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
Химия твердого тела и механохимия

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

Курс: 2, семестр : 3

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	39
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	12
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	5
11	Самостоятельная работа, час.	105
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
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. 5 Использует знания, умения и навыки в области химии твердого тела для получения новых материалов, интерпретации их свойств и для планирования экспериментальной работы

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. 5 Использует знания, умения и навыки в области химии твердого тела для получения новых материалов, интерпретации их свойств и для планирования экспериментальной работы	
современные методы исследования твердых тел, теоретические основы методов измерения физических величин и характеристик твердых тел	Лекции; Самостоятельная работа
основные понятия и определения химии твердого тела	Лекции; Самостоятельная работа
основы физико-химической механики, иметь представление о моделях упругого, вязкого и пластичного твердого тела, измельчения твердых тел, механохимических реакциях, механической активации, механохимической модификации	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
решать практические задачи химии твердого тела из разделов: описание симметрии кристаллических структур, рентгенография, дефекты в твердых телах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
использовать знания, умения и навыки в области химии твердого тела для получения новых материалов, интерпретации их свойств и для планирования экспериментальной работы	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Введение. Предмет химии твёрдого состояния.				
1. Место химии твёрдого состояния среди других химических дисциплин. Препаративная, аналитическая и физическая химия твёрдого состояния. Особенности химических реакций с участием соединений в твёрдом состоянии. Значение химии твёрдого состояния для практики. Связь химии твёрдого состояния с физикой и биологией.	1	0	0	ПК-4.В/НА. 5
Дидактическая единица: Строение твёрдых тел.				

2. Строение кристаллов. Трансляционная симметрия как характеристический признак кристаллических структур. Группа трансляций. Решётка Бравэ. Группа Бравэ. Сингония группы Бравэ. Элементарная ячейка.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
3. Другие (помимо трансляций) элементы симметрии кристаллических структур. Закрытые и открытые операции симметрии. Требования совместимости с трансляционной симметрией. Символьные и графические обозначения элементов симметрии. Матрицы преобразования координат под действием операций симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии. Обозначения групп симметрии. Симморфные и асимморфные группы. Кристаллографический класс. Сингония кристаллической структуры. Позиции Вайкоффа. Понятия структурного класса и заполнения орбит по-Зоркому. Симметрия решётки Бравэ и симметрия структуры: общее и различия. Псевдосимметрия. Гиперсимметрия. Сверхструктура. Изменения симметрии структур при деформациях, вызываемых внешними воздействиями, а также в результате фазовых переходов или химических реакций.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
4. Симметрия некристаллических твёрдых тел - квазикристаллов и несоразмерных структур. Сходства и различия в строении кристаллов, квазикристаллов и несоразмерных структур. Возможность существования дальнего порядка при отсутствии трансляционной симметрии. Понятия периода смещения несоразмерных структур. Структура аморфных твёрдых тел. Понятия ближнего и дальнего порядка. Функция радиального распределения. Сопоставление её с функцией Паттерсона. Построение многогранников Вороного.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Дифракционные методы исследования твёрдых тел.				
5. Дифракционные методы исследования структуры кристаллов. Основные варианты дифракционных методов. Виды излучения, используемого для дифракционного изучения структуры. Обратная решетка, индексы Миллера. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэггов.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Точечные дефекты в кристаллах.				
6. Точечные дефекты в кристаллах, основные виды. Беспорядок по Френкелю и Шоттки. Равновесная концентрация тепловых точечных дефектов. Точечные дефекты, обусловленные присутствием примесных атомов. Квазихимические равновесия.Точечные дефекты, обусловленные нестехиометрией кристаллов. Влияние внешней атмосферы на концентрацию точечных дефектов. Основные виды нестехиометрии в оксидах металлов.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Электронное строение металлов и диэлектриков, собственных и примесных полупроводников.				

7. Электронное строение металлов и диэлектриков, собственных и примесных полупроводников. Связь электронных свойств окислов с их нестехиометрией	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Диффузия в твердых телах.				
8. Основные механизмы диффузии. Диффузия в поле механических напряжений, эффект Горского. Диффузия и химические реакции с участием твердых тел.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Ионная проводимость в кристаллах.				
9. Влияние примесных атомов на ионную проводимость. Изотерма Коха-Вагнера. Ионная проводимость суперионников.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Протяженные дефекты, основные виды.				
10. Дислокации, контур и вектор Бюргерса. Краевые и винтовые дислокации, основные виды движения.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Реакционная способность твердых веществ.				
11. Роль идеальной структуры, дефектов, диффузии, механических напряжений. Обратная связь. Управление реакционной способностью твердых веществ.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Пространственное развитие реакций в твердых телах.				
12. Пространственное развитие реакций в твердых телах. Факторы, влияющие на него и способы управления. Топохимические и топотаксиальные реакции. Метод предшественника. Влияние предыстории твердого образца на его реакционную способность.	2	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Размерные эффекты в химии твердого тела.				
13. Нанокристаллы, классификация, особенности строения, условия формирования. Сверхструктуры, модулированные структуры. Паракристаллы. Методы исследования наноматериалов. Методы синтеза нанокристаллических порошков.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Термоаналитические методы в химии твердого тела.				
14. Термогравиметрия, термомеханический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия для решения задач химии твердого тела. Электрохимия твердого тела.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5
Дидактическая единица: Механохимия, особенности механохимических превращений.				
15. Три основных направления механохимии. Типы механического воздействия, типы мельниц. Механизмы механохимических реакций. Влияние давления на структуры твердых тел. Металло-органические каркасные структуры - принципы дизайна, применения. Применение химии твердого тела в фармации и материаловедении.	1	0	0	ПК-4.В/НА.5

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					

Дидактическая единица: Строение твёрдых тел.					
1. Понятие симметрии.	4	0	0	ПК-4.В/НА.5	Элементы симметрии и операции симметрии. Операции симметрии 1-го и 2-го рода. Графические и буквенно-цифровые обозначения. Матричные представления операций симметрии. Преобразования системы координат и координаты симметрийно связанных точек. Операторы симметрии: симметрическое преобразование относительно оси, не проходящей через начало координат. Сочетание операций симметрии друг с другом. Сингонии. Точечные группы симметрии. Номенклатура.
Дидактическая единица: Дифракционные методы исследования твёрдых тел.					
2. Дифракция рентгеновского излучения кристаллами.	4	4	0	ПК-4.В/НА.5	Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга. Геометрия кристаллической решетки и обратного пространства. Вывод квадратичных форм для любой сингонии. Структурная амплитуда. Вывод правил погасания для центрированных ячеек, для винтовых осей, для плоскостей скользящего отражения.
Дидактическая единица: Диффузия в твердых телах.					
3. Диффузия и химические реакции.	3	3	0	ПК-4.В/НА.5	Роль диффузии и точечных дефектов при реакциях твёрдое + газ и твердое + твердое. Дислокации в кристаллах.
Дидактическая единица: Ионная проводимость в кристаллах.					
4. Ионная проводимость.	5	5	0	ПК-4.В/НА.5	Методы измерения. Параметры, которые можно получить из зависимости ионной проводимости от температуры. Влияние примесей на ионную проводимость. Эффект Коха-Вагнера.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

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

1	Дифракция рентгеновского излучения кристаллами.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типлвых задач
2	Диффузия и химические реакции.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
3	Ионная проводимость.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	ПК-4.В/НА.5	40	0
Для закрепления материала, изучаемого студентами на семинарских и лабораторных занятиях, им предлагается выполнить РГЗ с индивидуальными вариантами для каждого студента. : Механохимия создания материалов с заданными свойствами : учебное пособие / [О. В. Андрюшкова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2007.- 350, [1] с. : ил., табл..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000076073.- Авт. указаны на обороте тит. л. Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии". Солдышев Р. В. Методические и общие рекомендации по написанию РГЗ (рефератов), по направлению «Экология и природопользование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. В. Солдышев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233328. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-4.В/НА.5	22	2
Повторение материала, изученного на лекционных и практических занятиях.: Механохимия создания материалов с заданными свойствами : учебное пособие / [О. В. Андрюшкова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2007.- 350, [1] с. : ил., табл..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000076073.- Авт. указаны на обороте тит. л. Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии". Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Подготовка к аттестации	ПК-4.В/НА.5	43	3
Повторение материала, изученного на лекционных и практических занятиях.: Механохимия создания материалов с заданными свойствами : учебное пособие / [О. В. Андрюшкова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2007.- 350, [1] с. : ил., табл..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000076073.- Авт. указаны на обороте тит. л. Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии". Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

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	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: 3		
Лекция:	15	30
Практические занятия:	10	20
РГЗ/Реферат:	15	30
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	
		Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-4.В/НА	ПК-4.В/НА 5. Использует знания, умения и навыки в области химии твердого тела для получения новых материалов, интерпретации их свойств и для планирования экспериментальной работы	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Уваров Н. Ф. Химия твердого тела. Физические методы исследований : [учебное пособие] / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.- 69, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243122

2. Уваров, Н. Ф. Химия твердого тела : учебное пособие / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина. — 2-е изд., испр. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 108 с. — ISBN 978-5-7782-4786-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/514399 (дата обращения: 27.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Уваров Н. Ф. Химия твердого тела : [учебное пособие] / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 107, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240257

2. Полубояров В. А. Механохимические аппараты и методы оценки их эффективности : учебное пособие / В. А. Полубояров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 84, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127428

3. Влияние механических воздействий на физико-химические процессы в твердых телах : [монография / В. А. Полубояров и др.]. - Новосибирск, 2011. - 603 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000169387. - Авт. указны на обороте тит. л..

Интернет-ресурсы

1. Чернова, О. Б. Химия твердого тела : учебное пособие / О. Б. Чернова, А. В. Березовская ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 238 с. – ISBN 978-5-9984-1259-2. – URL: https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/8481/1/02021.pdf (дата обращения: 11.01.2023). – Текст : электронный.

2. New research on solid state chemistry / ed. J. B. Veliotti. – New York, 2007. – 268 p. – Текст : электронный // Google : информационно-поисковая система. – Раздел сайта «Книги». – URL: https://books.google.ru/books?id=0MOGTPdfd2QC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 16.10.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

2. Солдышев Р. В. Методические и общие рекомендации по написанию РГЗ (рефератов), по направлению «Экология и природопользование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. В. Солдышев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233328. - Загл. с экрана.

3. Механохимия создания материалов с заданными свойствами : учебное пособие / [О. В. Андрюшкова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2007.- 350, [1] с. : ил., табл..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000076073.- Авт. указаны на обороте тит. л. Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

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)	Чтение лекций, проведение практических занятий