биотехнологии.

Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
-------------------------------	---------------------	--

достижения компетенции	по дисциплин е	Не зачтено	Зачтено
ПК-2.2.Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной продукции наноиндустрии.	Знать	Не знает методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Знает методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Уметь	Не умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Владеть	Не владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратурного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратурного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.

ПК-2.3. Использует знания о методах физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов; современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса.	Знать	Не знает методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Знает методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Уметь	Не умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Владеть	Не владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.
ПК-2.4. Использовать нормативную и производственную документацию при проектировании.	Знать	Не знает методы и методики физико-химического и математического моделирования	Знает методы и методики физико-химического и математического моделирования

		нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Уметь	Не умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Владеть	Не владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.
ПК-2.5. Участвует в разработке нанотехнологических процессов и методов нанодиагностики; выбирает аппаратное оформление процессов биотехнологии, производит его расчет; анализирует результаты	Знать	Не знает методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических	Знает методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических

получения и тестирования.		производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Уметь	Не умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Умеет использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов
	Владеть	Не владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Владеет методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-2.2.Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний	Знать методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий	Оценочные материалы открытого и закрытого типа

инновационной продукции наноиндустрии.	технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	
	Уметь использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
	Владеть методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратурного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
ПК-2.3. Использует знания о методах физико- химического и математического моделирования нанотехнологических процессов; современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса.	Знать методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
	Уметь использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
	Владеть методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратурного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
ПК-2.4. Использовать нормативную и производственную документацию при проектировании.	Знать методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа

	Уметь использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
	Владеть методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
ПК-2.5. Участвует в разработке нанотехнологических процессов и методов нанодиагностики; выбирает аппаратное оформление процессов биотехнологии, производит его расчет; анализирует результаты получения и тестирования.	Знать методы и методики физико-химического и математического моделирования нанотехнологических процессов, в том числе современные подходы к проектированию биотехнологических производств и отдельных стадий технологического процесса в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
	Уметь использовать нормативную и производственную документацию при проектировании и проводить работы по усовершенствованию технологий, с учетом методологии научных исследований в области бионанотехнологии и наноструктурированных биоматериалов	Оценочные материалы открытого и закрытого типа
	Владеть методами и методиками лабораторных работ используемых в разработке нанотехнологических процессов, методами нанодиагностики; методами аппаратного оформления процессов биотехнологии, вычислительными расчетами; методами анализа результатов получения и тестирования.	Оценочные материалы открытого и закрытого типа

5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование печатных и (или) электронных образовательных и информационных ресурсов	Наличие печатных и (или) электронных образовательных и информационных ресурсов
Основная литература		
1	Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : Учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 3-е изд.,	Неограниченный доступ

	стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-9164-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/187746 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
Дополнительная литература		
1	Процессы получения наноматериалов : методические указания / составитель Т. В. Свистова. — Воронеж : ВГТУ, 2022. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301022 (дата обращения: 04.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
2	Инновационные технологии и научные основы создания микро- и наноматериалов : монография / В. А. Власов, Г. Г. Волокитин, Н. К. Скрипникова [и др.]. — Томск : ТГАСУ, 2021. — 120 с. — ISBN 978-5-93057-982-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/231425 (дата обращения: 04.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
3	Дзидзигури Э. Л. Нанотехнологии. Практика : Учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 193 с.. - (Нанотехнологии). - ISBN 9785932088838. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/nanotehnologii-praktika-17850407/ (дата обращения: 04.04.2025). - Режим доступа : по подписке.	Неограниченный доступ

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)

1. <https://www.medicinform.net/> (Медицинская информационная сеть)
2. <https://www.studentlibrary.ru/> (Консультант студента)

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

Таблица

№ п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, (с указанием номера такового объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
1	2	3	4

1	Высшее, направление подготовки, 06.04.01 Биология, направленность (профиль) подготовки Бионанотехнологии и наноструктурированные биоматериалы	Учебная аудитория № 220 (лекционный зал) с возможностью подключения к сети «Интернет», оборудованная оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения Учебная комната № 119 (для самостоятельной работы оборудована компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации). Учебная лаборатория - комната для обслуживания учебного процесса	450010, Республика Башкортостан, г. Уфа, Ленинский р-н, ул. Летчиков, №2, 1 этаж, № 220 450010, Республика Башкортостан, г. Уфа, Ленинский р-н, ул. Летчиков, №2, 1 этаж, № 119
---	---	--	---

6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

<http://www.studmedlib.ru/> - многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронно-библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, в том числе аудио, видео, анимации, интерактивным материалам, тестовым заданиям и др.

<http://e.lanbook.com> - электронно-библиотечная система издательства «Лань» - ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы по естественным и гуманитарным наукам.

<https://www.books-up.ru/> - электронно-библиотечная система «Букап» - это новый формат библиотечной системы, в которой собраны книги медицинской тематики: электронные версии качественных первоисточников от ведущих издательств со всего мира.

