

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:

a562210a8a161d1bc9a34c4a0a5e810ac7bb9d7c663849e3ddfb4d54901d0ea

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

Кафедра медицинской физики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
И. В. Давыдова
« 20 » 06 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСИСТЕМ

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 «17» сентября 2025г., протокол № 5.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры медицинской физики и информатики от «5» марта 2025 г., протокол № 7

И.о. заведующего кафедрой

 Г.Т. Закирьянова

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

Председатель УМС

Центра инновационных образовательных программ

 Т.Н. Титова

Разработчик:

Кудрейко А.А., д.ф.-м.н., кафедры медицинской физики и информатики
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России

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
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
3.5. Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).	9
3.6. Лабораторный практикум Не предусмотрен	10
3.7. Самостоятельная работа обучающегося	10
3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)	10
3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов.....	11
4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)	13
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	13
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
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)	17
6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)	17
6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы	18
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

В настоящее время нанотехнологии оказывают существенное воздействие на развитие медицины и биологии. Изучение дисциплины «Механические свойства наносистем» будет способствовать у обучающихся быть компетентным в механических особенностях строения и свойствах наночастиц. В результате освоения дисциплины, учащийся должен демонстрировать представления об основных видах нанобъектов и главных направлениях современного и будущего их применения; должны быть приобретены профессиональные компетенции, применяемые в области материаловедения наноматериалов и других нанобъектов.

Рабочая программа предназначена для студентов, обучающихся 2 курсе (3 семестр) медико-профилактического факультета с отделением биологии очной формы обучения. Дисциплина относится к базовой части учебного плана.

Целью изучения дисциплины: является формирование компетенций в области механических свойств наноматериалов, на которых основано их применение в медицине; формирование представлений о процессах разрушения наноструктурированных материалов, в том числе используемых при изготовлении имплантатов и различных медицинских изделий. Знакомство с основными подходами к созданию высокопрочных медицинских наноматериалов, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач.

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 (модулю)
ОПК-2. Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры	ОПК-2.1. Использует знания о теоретических основах, традиционных и современных методах исследований в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры ОПК-2.3. Применяет навыки критического анализа и широкого обсуждения предлагаемых решений.	<i>Знать</i> принцип работы оборудования и возможности применения методов изучения механических свойств наноматериалов. <i>Уметь</i> анализировать и обобщать результаты исследовательских работ, выполнять поиск научной и технической информации в области нанотехнологий.

		<i>Владеть</i> методами подготовки данных для составления обзоров, отчетов и докладов о научно-исследовательской работе
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-2.2. Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной продукции наноиндустрии.	<i>Знать</i> основные механические свойства наночастиц и супрамолекулярных ансамблей. <i>Уметь</i> оценивать влияние размерного фактора на структуру и физико-химические, биологические свойства нанообъектов. <i>Владеть</i> информацией о назначении и перспективных областях применения нанообъектов в различных отраслях промышленности.
	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-2.5. Участвует в разработке нанотехнологических процессов и методов нанодиагностики; выбирает аппаратное оформление процессов биотехнологии, производит его расчет; анализирует результаты получения и тестирования.	

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

2.1. Типы задач профессиональной деятельности

Задачи профессиональной деятельности, которые лежат в основе преподавания учебной дисциплины: передать учащимся теоретические знания о видах, структурах и механических, свойств наносистем.

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

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

п/№	Номер/ индекс компетенции	Номер индикатора компетенции	Индекс трудовой функции и ее	Перечень практических навыков по овладению	Оценочные средства
-----	---------------------------	------------------------------	------------------------------	--	--------------------

	(или его части) и ее содержание	(или его части) и его содержание	содержание	компетенцией	
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-2. Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры	ОПК-2.1, ОПК-2.3		Способность обосновывать механические свойства наноматериалов.	Устный опрос, письменная работа, тесты
2.	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-2.2, ПК-2.3, ПК-2.5		Подготовка лабораторного оборудования и оснащения	Устный опрос, письменная работа, тесты

3. Содержание рабочей программы

3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестр
		№ 3
		часов
1	2	3
Контактная работа (всего), в том числе:	36	36
Лекции (Л)	12	12

Практические занятия (ПЗ),		24	24
Самостоятельная работа обучающегося (СРО), в том числе:		72	72
Контроль		36	36
Вид промежуточной аттестации	экзамен (Э)		-
ИТОГО: Общая трудоемкость	час.	144	144
	з.ед.	4	4

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

№ п/п	Индекс компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1.	ОПК-2	Методы исследования механических свойств твердых наноматериалов	Определение и междисциплинарность нанотехнологии. Терминология и размерность наноматериалов. Характеристика основных видов наноматериалов. Приоритетные направления развития нанотехнологии. Магнитные материалы. Проводящие материалы и изоляторы. Наноматериалы для электронной техники. Медицинские и биологические материалы. Доставка лекарств. Наноматериалы в качестве лекарственных средств. Биосенсоры. Напряжение. Деформация. Схемы напряженного и деформированного состояния при механических испытаниях различных видов. Классификация механических испытаний. Закон Гука. Методы определения упругих свойств. Неполная упругость металлов и внутреннее трение.
2.	ОПК-2	Пластическая деформация, разрывные и свойства при статических и динамических испытаниях	Низкотемпературная пластическая деформация металлов скольжением и деформационное упрочнение. Пластическая деформация металлов двойникованием. Влияние примесей и легирования на пластическую деформацию. Виды разрушения металлов. Механизмы зарождения трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Испытания на растяжение. Испытания на изгиб. Испытания на сжатие. Испытания на кручение. Влияние легирования и структуры на механические свойства металлических наноматериалов при статических испытаниях. Пластическая деформация и разрушение при динамическом нагружении. Динамические испытания на изгиб. Твердость по Бринеллю. Твердость по Виккерсу. Твердость по

			Роквеллу. Микротвердость.
3.	ПК-2	Термические свойства наноматериалов	Явление ползучести. Испытания на ползучесть. Испытания на длительную прочность. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности.
4.	ПК-2	Прочность, разрушение и изнашивание наноматериалов	Методика проведения усталостных испытаний. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на характеристики выносливости. Основы усталости наноматериалов. Природа усталостного разрушения. Полная диаграмма усталости. Методы исследования усталости. Изменения в структуре УМЗ образцов после усталостных испытаний. Соотношение между пределом выносливости и пределом прочности. Разновидности изнашивания. Испытания на износ. Изнашивание и способы повышения износостойкости металлов. Прочность материала. Прочность конструкции. Оценка конструкционной прочности материала по его механическим свойствам. Экспериментальные методы оценки конструкционной прочности.

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

№п/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	Методы исследования механических свойств твердых наноматериалов	3		6	18	27	письменная работа, тестирование
2.	3	Пластическая деформация, разрыв и свойства при статических и динамических испытаниях	3		6	18	27	письменная работа, тестирование
3.	3	Термические свойства наноматериалов	3		6	18	27	письменная работа, тестирование
4.	3	Прочность, разрушение и изнашивание наноматериалов	3		6	18	27	письменная работа, тестирование

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

№п/п	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Семестр: 3
		Часы
	2	3
1.	Нанотехнология как междисциплинарное направление в науке и технике. Материалы со специальными физическими свойствами и медицинские материалы. Нанотехнологии для медицины.	2
2.	Механические свойства наносистем: напряжение, деформация. Схемы напряженного и деформированного состояния при механических испытаниях. Упругие свойства наносистем: закон Гука, методы определения упругих свойств. Неполная упругость металлов и внутреннее трение.	2
3.	Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Разрушение. Виды разрушения металлов. Механизмы зарождения трещин.	2
4.	Свойства при статических испытаниях Испытания на растяжение. Испытания на изгиб. Испытания на сжатие. Испытания на кручение. Влияние легирования и структуры на механические свойства металлических наноматериалов при статических испытаниях. Свойства при динамических испытаниях. Пластическая деформация и разрушение при динамическом нагружении. Динамические испытания на изгиб.	2
5.	Твердость. Твердость по Бриннелю. Твердость по Виккерсу. Твердость по Роквеллу. Микротвердость. Жаропрочность Явление ползучести. Испытания на ползучесть. Испытания на длительную прочность. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности.	2
6.	Прочность и механизм разрушения наноструктурных металлических материалов при циклическом нагружении. Методика проведения усталостных испытаний. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на характеристики выносливости. Основы усталости наноматериалов. Природа усталостного разрушения Полная диаграмма усталости. Методы исследования усталости. Изменения в структуре УМЗ образцов после усталостных испытаний. Соотношение между пределом выносливости и пределом прочности.	2
	Итого	12

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

№ п/п	Название тем практических занятий учебной дисциплины (модуля)	Семестры
		3

1	2	3
1.	Механические и упругие свойства наносистем.	4
2.	Определение микротвердости наноматериалов.	6
3.	Термические свойства наноматериалов	4
4.	Механические свойства наноматериалов. Методика работы на установке для растяжения образцов.	4
5.	Определение усталостных характеристик наноматериалов. Методика работы на установке для малоцикловых испытаний.	4
	Итого	24

3.6. Лабораторный практикум Не предусмотрен

3.7. Самостоятельная работа обучающегося

3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ семестра	Тема СР	Виды СР	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	3	Методы исследования механических свойств твердых наноматериалов	Выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; решение практических заданий; разбор ситуаций;	9
2.	3	Пластическая деформация, разрушение и свойства при статических и динамических испытаниях	Выполнение аудиторной контрольной работы; решение практических заданий.	9
3.	3	Термические свойства наноматериалов	Выполнение аудиторной контрольной работы; решение практических заданий.	9
4.	3	Прочность, разрушение и изнашивание наноматериалов	Выполнение аудиторной контрольной работы; решение практических заданий.	9
ИТОГО часов в семестре:				36

3.7.2. Виды СР (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ семестра	Тема СР	Виды СР	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	3	Методы исследования механических свойств твердых	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к лекциям.	18

		наноматериалов. Раскрытие отдельных тем лекционного материала.		
2.	3	Пластическая деформация, разрешение и свойства при статических и динамических испытаниях. Раскрытие отдельных тем лекционного материала.	Выполнение внеаудиторной контрольной работы; конспектирование источников.	18
3.	3	Термические свойства наноматериалов. Раскрытие отдельных тем лекционного материала.	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к лекциям, оформление мультимедийных презентаций	18
4.	3	Прочность, разрушение и изнашивание наноматериалов. Раскрытие отдельных тем лекционного материала.	Оформление мультимедийных презентаций учебных разделов, конспектирование источников.	18
ИТОГО часов в семестре:				72

3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

Семестр № 3.

1. Перечислите приоритетные направления развития нанотехнологии.
2. Охарактеризуйте основные разновидности наноматериалов.
3. В чем сходство и различие кластеров, наночастиц и нанопорошков?
4. Назовите основные области применения магнитных наноматериалов.
5. Для чего и как разрабатываются материалы с высокой электропроводностью и прочностью?
6. Приведите примеры использования наноматериалов в хирургии, травматологии и стоматологии.
7. Расскажите о применении наноматериалов в биологии, медицине.
8. Перечислите основные направления ДНК-технологии.
9. Расскажите о материаловедческих проблемах в создании микро- и нано-электромеханических систем.
10. Дайте определение касательным и нормальным напряжениям. Тензор напряжения.
11. Дайте определение упругой и остаточной деформации.
12. Приведите схемы напряженных состояний.
13. Принципы классификации механических испытаний.
14. Условия подобия механических испытаний.
15. Физический смысл модуля упругости.
16. Назовите методы определения упругих свойств.
17. Эффект Баушингера.
18. Причины внутреннего трения.
19. Деформация скольжением. Плоскости скольжения для различных типов кристаллической решетки.

20. Деформационное упрочнение. Наклеп.
21. Стадии пластической деформации (легкое скольжение, множественное скольжение, поперечное скольжение).
22. Двойникование. Причины. Схема деформации при двойниковании.
23. Влияние различных факторов на пластическую деформацию (температуры деформации, скорости деформации, примесей и легирующих элементов).
24. Схемы нагружения и соответствующие виды разрушения.
25. Механизм зарождения трещин.
26. Механизм распространения трещины.
27. Вязкое разрушение (особенности, формы изломов).
28. Хрупкое разрушение (внутризеренное, межзеренное разрушение).
29. Способы борьбы с хладноломкостью.
30. Виды испытаний. Типы образцов для испытаний. Типы кривых растяжения.
31. Диаграмма растяжения (характерные точки). Предел прочности. Предел текучести.
32. Испытания на сжатие (схема испытаний, определяемые характеристики).
33. Испытания на изгиб (схемы нагружения, определяемые характеристики).
34. Испытания на кручение (особенности, диаграмма кручения).
35. Критерии выбора легирующих элементов. Влияние вторых фаз.
36. Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении.
37. Схема испытаний на изгиб. Ударная вязкость.
38. Определение температуры хрупко-вязкого перехода.
39. Способы определения твердости.
40. Твердость по Бриннелю.
41. Твердость по Виккерсу.
42. Микротвердость.
43. Определение жаропрочности. Критерии оценки жаропрочности. Виды ползучести.
44. Испытания на ползучесть. Предел ползучести.
45. Механизм пластической деформации при высокотемпературной ползучести (третья стадия ползучести и разрушение).
46. Предел длительной прочности.
47. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности (принципы повышения жаропрочности).
48. Основные термины, используемые при изучении усталости.
49. Основные характеристики усталости.
50. Методы испытаний на усталость.
51. Пластическая деформация при циклическом нагружении.
52. Зарождение и распространение усталостных трещин.
53. Влияние характеристик цикла напряжения. Влияние состояния поверхности и концентраторов напряжения. Термическая усталость.
54. Связь сопротивления усталости с другими механическими свойствами.
55. Зависимость предела выносливости от среднего размера зерна.
56. Определения и основные понятия.
57. Испытания на усталость различных соединений.
58. Прочность материала и прочность конструкции.

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: ОПК-2. Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2	<i>Знать: принципы работы оборудования и возможности применения методов изучения механических свойств наноматериалов.</i>	Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	<i>Знает</i> принцип работы оборудования и возможности применения методов изучения механических свойств наноматериалов. Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.
	<i>Уметь: анализировать и обобщать результаты исследовательских работ, выполнять поиск научной и технической информации в области</i>	Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	<i>Умеет</i> анализировать и обобщать результаты исследовательских работ, выполнять поиск научной и технической информации в области нанотехнологий.

	<i>нанотехнологий.</i>				Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.
	<i>Владеть: методами подготовки обзоров, отчетов и докладов о научно-исследовательской работе</i>	Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	<i>Владеет</i> методами подготовки данных для составления обзоров, отчетов и докладов о научно-исследовательской работе Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.
<i>ПК-2</i>	<i>Знать основные механические свойства наночастиц и супрамолекулярных ансамблей.</i>	Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	<i>Знать</i> основные механические свойства наночастиц и супрамолекулярных ансамблей.
<i>ПК-2</i>	<i>Уметь оценивать влияние размерного фактора на структуру и физико-химические, биологические свойства нанобъектов.</i>	Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.	На основании экспериментальных данных, прогнозирует поведение наноматериалов, но совершает фактические ошибки. Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	<i>Умеет</i> оценивать влияние размерного фактора на структуру и физико-химические, биологические свойства нанобъектов. Обучающийся отвечает правильно на 90% и более

					вопросов. Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.
ПК-2	<i>Владеть информацией о назначении и перспективных областях применения нанобъектов в различных отраслях промышленности.</i>	Обучающийся правильно отвечает менее 50% тестовых вопросов.	Владеет методами подготовки данных, но обучающийся испытывает сложности в интерпретации результата. Не понимает взаимодействие живой и неживой тканей. Обучающийся правильно отвечает от 51% до 75% вопросов.	Обучающийся правильно отвечает от 76% до 89% вопросов.	<i>Владеть информацией о назначении и перспективных областях применения нанобъектов в различных отраслях промышленности.</i> Обучающийся отвечает правильно на 90% и более вопросов.

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
ОПК-2.1, ОПК-2.3	Обучающийся способен применять формулы, таблицы и графиков для представления данных; способен проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований.	Тест или письменная работа
ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.5	Обучающийся применяет разделы физики, химии и материаловедения необходимые для решения научно-инновационных задач и научных исследований для развития	Тест или письменная работа

	перспективных проектов.	
--	-------------------------	--

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	Основы нанотехнологии : учебник / [Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин]. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2023. - 397 с. - ISBN 978-5-93208-356-7. - Текст : непосредственный.	5
2	Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176415 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
Дополнительная литература		
1	Нано- и биоконпозиты : учебное пособие / под редакцией А. К.- Т. Лау [и др.] ; перевод с английского И. Ю. Горбуновой, Т. П. Мосоловой. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 393 с. — ISBN 978-5-00101-727-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135507 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
2	Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова ; под ред.: Л. Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 272 с. - ISBN 978-5-9963-0523-0. - Текст : непосредственный.	Неограниченный доступ
3	Кирчанов, В. С. Наноматериалы, нанотехнологии и элементы наноауки : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2024. — 287 с. — ISBN 978-5-398-03067-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/416447 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ

4	Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури ; художник С. Инфантэ. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-93208-550-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176410 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
5	Хинич, И. И. Введение в нанотехнологии : учебное пособие / И. И. Хинич, А. А. Кононов, А. В. Колобов. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. — 112 с. — ISBN 978-5-8064-3338-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/355364 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
6	Методы исследования наноматериалов и наносистем : лабораторный практикум : учебное пособие / составители И. М. Шевченко [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2022. — 174 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/386612 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ
7	Рыбина, Н. В. Управление свойствами наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / Н. В. Рыбина, Н. Б. Рыбин. — Рязань : РГРТУ, 2022. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/439685 (дата обращения: 03.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Неограниченный доступ

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

1. Design process for nanomaterials: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-013-7196-x>
2. Nanomaterial Design: <https://www.ifw-dresden.de/institutes/iin/research/nanomaterial-design/>
3. Nanotechnology research and development: <https://nano.nature.com>

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,	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, (с
-------	---	--	--

	специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвиды дополнительного образования	обеспечения, с перечнем основного оборудования	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	ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Кафедра медицинской физики и информатики Учебные аудитории: № 344,345,346,347,402: Мебель: Компьютерные столы – 16 шт Стулья – 30 шт Основное оборудование: Интерактивная доска-1 шт. Компьютер - моноблок -16 шт мультимедийный проектор -1 шт Ученическая доска – 1 шт Возможность подключения к сети интернет Кабинет СРО 402	450008, Республика Башкортостан, Кировский район, г. Уфа, ул. Пушкина,96/98, 7 корп, 3 этаж

6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

1. <http://medbiol.ru> - Сайт для образовательных и научных целей.
2. <http://www.biochemistry.org> - Сайт Международного биохимического общества (The International Biochemical Society).
3. <http://www.clinchem.org> - Сайт журнала Clinical Chemistry. Орган Американской ассоциации клинической химии - The American Association for Clinical Chemistry (AACC). (Международное общество, объединяющее специалистов в области медицины, в сферу профессиональных интересов которых входят: клиническая химия, клиническая лабораторная наука и лабораторная медицина).
4. <http://biomolecula.ru/> - биомолекула - сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.
5. <https://www.merlot.org/merlot/index.htm> - MERLOT - Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching.
6. www.elibrary.ru - национальная библиографическая база данных научного цитирования (профессиональная база данных)
7. www.scopus.com - крупнейшая в мире единая реферативная база данных (профессиональная база данных)
8. www.pubmed.com - англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций (профессиональная база данных).

9. <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.
10. <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.
11. <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.
12. <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.
13. <https://www.ras.ru/> - электронные версии коллекции журналов «Российской академии наук» (РАН)
14. <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.
15. <http://ovidsp.ovid.com/> - полнотекстовая коллекция журналов от ведущего международного медицинского издательства LWW, в которых публикуются актуальные исследования и материалы по различным областям медицины.
16. <https://link.springer.com/> - полнотекстовая коллекция электронных книг и полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний.
17. <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.
18. <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, неокрейнских систематических обзорах, методологических исследованиях, технологических и экономических оценках по определенной теме или заболеванию.
19. <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.
20. <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.
21. <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.

22. 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.

23. <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	Операционная система	40	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета

	образовательных учреждений Астра Linux Common Edition	(российское ПО)			
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 проведения веб-конференций, вебинаров, мастер-классов Mirapolis Virtual Room	Организации веб-конференций, вебинаров, мастер-классов (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
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		11	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра эпидемиологии – 3 шт.,

	Statistica Basic Academic for Windows 10 Russian/13 English			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
19	Программа для ЭВМ с открытым ключом Orange Data Mining для интеллектуального анализа данных	Набор инструментов для визуализации данных, машинного обучения и интеллектуального анализа данных с открытым исходным кодом.	80	Люблянский университет (Словения) Кафедра медицинской физики
20	Программа для ЭВМ с открытым ключом Loginom для интеллектуального анализа данных	Набор инструментов для визуализации данных, машинного обучения и интеллектуального анализа	80	ООО «Аналитические технологии» Кафедра медицинской физики

		данных с открытым исходным кодом.			
21	Программа для ЭВМ SciLab с открытым ключом	Пакет прикладных математически х программ, предоставляющ ий открытое окружение для инженерных и научных расчётов.	80	Консорциум Sc ilab Consortium (Франция)	Кафедра медицинской физики