Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра инженерных проблем экологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н. Чинахов Д. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: д.т.н. Чинахов Д. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Нанотехнологии и наноматериалы

Образовательная программа: 20.04.01 Техносферная безопасность, магистерская программа: Инженерная защита окружающей среды

Курс: 1, семестр : 2

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**2**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	44
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	34
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	35
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	8
11	Самостоятельная работа, час.	64
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 20.04.01 Техносферная безопасность

ФГОС введен в действие приказом №678 от 25.05.2020 г. , дата утверждения: 06.07.2020 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 20.04.01 Техносферная безопасность

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ИПЭ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.х.н. Громов Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Ларичкин В. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-4.В/НА Способен принимать участие в инженерных разработках по снижению негативного воздействия на окружающую среду, разработке и верификации новых методов исследования объектов окружающей среды, обрабке полученных результатов, составлении прогнозов
	ПК-4.В/НА. 2 Имеет представление о процессе эволюции научного знания в профессиональной сфере, методологически обосновывает научные исследования при разработке систем защиты окружающей среды

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-4.В/НА. 2 Имеет представление о процессе эволюции научного знания в профессиональной сфере, методологически обосновывает научные исследования при разработке систем защиты окружающей среды	
о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне	Практические занятия; Самостоятельная работа
о механизме возникновения размерных физических и химических эффектов	Практические занятия; Самостоятельная работа
о возможностях современной приборно-метрологической базы для исследования материалов с нанометровым пространственным разрешением	Практические занятия; Самостоятельная работа
о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов	Практические занятия; Самостоятельная работа
знать основные виды нанообъектов и наноматериалов, понимать суть эффектов, определяющих особые физико-химические свойства наноматериалов	Практические занятия; Самостоятельная работа
понимать суть эффектов, определяющих особые физико-химические свойства наноматериа-лов	Практические занятия; Самостоятельная работа
знать основные технологические процессы, используемые при получении наноматериалов	Практические занятия; Самостоятельная работа
знать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний	Практические занятия; Самостоятельная работа
свободно ориентироваться в основных направлениях развития нанотехнологий, выборать наиболее подходящие материалы или технологии для решения экологических задач	Практические занятия; Самостоятельная работа
выбирать эффективные материалы и методы для защиты окружающей среды от вредных вы-бросов	Практические занятия; Самостоятельная работа
выбора наиболее подходящего материала или технологии для решения экологических задач	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Основные термины и понятия.					

1. Нанонаука, нанотехнология и наноинженерия. Определение места нанообъектов на общей шкале размеров и их классификация в терминах пространственной размерности. В качестве исторической справки представлены основные этапы развития нанотехнологий и выделены персоналии, сыгравшие наиболее значимые роли в становлении этой междисциплинарной области практических знаний. В рамках темы представлены примеры наиболее значимых для развития нанотехнологий наноматериалов, а также примеры различных наноустройств. Основные подходы "сверху-вниз" и "снизу-вверх" к получению наноматериалов, понятиями авто- и самосборки. Основные типы наноразмерных систем. Квантовые наноструктуры. Углеродные наноструктуры Порошковые наноматериалы. Компактные наностуктурированные материалы. Нанометриалы на основе органических веществ и полимеров. Биологические наноматериалы.	1	1	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
Дидактическая единица: Наноматериалы. Углеродные наноструктуры					

2. Фуллерены. Основные физико-химические свойства углерода, особенности углеродной связи и гибридизацией электронных орбиталей. Основные классические аллотропные формы углерода: графит и алмаз. История открытия фуллеренов в контексте астрофизи-ческих исследований, послуживших толчком к этому открытию. Структура фуллеренов с точки зрения геометрии и с позиций особенностей углеродных связей. Формула Эйлера и общая закономерность структуры фуллеренов. Методы синтеза фуллеренов. Основные физико-химические свойства фуллеренов. Основные потенциальные области применения фуллеренов.	1	1	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар

3. Углеродные волокнистые материалы. Структуры одностенных и многослойных угле-родных нанотрубок. Связь между строением нанотрубок и структурой графита. Методы получения нанотрубок. Понятие хиральности. Индексы хиральности. Структуры типа гофр и зигзаг. Дефекты на поверхности нанотрубок и их влияние на форму и физиче-ские свойства нанотрубок. Основные методы синтеза нанотрубок: методы дугового раз-ряда, лазерного испарения и осаждения из газовой фазы. Основные стадии очистки нанотрубок. Механические, электрические и магнитные свойства нанотрубок. Применения нанотрубок как нанотрубки-контейнеры, полупроводниковые электронные элементы на основе нанотрубок, элементы фотоники и наноэлектромеханические элементы, и др. Краткие сведения о других углеродных наноструктурах, таких как углеродные нанолуковицы, а также о нанотрубках других материалов: дисульфиде вольфрама и хризотиле.	3	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
Дидактическая единица: Наноматериалы. Полимерные наноструктуры					
4. Органические полимеры. Структура полимеров. Связь между строением и физико-химическими свойствами полимеров. Методы синтеза полимеров: радикальный, ионный и анионно-координационная полимеризация. Основные потенциальные области применения полимеров.	2	2	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар

5. Координационные полимеры. Основные принципы конструирования координационных полимеров. Основные формы координационных полимеров: MOF, MIL, кукурбитуриллы. Общее представление о методах синтеза координационных полимеров. Связь между строением и физико-химическими свойствами. Применение координационных полимеров в качестве молекулярных контейнеров для хранения газов. Применение координационных полимеров в медицине для доставки лекарственных препаратов внутрь клеток. Применение в катализе.	3	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
6. Слоистые материалы. Природные и синтетические слоистые алюмосиликаты. Структура слоистых глин: структурный тип 2:1 и 1:1. Монтмориллонит, бентонит, слюда. Пилларированные глины. Интеркаляция. Слоистые двойные гидроксиды. Основные методы синтеза. Влияние природы слоистого материала на текстурные и физико-химические свойства. Применение слоистых материалов для решения экологических задач. Основные потенциальные области применения слоистых материалов: медицина, микроэлектроника и др.	3	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
7. Дендримеры. Структура. Гомологические ряды дендримеров. Влияние структуры и хи-мического состава на физико-химические свойства дендримеров. Общее представление о методах синтеза дендримеров. Самомборка дендримеров. Применение дендримеров в медицине, катализе, микроэлектронике и др.	3	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар

8. Биополимеры. ДНК. РНК. Белки. Супрамолекулярные ансамбли в биохимии. Общее представление о структуре биополимеров. Структурные и функциональные принципы организации биополимеров. Самоорганизация и самосборка биополимеров. Применение биополимеров в создании лекарственных препаратов, биомоторов и биосенсеров.	2	2	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
Дидактическая единица: Консолидированные наноматериалы					
9. Нанокристаллические материалы. Классификация твердых тел по их агрегатному состоянию. Переход от аморфного состояния к поликристаллическому. Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллическом состоянии. Размерный эффект. Основные методы получения нанокристаллических материалов: осаждение из газовой и жидкой фазы, быстрое отвердевание из расплава, интенсивные пластические деформации, рекристаллизация из аморфного состояния. Основные физические свойства нанокристаллических материалов и их влияние на механическую прочность и пластичность. Стабильность нанокристаллического состояния. Явление рекристаллизации. Основные области применения нанокристаллических материалов.	2	2	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар

10. Жидкие кристаллы. Типы фазового состояния веществ: кристаллическое, аморфное (жидкое), газовое, жидкокристаллическое. Ближний и дальний порядок. Определение жидкокристаллического состояния вещества. Мезофазы. Виды жидких кристаллов: нематический, холестерический, смектический. Дискообразная мезофаза. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы. Основные методы получения жидких кристаллов с различными текстурами. Оптические свойства жидких кристаллов. Влияние магнитного поля на поведение ЖК - систем. Ориентация нематических и холестерических жидких кристаллов в магнитном поле. Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем в магнитном поле. Использование жидких кристаллов в электронных устройствах. Устройства отображения информации. Применение жидких кристаллов в термографии.	3	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
Дидактическая единица: Методы синтеза наноразмерных материалов					

11. Основные методы синтеза наноразмерных материалов. Физические и химические методы. Процессы получения нанообъектов "сверху - вниз". Классическая, "мягкая", микросферная, ионно-пучковая (FIB), АСМ - литография и наноиндентирование. Пиролиз. Механоактивация и механосинтез нанообъектов. электро- и криодиспергирование. Процессы получения нанообъектов "снизу - вверх". Зародышеобразование в газовых и конденсированных средах. Гетерогенное зародышеобразование. Расслаивание. Синтез нанообъектов в аморфных (стеклообразных) матрицах. Получение наночастиц в конденсированных средах. Методы химической гомогенизации (соосаждение, золь-гель метод, криохимическая технология, пиролиз аэрозолей, сольвотермальная обработка, сверкритическая сушка). Литография. Осаждение из газовой фазы. Синтез наноматериалов в одно и двумерных нанореакторах.	3	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
Дидактическая единица: Методы исследования наноразмерных систем.					

12. Общие представления о методах изучения свойств наносистем, а также эксплуатацион-ных характеристик наноматериалов и устройств на их основе. Ограничения и возмож-ности различных методов исследования наноматериалов, принципы их комбинирова-ния. Микроскопические методы исследования. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения. Зондовая сканирующая микроскопия (сканирующая туннельная, атомно-силовая, ближнепольная оптическая). Принцип работы зондовых микроскопов. Дополнительные возможности зондовой микроскопии: атомные манипуляции и лито-графия. Дифракционные методы исследования. Малоугловое рассеяние нейтронов и рентгеновских лучей. Дифракция медленных электронов.	2	3	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
13. Спектроскопические методы исследования. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Мессбауэровская спектроскопия. Метод ядерного магнитного резонанса. Спектроскопия рентгеновского поглощения (EXAFS, XANES). Методы РФС, УФС, Оже-спектроскопия. Газово-адсорбционный метод для определения удельной поверхности порошкообразных материалов и оценки размера частиц.	2	2	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар
Дидактическая единица: Применение нанотехнологии для решения экологических задач					
14. Практические занятия по применению современных методов по синтезу наноматериалов	2	2	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар

15. Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул (использование ДНК в качестве темпланта для синтеза). Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нанотехнологий для улучшения стоматологического и хирургического инструментария.	2	2	0	ПК-4.В/НА.2	Семинар

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Самостоятельное изучение					
1. Перспективные технологии в области защиты окружающей среды от вредного воздей-ствия промышленных предприятий (изучение материала основано на данных статей ведущих мировых научных изданий и интернет-публикациях).	15	0	0	ПК-4.В/НА.2	Реферат
2. Новые материалы для решения экологических задач (изучение материала основано на данных статей ведущих мировых научных изданий и интернет-публикациях).	15	0	0	ПК-4.В/НА.2	Реферат

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)

1	Нанонаука, нанотехнология и наноинженерия. Определение места нанообъектов на общей шкале размеров и их классификация в терминах пространственной размерности. В качестве исторической справки представлены основные этапы развития нанотехнологий и выделены персоналии, сыгравшие наиболее значимые роли в становлении этой междисциплинарной области практических знаний. В рамках темы представлены примеры наиболее значимых для развития нанотехнологий наноматериалов, а также примеры различных наноустройств. Основные подходы "сверху-вниз" и "снизу-вверх" к получению наноматериалов, понятиями авто- и самосборки. Основные типы наноразмерных систем. Квантовые наноструктуры. Углеродные наноструктуры Порошковые наноматериалы. Компактные наностуктурированные материалы. Нанометриалы на основе органических веществ и полимеров. Биологические наноматериалы.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
2	Фуллерены. Основные физико-химические свойства углерода, особенности углеродной связи и гибридизацией электронных орбиталей. Основные классические аллотропные формы углерода: графит и алмаз. История открытия фуллеренов в контексте астрофизи-ческих исследований, послуживших толчком к этому открытию. Структура фуллеренов с точки зрения геометрии и с позиций особенностей углеродных связей. Формула Эйлера и общая закономерность структуры фуллеренов. Методы синтеза фуллеренов. Основные физико-химические свойства фуллеренов. Основные потенциальные области применения фуллеренов.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар

3	Углеродные волокнистые материалы. Структуры одностенных и многослойных угле-родных нанотрубок. Связь между строением нанотрубок и структурой графита. Методы получения нанотрубок. Понятие хиральности. Индексы хиральности. Структуры типа гофр и зигзаг. Дефекты на поверхности нанотрубок и их влияние на форму и физиче-ские свойства нанотрубок. Основные методы синтеза нанотрубок: методы дугового раз-ряда, лазерного испарения и осаждения из газовой фазы. Основные стадии очистки нанотрубок. Механические, электрические и магнитные свойства нанотрубок. Применения нанотрубок как нанотрубки-контейнеры, полупроводниковые электронные элементы на основе нанотрубок, элементы фотоники и наноэлектромеханические элементы, и др. Краткие сведения о других углеродных наноструктурах, таких как углеродные нанолуковицы, а также о нанотрубках других материалов: дисульфиде вольфрама и хризотиле.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
4	Органические полимеры. Структура полимеров. Связь между строением и физико-химическими свойствами полимеров. Методы синтеза полимеров: радикальный, ионный и анионно-координационная полимеризация. Основные потенциальные области применения полимеров.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
5	Координационные полимеры. Основные принципы конструирования координационных полимеров. Основные формы координационных полимеров: MOF, MIL, кукурбитуриллы. Общее представление о методах синтеза координационных полимеров. Связь между строением и физико-химическими свойствами. Применение координационных полимеров в качестве молекулярных контейнеров для хранения газов. Применение координационных полимеров в медицине для доставки лекарственных препаратов внутрь клеток. Применение в катализе.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
6	Слоистые материалы. Природные и синтетические слоистые алюмосиликаты. Структура слоистых глин: структурный тип 2:1 и 1:1. Монтмориллонит, бентонит, слюда. Пилларированные глины. Интеркаляция. Слоистые двойные гидроксиды. Основные методы синтеза. Влияние природы слоистого материала на текстурные и физико-химические свойства. Применение слоистых материалов для решения экологических задач. Основные потенциальные области применения слоистых материалов: медицина, микроэлектроника и др.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар

7	Дендримеры. Структура. Гомологические ряды дендримеров. Влияние структуры и хи-мического состава на физико-химические свойства дендримеров. Общее представление о методах синтеза дендримеров. Самомборка дендримеров. Применение дендримеров в медицине, катализе, микроэлектронике и др.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
8	Биополимеры. ДНК. РНК. Белки. Супрамолекулярные ансамбли в биохимии. Общее представление о структуре биополимеров. Структурные и функциональные принципы организации биополимеров. Самоорганизация и самосборка биополимеров. Применение биополимеров в создании лекарственных препаратов, биомоторов и биосенсеров.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
9	Нанокристаллические материалы. Классификация твердых тел по их агрегатному состоянию. Переход от аморфного состояния к поликристаллическому. Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллическом состоянии. Размерный эффект. Основные методы получения нанокристаллических материалов: осаждение из газовой и жидкой фазы, быстрое отвердевание из расплава, интенсивные пластические деформации, рекристаллизация из аморфного состояния. Основные физические свойства нанокристаллических материалов и их влияние на механическую прочность и пластичность. Стабильность нанокристаллического состояния. Явление рекристаллизации. Основные области применения нанокристаллических материалов.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
10	Жидкие кристаллы. Типы фазового состояния веществ: кристаллическое, аморфное (жидкое), газовое, жидкокристаллическое. Ближний и дальний порядок. Определение жидкокристаллического состояния вещества. Мезофазы. Виды жидких кристаллов: нематический, холестерический, смектический. Дискообразная мезофаза. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы. Основные методы получения жидких кристаллов с различными текстурами. Оптические свойства жидких кристаллов. Влияние магнитного поля на поведение ЖК - систем. Ориентация нематических и холестерических жидких кристаллов в магнитном поле. Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем в магнитном поле. Использование жидких кристаллов в электронных устройствах. Устройства отображения информации. Применение жидких кристаллов в термографии.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар

11	Основные методы синтеза наноразмерных материалов. Физические и химические методы. Процессы получения нанообъектов "сверху - вниз". Классическая, "мягкая", микросферная, ионно-пучковая (FIB), АСМ - литография и наноиндентирование. Пиролиз. Механоактивация и механосинтез нанообъектов. электро- и криодиспергирование. Процессы получения нанообъектов "снизу - вверх". Зародышеобразование в газовых и конденсированных средах. Гетерогенное зародышеобразование. Расслаивание. Синтез нанообъектов в аморфных (стеклообразных) матрицах. Получение наночастиц в конденсированных средах. Методы химической гомогенизации (соосаждение, золь-гель метод, криохимическая технология, пиролиз аэрозолей, сольвотермальная обработка, сверкритическая сушка). Литография. Осаждение из газовой фазы. Синтез наноматериалов в одно и двумерных нанореакторах.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
12	Общие представления о методах изучения свойств наносистем, а также эксплуатацион-ных характеристик наноматериалов и устройств на их основе. Ограничения и возмож-ности различных методов исследования наноматериалов, принципы их комбинирова-ния. Микроскопические методы исследования. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения. Зондовая сканирующая микроскопия (сканирующая туннельная, атомно-силовая, ближнепольная оптическая). Принцип работы зондовых микроскопов. Дополнительные возможности зондовой микроскопии: атомные манипуляции и лито-графия. Дифракционные методы исследования. Малоугловое рассеяние нейтронов и рентгеновских лучей. Дифракция медленных электронов.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
13	Спектроскопические методы исследования. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Мессбауэровская спектроскопия. Метод ядерного магнитного резонанса. Спектроскопия рентегновского поглощения (EXAFS, XANES). Методы РФС, УФС, Оже-спектроскопия. Газово-адсорбционный метод для определения удельной поверхности порошкообразных материалов и оценки размера частиц.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар
14	Практические занятия по применению современных методов по синтезу наноматериалов	Пр	Выполняет следующие виды работ:

15	Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул (использование ДНК в качестве темпланта для синтеза). Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нанотехнологий для улучшения стоматологического и хирургического инструментария.	Пр	Выполняет следующие виды работ: семинар

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Подготовка к занятиям	ПК-4.В/НА.2	19	4
: Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893 Тимофеева М. Н. Нанотехнологии: химические, физические, биологические и экологические аспекты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Н. Тимофеева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242426.- Загл. с экрана.				
2	Дополнительная учебная деятельность	ПК-4.В/НА.2	6	0
: Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893 Тимофеева М. Н. Нанотехнологии: химические, физические, биологические и экологические аспекты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Н. Тимофеева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242426.- Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	ПК-4.В/НА.2	9	4
: Тимофеева М. Н. Нанотехнологии: химические, физические, биологические и экологические аспекты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Н. Тимофеева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242426.- Загл. с экрана.				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-4.В/НА.2	30	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893 Тимофеева М. Н. Нанотехнологии: химические, физические, биологические и экологические аспекты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Н. Тимофеева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242426.- Загл. с экрана.				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	e-mail; ЭБС

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
Самостоятельное изучение теоретического материала: Реферат	20	40
Практические занятия:	20	40
Зачет:	10	20

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
			Зачет
ПК-4.В/НА	ПК-4.В/НА 2. Имеет представление о процессе эволюции научного знания в профессиональной сфере, методологически обосновывает научные исследования при разработке систем защиты окружающей среды		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : [монография / М. Н. Тимофеева и др.].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 281, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240974.- Доп. тит. л., огл. англ.

2. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 372 с. — ISBN 978-5-507-54396-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/508069 (дата обращения: 27.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Батаев В. А. Материалы с нанокристаллической структурой : учебное пособие / В. А. Батаев, З. Б. Батаева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.- 262, [1] с. : ил., схемы.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000086242.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.

Интернет-ресурсы

1. Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие / В. С. Кирчанов ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь : Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2016. – 193 с. – URL: https://pstu.ru/files/2/file/kafedra/fpmm/of/Nanomateriali_i_nanotehnologii_bak.pdf?ysclid=lbw4b49s69602199781 (дата обращения: 12.01.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893

2. Ильичев Е. В. Микро- и нанотехнологии : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Б. И. Иванов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 61, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240210

3. Тимофеева М. Н. Нанотехнологии: химические, физические, биологические и экологические аспекты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Н. Тимофеева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242426.- Загл. с экрана.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Проведение зачета с представлением презентаций