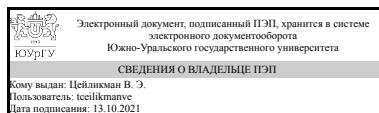


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая медико-биологическая
школа



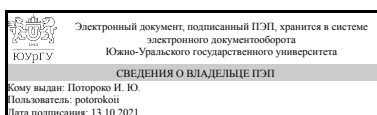
В. Э. Цейликман

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Моделирование микро- и наноструктурированных материалов
для направления 19.04.01 Биотехнология
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Пищевые и биотехнологии

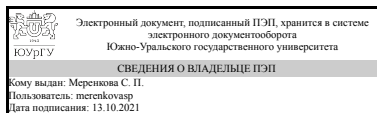
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 737

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



И. Ю. Потороко

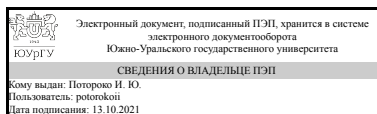
Разработчик программы,
к.ветеринар.н., доц., доцент



С. П. Меренкова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
д.техн.н., проф.



И. Ю. Потороко

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины "Моделирование микро- и наноструктурированных материалов": изучение теоретических основ и направлений научных достижений в области моделирования микро- и наноструктурирования материалов. Задачи дисциплины: Изучение теоретических основ и научных достижений в области моделирования микро- и наноструктурирования материалов Освоение современных программных продуктов и баз данных, используемых для технологий молекулярного моделирования Формирование навыков анализа поставленных задач, разработки технологий на основе использования методов молекулярного моделирования материалов; критического анализа адекватности полученных моделей

Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются следующие разделы: Микроструктуры, нанокластеры и наноматериалы. Современные подходы к классификации наноматериалов. Биобезопасность нано- и микроструктурированных материалов. Электрические и магнитные свойства микроструктурных и наноматериалов. Самосборка и катализ наноструктур. Биологические (природные) наноструктуры. Макромолекулярные и супрамолекулярные наноструктуры. Классификация технологий и нанотехнологий получения микроструктур и наноматериалов. Принципы моделирования при получении нано- и микроструктурированных материалов

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Знает: Теоретические основы и состояние научных достижений в области моделирования микро- и наноструктурирования материалов. Современные программные продукты и базы данных, используемые для технологий молекулярного моделирования Умеет: Осуществлять анализ поставленных задач, разрабатывать технологии их решения на основе использования методов молекулярного моделирования материалов. Проводить критический анализ адекватности полученных моделей Имеет практический опыт: Решения задач применения специализированного программного обеспечения для процесса моделирования. Критический анализ проблемных ситуаций при моделировании и верификации моделей на основе системного подхода

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.02 Методология научного исследования в	Не предусмотрены

биотехнологии, ФД.01 Научные подходы создания функциональных биоматериалов	
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
ФД.01 Научные подходы создания функциональных биоматериалов	<p>Знает: Методы научных исследований, структуру и порядок организации научных разработок в сфере производства функциональных биоматериалов. Системные подходы критического анализа проблемных ситуаций нарушения функциональных свойств биоматериалов и стратегии действий по их устранению</p> <p>Умеет: Проводить критический анализ промышленного производства функциональных биоматериалов на основе системного подхода, оценивать потенциальные риски, проводить анализ альтернативных вариантов решения задач. Самостоятельно формировать научно-обоснованный план исследований в области разработки функциональных биоматериалов и вести деятельность по выбранному направлению</p> <p>Имеет практический опыт: Применения теоретических знаний в области современных достижений науки и передовой технологии. Разрабатывать и оптимизировать стратегию создания функциональных биоматериалов. Критического анализа проблемных ситуаций, поиска решения поставленных задач методами корректировки параметров и оценки эффективности разрабатываемых решений. Использования методических и организационных приемов в реализации собственных исследований</p>
1.О.02 Методология научного исследования в биотехнологии	<p>Знает: Методологические подходы, методы и структурные элементы научного эксперимента в области биотехнологий. Принципы планирования и организации экспериментальных исследований, обобщения данных в профессиональной сфере, Подходы сбора, систематизации и анализа научно-технической информации на основе системного подхода. Основные научные школы, направления фундаментального и прикладного исследования в области промышленных и экологических биотехнологий</p> <p>Умеет: Самостоятельно осуществлять планирование и организацию научного эксперимента, составлять программу исследования; проводить систематизацию и обработку данных эксперимента; представлять результаты научных исследований,</p>

	<p>Систематизировать и критически анализировать научные подходы. Формировать полный цикл научных исследований, проводить анализ альтернативных вариантов решения задач. Оценивать потенциальные риски реализации научного проекта в профессиональной сфере</p> <p>Имеет практический опыт: Планирования и проведения научного исследования, проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования для решения профессиональных задач; критического анализа и интерпретации экспериментальных данных, Сбора, обработки, анализа и научной информации по теме исследования; владеет навыками выбора методов и средств, решения исследовательских задач, организации полного цикла научных исследований. Использования методологических приемов в реализации исследований в области биотехнологий</p>
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Изучение учебной, научной литературы, работа с патентной информацией и нормативной документацией. Подготовка и оформление научного аналитического отчета	20	20
Изучение учебно-методических материалов, подготовка к зачету	13,75	13.75
Анализ учебной, научной, методической литературы. Подготовка к текущему контрольному опросу	20	20
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Микроструктуры, нанокластеры и наноматериалы. Современные подходы к классификации наноматериалов. Биобезопасность нано- и микроструктурированных материалов.	4	4	0	0
2	Электрические и магнитные свойства микроструктурных и наноматериалов. Самосборка и катализ наноструктур.	8	4	4	0
3	Биологические (природные) наноструктуры. Макромолекулярные и супрамолекулярные наноструктуры.	8	4	4	0
4	Классификация технологий и нанотехнологий получения микроструктур и наноматериалов.	16	4	12	0
5	Применение нано- и микроструктурированных материалов в медицине и биотехнологии	4	4	0	0
6	Принципы моделирования при получении нано- и микроструктурированных материалов	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Микроструктуры, нанокластеры и наноматериалы. Современные подходы к классификации наноматериалов. Методы получения нанокластеров и наноструктур. Объемные наноструктурированные материалы	2
2	1	Биобезопасность наноматериалов. Взаимодействие наночастиц с биологическими объектами в окружающей среде. Пути проникновения наночастиц в живой организм. оценки риска воздействия наноматериалов на окружающую среду и человека	2
3	2	Электрические и магнитные свойства наносистем и наноматериалов. Магнитные свойства поверхности металлов и оксидов металлов. Адсорбция и катализ.	2
4	2	Самосборка и катализ микро- и наноструктур. Поверхностные эффекты. Процесс самосборки. Монослои и поверхностные эффекты.	2
5	3	Макромолекулярные и супрамолекулярные наноструктуры. Биополимеры. Белки. ДНК-дублированная нанопроволока. Мицеллы и везикулы.	2
6	3	Природные нанокристаллы: цеолиты, наноглины, гидроксипатит, нанокристаллическая целлюлоза. Методы получения, направления использования в промышленности, в биотехнологии, в медицине.	2
7	4	Классификация технологий и нанотехнологий получения нано- и микроструктурированных материалов. Механические методы получения нанопорошков. Методы физического и химического диспергирования. Пиролиз . Способы консолидации наноразмерных порошков.	2
8	4	Микро- и наноматериалы в биотехнологии. Нанобиотехнологии на основе белковых молекул: Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Наночастицы золота и серебра. Наночастицы диоксида кремния, оксидов цинка и титана. Квантовые точки. Дендримеры. Наноглины. Липосомы, полимерные мицеллы, перфторуглеродные и суперпарамагнитные наночастицы.	2
9	5	Применение микро и нано структурированных материалов в медицине. Нанобиотехнологии в разработке диагностических устройств. Биосенсоры: основные принципы функционирования. Микроаналитические системы. Чипирование органов. Нанотехнологии в диагностике ряда заболеваний. Современные системы доставки лекарств на основе микро- и наночастиц Нанофармацевтические модели. Тераностика. Липосомы. Полимерные мицеллы. Дендримеры. Квантовые точки. Твердые наночастицы.	4

10	6	Принципы моделирования при получении нано- и микроструктурированных материалов. Модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений; модели для систем с распределенными параметрами; модели в форме интегральных уравнений. Построение эмпирических моделей на основе аппроксимации данных	4
----	---	--	---

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Программное конструирование белковых и нуклеотидных наноструктур. На примере молекул ДНК и белка. Нанотехнологии на основе самосборки молекул ДНК и РНК (методы плиточных конструкций, методы динамической сборки)	4
2	3	Моделирование технологии получения микрокристаллической целлюлозы методом высокоинтенсивной ультразвуковой обработки.	4
3	4	Моделирование технологии получения нанопорошков механическими методами: механосинтез; интенсивная пластическая деформация	4
4	4	Моделирование технологии получения микро- и наноструктурированных материалов методами физического диспергирования: распыление струи расплава жидкостью; спиннигование (запекание из жидкого состояния); метод испарения-конденсации (газофазовый синтез); вакуум-сублимационные технологии; контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.	4
5	4	Моделирование технологий образования нано- или микроэмульсий,. Сравнительный анализ высокоэнергетических методов: гомогенизация высоким давлением и ультразвуковая гомогенизация	4
6	6	Моделирование состава наноструктур на основе полимера. Способ получения гибридных нанокompозитов при одновременном формировании органической и неорганической сеток. Формирование неорганического кластера оксида кремния в полимерной матрице полиэфирсульфона и схема возможной гибридной организации неорганического кластера в полимерной сетке.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Изучение учебной, научной литературы, работа с патентной информацией и нормативной документацией. Подготовка и оформление научного аналитического отчета	1. Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/160880 . 2. Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань,	4	20

	2021. — 176 с. https://e.lanbook.com/book/171403 (дата обращения: 12.10.2021). 3. Оглезнева, С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие / С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 307 с. https://e.lanbook.com/book/160557 4. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. https://e.lanbook.com/book/168961		
Изучение учебно-методических материалов, подготовка к зачету	1. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с. ил. 2. Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/160880 . 3. Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. https://e.lanbook.com/book/171403 (дата обращения: 12.10.2021).	4	13,75
Анализ учебной, научной, методической литературы. Подготовка к текущему контрольному опросу	1. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с. ил. 2. Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/160880 . 3. Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. https://e.lanbook.com/book/171403 (дата обращения: 12.10.2021). 4. Оглезнева, С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие / С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 307 с. https://e.lanbook.com/book/160557	4	20

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольный опрос	0,9	30	<p>Проводится письменный опрос по вопросам, относящимся к разделам дисциплины. При подготовке к контрольному опросу студент использует материалы лекций, лабораторных работ и список рекомендуемой литературы. Всего планируется провести два контрольных опроса. максимальная оценка за каждый опрос - 15 баллов. Каждый студент отвечает на 2 вопроса по каждому разделу.</p> <p>Критерии оценивания ответа на контрольный опрос:</p> <p>12-15 баллов: грамотно сформулированы исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы</p> <p>8-11 баллов: студент должен показать высокий уровень знаний на уровне воспроизведения и объяснения информации</p> <p>4-7 баллов: ответы не отличаются глубиной и полнотой раскрытия вопросов, даны правильные ответы на большинство поставленных вопросов</p> <p>0-3 балла: ответы не отличаются глубиной и полнотой раскрытия вопросов, даны неправильные ответы на большинство поставленных вопросов</p>	зачет
2	4	Бонус	Аналитический научный отчет	0,8	40	<p>Порядок выполнения контрольного мероприятия:</p> <p>Студент изучает учебную и научную литературу, работает с патентной информацией и нормативной документацией. Проводит сбор данных для написания научного отчёта. Оформляет содержание отчета.</p> <p>Оценка за научный отчет выставляется на основании результатов проверки содержания работы, доклада студента на защите, а также ответов на вопросы.</p> <p>Максимальная оценка за отчет – 40 баллов.</p> <p>Критерии оценивания научного отчета:</p> <p>31-40 баллов: научный отчет полностью соответствует техническому заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими</p>	зачет

					<p>выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов работы, легко отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>21-30 баллов: научный отчет соответствует техническому заданию, имеет грамотно изложенный материал, При защите студент показывает знание вопросов работы, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>11-20 баллов: научный отчет не полностью соответствует техническому заданию, в проекте просматривается непоследовательность изложения материала. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов работы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.</p> <p>Менее 10 баллов: научный отчет не соответствует техническому заданию, проект не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. При защите работы студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме проекта, при ответе допускает существенные ошибки.</p>		
3	4	Промежуточная аттестация	Зачет	1	40	<p>Критерии оценивания ответа студента при сдаче зачета:</p> <p>40 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.</p> <p>30 – 39 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки.</p> <p>Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе</p>	зачет

					<p>ответа.</p> <p>20 – 29 баллов: выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.</p> <p>10 – 19 баллов: выставляется студенту, если дан неполный ответ, но некоторая последовательность изложения присутствует, в целом студентом разбирается в объекте, показано умение выделить существенные признаки и причинно-следственные связи, Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно, но на дополнительные вопросы преподавателя студент пытается сформулировать обоснованный ответ.</p> <p>1 – 9 баллов: выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. По многим моментам присутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, но дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.</p> <p>0 баллов – отсутствие ответа на вопрос.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 % Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> <p>Допускается выставление оценки на основе текущего</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
УК-1	Знает: Теоретические основы и состояние научных достижений в области моделирования микро- и наноструктурирования материалов. Современные программные продукты и базы данных, используемые для технологий молекулярного моделирования	+	+	+
УК-1	Умеет: Осуществлять анализ поставленных задач, разрабатывать технологии их решения на основе использования методов молекулярного моделирования материалов. Проводить критический анализ адекватности полученных моделей	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: Решения задач применения специализированного программного обеспечения для процесса моделирования. Критический анализ проблемных ситуаций при моделировании и верификации моделей на основе системного подхода			++

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Вычислительная математика и информатика
2. Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Пищевые и биотехнологии
3. Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математическое моделирование и программирование
4. Resources Policy
5. Science of The Total Environment
6. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine
7. Journal of Nanobiotechnology
8. International Journal of Nanomedicine
9. IET Nanobiotechnology
10. Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для самостоятельной работы

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для самостоятельной работы

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. https://e.lanbook.com/book/160880 .
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. https://e.lanbook.com/book/171403
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. https://e.lanbook.com/book/168961
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий : учебное пособие / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 456 с. https://e.lanbook.com/book/2291
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Михайлин, Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. — Санкт-Петербург : НОТ, 2009. — 660 с. https://e.lanbook.com/book
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Оглезнева, С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие / С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 307 с https://e.lanbook.com/book/160557
7	Журналы	ScienceDirect	Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine https://www.sciencedirect.com/
8	Журналы	ScienceDirect	Journal of Nanobiotechnology https://www.sciencedirect.com/
9	Журналы	ScienceDirect	Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology https://www.sciencedirect.com/

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. -Paint.NET(бессрочно)
4. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)
2. -Стандартинформ(бессрочно)
3. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

4. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	263 (2)	Мультимедийная учебная аудитория Материально-техническое обеспечение: 1. Проектор – 1 шт. 2. Экран – 1 шт. 3. Ноутбук – 1 шт. Имущество: 1. Учебная парта двухместная – 20 шт. 2. Учебная парта четырехместная – 10 шт. 3. Доска с рабочими поверхностями – 1 шт. 4. Стол преподавателя – 1 шт.
Практические занятия и семинары	114-1 (2)	Компьютерный класс Материально-техническое обеспечение: 1. Системный блок (компьютер) с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду университета – 13 шт. 2. Монитор – 13 шт. 3. Клавиатура – 13 шт. 4. Мышь компьютерная – 13 шт. Имущество: 1. Стол компьютерный – 13 шт. 2. Стол учебный – 13 шт. 3. Стул – 30 шт. 4. Доска аудиторная белая – 1 шт. 5. Стол для преподавателя – 1 шт.