<https://rusneb.ru/> - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ граждан Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры до новейших авторских произведений.

<https://www.ras.ru/> - электронные версии коллекции журналов «Российской академии наук» (РАН)

<https://dlib.eastview.com/> - коллекция журналов «Медицина и здравоохранение» на платформе компании ИВИС. В коллекцию входят журналы как за текущий год, так и архив номеров.

<http://ovidsp.ovid.com/> - полнотекстовая коллекция журналов от ведущего международного медицинского издательства LWW, в которых публикуются актуальные исследования и материалы по различным областям медицины.

<https://link.springer.com/> - полнотекстовая коллекция электронных книг и полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний.

<http://onlinelibrary.wiley.com> - полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства John Wiley & Sons, Inc., охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.

<https://www.cochranelibrary.com> - базы данных Кокрейновской библиотеки предоставляют информацию и доказательства для поддержки решений, принимаемых в медицине и других областях здравоохранения, а также информируют тех, кто получает медицинскую помощь. Ресурс позволяет найти информацию о клинических испытаниях, кокрейновских обзорах, некокрейновских систематических обзорах, методологических исследованиях, технологических и экономических оценках по определенной теме или заболеванию.

<https://www.orbit.com/> - база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию.

<http://search.ebscohost.com/> - полнотекстовая коллекция, которая включает 144 электронные книги от ведущих научных и университетских издательств и охватывает все дисциплины, изучаемые в медицинском вузе.

<https://nmal.nucleusmedicalmedia.com/home> - база изображений Nucleus Medical Art Library (NMAL). Созданная Nucleus Medical Art, NMAL содержит растущую коллекцию высококачественных иллюстраций и анимаций, изображающих анатомию, физиологию, хирургию, патологию, болезни, состояния, травмы, эмбриологию, гистологию и другие медицинские темы.

www.jaypeedigital.com - комплексная платформа медицинских ресурсов для студентов, преподавателей, научных и медицинских работников охватывает более 60 медицинских специальностей, включая смежные области – стоматологию, уход за больными, физиотерапию, фармакологию. Цифровой контент JAYPEE DIGITAL содержит клиническую диагностику, лабораторные исследования, современные хирургические процедуры, клинические методы от лучших специалистов отрасли по всему миру.

<https://eduport-global.com/> - электронная библиотека медицинской литературы от CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd., одного из ведущих издательств на Индийском субконтиненте, известного своими качественными учебниками по медицинским наукам и технологиям.

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	Описание	Кол-во	Поставщик	Где установлено
1.	Права на программу для ЭВМ корпоративная лицензия на специальный набор программных продуктов Microsoft Desktop School ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprase	Операционная система Microsoft Windows + офисный пакет Microsoft Office	200	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета

2.	Права на программу для ЭВМ набор веб-сервисов, предоставляющих доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office для образования Microsoft Office 365 A5 for faculty - Annually	Организация ВКС Microsoft Teams	25	ООО «Софтлайн Трейд»	Лекционные аудитории Кафедры и подразделения Университета
3.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты персональных компьютеров Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления	Антивирусная защита (российское ПО)	1750	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервера, кафедры и подразделения Университета
4.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты рабочих станций и файловых серверов Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 1 year Educational Renewal License	Антивирусная защита (российское ПО)	450	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
5.	Права на программу для ЭВМ Офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный	Офисный пакет (российское ПО)	120	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
6.	Права на программу для ЭВМ Операционная система для образовательных учреждений Астра Linux Common Edition	Операционная система (российское ПО)	40	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
7.	Права на программу для ЭВМ Система контент-фильтрации SkyDNS	Фильтрация интернет-контента (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
8.	Права на программу для ЭВМ Система для организации и	Организация веб-конференц	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер

	проведения веб-конференций, вебинаров, мастер-классов Mirapolis Virtual Room	ий, вебинаров, мастер-классов (российское ПО)			
9.	Права на программу для ЭВМ Система дистанционного обучения Русский Moodle 3KL	Учебный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	«Софтлайн Трейд»	Хостинг на внешнем ресурсе
10.	Права на программу для ЭВМ "АИС «БИТ: Управление вузом»"	Электронный деканат (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО) (российское ПО)	1	Компания «Первый БИТ»	Сервер
11.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения» (неогр. кол-во пользователей)	Корпоративный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Сервер
12.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Управление сайтом - Эксперт»	Сайт ОО (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
13.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Сайт учебного заведения»		1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
14.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 12 Russian/12 English	Пакет для статистического анализа данных	10	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра общественного здоровья и организации здравоохранения
15.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 10 Russian/13 English		11	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра патофизиологии – 4 шт.,

					Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра фармакологии – 1 шт.
16.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English		5	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра нормальной физиологии – 4 шт., Кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии – 1 шт.
17.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English		75	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра медицинской физики
18.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English (сетевая)		50	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер