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
Каталитические методы защиты окружающей среды

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.	61
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	28
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	11
11	Самостоятельная работа, час.	83
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	КР
13	Вид аттестации	Э

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-3.В/ОР Способен реализовывать на практике в конкретных условиях известные мероприятия по минимизации вредного воздействия организации на окружающую среду и в области рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов
	ПК-3.В/ОР. 1 Знает конструкции и принцип действия основных разрабатываемых и используемых технических экозащитных средств; владеет методами расчета параметров физико-химических процессов и критериев подбора оборудования очистки выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, переработки отходов

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	**Формы организации занятий**
Результаты обучения	
ПК-3.В/ОР. 1 Знает конструкции и принцип действия основных разрабатываемых и используемых технических экозащитных средств; владеет методами расчета параметров физико-химических процессов и критериев подбора оборудования очистки выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, переработки отходов	
основные виды катализаторов и области их применения	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
основные виды адсорбентов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
методы приготовления катализаторов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
причины дезактивации катализаторов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
о многообразии каталитических процессов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
источники загрязнения окружающей среды и каталитические методы их утилизации	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
вычислять удельную поверхность адсорбентов и катализаторов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
определять эффективность использования адсорбентов для реальных объектов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
о скорости химических реакций	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
рассчитывать основные каталитические характеристики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
о сущности явления катализа	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
о процессах адсорбции и их закономерностях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

определять каталитическую активность катализаторов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
измерять величину адсорбции	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; 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: Фундаментальные понятия в катализе и адсорбции				
1. Основные понятия катализа. Исторические аспекты развития катализа. Определение катализа. Роль катализа в современной промышленности.	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
2. Основные характеристики каталитического процесса. Активность и ее разновидности, селективность, степень конверсии, равновесная степень конверсии, выход целевого продукта.	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
3. Приготовление катализаторов. Классификация катализаторов по методу приготовления и по химической природе. Блочные катализаторы и носители. Основные стадии приготовления. Осаждение. Гелеобразование и флоккуляция. Декантация, фильтрация и центрифугирование. Промывка. Сушка. Прокаливание. Формовка (Распылительная сушка, экструдирование, формование, капельная флоккуляция и др.) Нанесенные катализаторы. Выбор носителя. Осаждение. Пропитка. Сушка. Прокаливание. Приготовление цеолитных катализаторов. Методы диспергирования активного компонента. Смешанные катализаторы.	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
4. Дезактивация катализаторов. Основные причины дезактивации и их классификация.	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
5. Методы определения каталитической активности. Статические, проточные (идеальное вытеснение и идеальное смешение), импульсные.	2	0	0	ПК-3.В/ОР.1
6. Адсорбция. Общие понятия. Физическая адсорбция на непористых твердых телах. Физическая адсорбция на пористых и микропористых твердых телах. Хемосорбция.	2	0	0	ПК-3.В/ОР.1
Дидактическая единица: Каталитические методы очистки газов				
7. Введение в проблему загрязнения окружающей среды. Защита атмосферы. Глубокое окисление для очистки отходящих газов промышленных производств.	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
8. Глубокое окисление. Очистка выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей внутреннего сгорания. Селективное окисление CO в ВСГ для топливных элементов.	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
9. Энергосберегающие и экологически чистое каталитическое сжигание топлив	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1

10. Защита озонового слоя	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
11. Очистка от сероводорода и оксидов серы	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
12. Удаление оксидов азота	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
13. Очистка отходящих газов газовых турбин	1	0	0	ПК-3.В/ОР.1
Дидактическая единица: Каталитическая очистка жидкостей и твердых отходов				
14. Основные методы очистки сточных вод. Классификация методов	0,5	0	0	ПК-3.В/ОР.1
15. Основные методы обезвреживания твердых отходов. Классификация методов	0,5	0	0	ПК-3.В/ОР.1

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Фундаментальные понятия в катализе и адсорбции					
1. Измерение активности и селективности катализатора в проточном реакторе идеального вытеснения	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Измерение активности и селективности катализатора в проточном реакторе идеального вытеснения
2. Изучение адсорбции в статической вакуумной установке	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Изучение адсорбции в статической вакуумной установке
Дидактическая единица: Каталитические методы очистки газов					
3. Изучение адсорбции паров воды при помощи пружинных кварцевых весов Мак-Бена	4	0	0	ПК-3.В/ОР.1	Изучение адсорбции паров воды при помощи пружинных кварцевых весов Мак-Бена
Дидактическая единица: Каталитическая очистка жидкостей и твердых отходов					
4. Адсорбция из растворов	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Изучение адсорбции загрязняющих веществ сорбентами различной природы из растворов

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Фундаментальные понятия в катализе и адсорбции					
1. Измерение активности и селективности катализатора в проточном реакторе идеального вытеснения	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Измерение концентрации реагентов до и после реактора (установка проточного типа), расчет степени превращения и селективности
2. Основные расчеты теории приготовления катализаторов	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Решение задач по приготовлению катализаторов

3. Адсорбционные процессы	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Расчет величин адсорбции и определение удельной поверхности и распределения пор по размерам
Дидактическая единица: Каталитические методы очистки газов					
4. Определение основных характеристик каталитических процессов	4	4	0	ПК-3.В/ОР.1	Расчет значение конверсии, селективности. Определение констант скоростей реакций

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Фундаментальные понятия в катализе и адсорбции					
1. Самостоятельное изучение ряда тем дисциплины	3	0	0	ПК-3.В/ОР.1	Самостоятельное изучение ряда тем дисциплины, подготовка к контрольным работам №!, №2, №3, подготоака к защите лабораторных работ №1, №2
Дидактическая единица: Каталитические методы очистки газов					
2. Самостоятельное изучение ряда тем дисциплины	2	0	0	ПК-3.В/ОР.1	Самостоятельное изучение ряда тем дисциплины, подгтотовка к контрольной работе №4, подготовка к защите лабораторной работы №3
Дидактическая единица: Каталитическая очистка жидкостей и твердых отходов					
3. Самостоятельное изучение ряда тем дисциплины	5	0	0	ПК-3.В/ОР.1	Самостоятельное изучение ряда тем дисциплины, подготовка к зищите лабораторной работы №4
4. Подготовка и защита курсовой работы	5	0	0	ПК-3.В/ОР.1	Целью курсовой работы является закрепление практических навыков самостоятельного реше-ния инженерных задач, развитие творческих способностей и умение пользоваться техниче-ской, нормативной и справочной литературой. Темой курсовой работы является " Термодинамический расчет модельной химической реак-ции, протекающей с участием вещества-загрязнителя"
5. Подготовка к экзамену	4	0	0	ПК-3.В/ОР.1	Подготовка к экзамену

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Измерение активности и селективности катализатора в проточном реакторе идеального вытеснения	Лб	Выполняет следующие виды работ: измерение активности и селективности катализатора в проточном реакторе идеального вытеснения
2	Изучение адсорбции в статической вакуумной установке	Лб	Выполняет следующие виды работ: изучение адсорбции в статической вакуумной установке
3	Адсорбция из растворов	Лб	Выполняет следующие виды работ: изучение адсорбции загрязняющих веществ сорбентами различной природы из растворов
4	Измерение активности и селективности катализатора в проточном реакторе идеального вытеснения	Пр	Выполняет следующие виды работ: измерение концентрации реагентов до и после реактора (установка проточного типа), расчет степени превращения и селективности
5	Основные расчеты теории приготовления катализаторов	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач по приготовлению катализаторов
6	Адсорбционные процессы	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет величин адсорбции и определение удельной поверхности и распределения пор по размерам
7	Определение основных характеристик каталитических процессов	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет значение конверсии, селективности. Определение констант скоростей реакций

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Курсовая работа	ПК-3.В/ОР.1	50	7
Выполнение термодинамического расчета: Попов, Ю. В. Термодинамические расчеты процессов химической технологии (теория и практика) : учебное пособие / Ю. В. Попов, С. Е. Латышова. — Волгоград : ВолгГТУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-9948-3922-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174093 (дата обращения: 11.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-3.В/ОР.1	14	4
: Матус Е. В. Каталитические методы защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Матус ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243060.- Загл. с экрана.				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-3.В/ОР.1	19	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Аветисов, А. К. Прикладной катализ : учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук ; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3854-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126902 (дата обращения: 11.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				

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:shutilov@corp.nstu.ru
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		
Лабораторная №2: Выполнение	1	5
Лабораторная №2: Защита	1	5
Лабораторная №3: Выполнение	1	5
Лабораторная №3: Защита	1	5
Лабораторная №4: Выполнение	1	5
Лабораторная №4: Защита	1	5
Лабораторная №5: Выполнение	1	5
Лабораторная №5: Защита	1	5
Практические занятия №6: Контрольная работа №1	3	5
Практические занятия №6: Контрольная работа №2	3	5
Практические занятия №7: Контрольная работа №4	3	5
Практические занятия №7: Контрольная работа №3	3	5
Курсовая работа:	0	100 *(в состав баллов за КР)*
Экзамен:	20	40

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 КП/КР	Экзамен
ПК-3.В/ ОР	ПК-3.В/ОР 1. Знает конструкции и принцип действия основных разрабатываемых и используемых технических экозащитных средств; владеет методами расчета параметров физико-химических процессов и критериев подбора оборудования очистки выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, переработки отходов	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Фомин, В. М. Химическая кинетика и катализ / В. М. Фомин. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 348 с. — ISBN 978-5-507-48309-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/367358 (дата обращения: 11.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы : учебное пособие для вузов / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 200 с. — ISBN 978-5-507-51380-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/510910 (дата обращения: 11.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Харламова, Т. С. Методы исследования каталитических свойств гетерогенных катализаторов : учебно-методическое пособие / Т. С. Харламова, О. В. Водянкина. — Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. — 61 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/109038.html (дата обращения: 09.02.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки : учебное пособие / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 316 с. — ISBN 978-5-7882-2551-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/100689.html (дата обращения: 09.02.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Загоруйко А. Н. Структурированные каталитические системы на основе стекловолокнистых катализаторов : [монография] / А. Н. Загоруйко, С. А. Лопатин.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 205, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240178.- Доп. тит. л., огл. англ.

4. Решетников С. И. Управляемый катализ. Задачи оптимального регулирования каталитических процессов и реакторов : [монография] / С. И. Решетников, В. И. Быков.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.- 386, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243887.- Доп. тит. л., огл. англ.

Интернет-ресурсы

1. Применение катализа в экологии. – Текст : электронный // Хелпикс : сайт. – Раздел сайта «Экология». – URL: https://helpiks.org/6-51775.html?ysclid=lbw3d24ddh943950583 (дата обращения: 11.01.2023).

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Матус Е. В. Каталитические методы защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Матус ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243060.- Загл. с экрана.

2. Попов, Ю. В. Термодинамические расчеты процессов химической технологии (теория и практика) : учебное пособие / Ю. В. Попов, С. Е. Латышова. — Волгоград : ВолгГТУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-9948-3922-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174093 (дата обращения: 11.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Аветисов, А. К. Прикладной катализ : учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук ; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3854-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126902 (дата обращения: 11.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Операционная система Microsoft Windows

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)	Для чтения лекций, защита курсовой работы

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Стол для приборов	Проведение лабораторных работ

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение

1	Весы PB153-S/FACT (151г, 0,01г)	Взвешивание различных веществ; весы обладают автоматической калибровкой с электроприводом, использующей внутреннюю калибровочную гирю, автоматически калибруются при изменении температуры окружающей среды, имеют функции тарирования, "Счет штук", "Процентное взвешивание", "Произвольный коэффициент", "Динамическое взвешивание" (с ручным или автоматическим запуском)
2	Шкаф сушильный Wise Ven Vof-50	Шкаф с принудительным типом вентиляции предназначен для удаления влаги из различных материалов, сенсор температуры, встроенный в нагреватель, обеспечивает функцию автоматического предохранения камеры сушильного шкафа от перегрева, дополнительный аналоговый контроллер с обратной связью постоянно обрабатывает сигнал сенсора температуры внутри сушильной камеры, минимизируя отклонения и ошибки датчика, и повышая, таким образом, производительность камеры
3	Шкаф сушильный вакуумный Wise Ven Wof-30	Сушка, обжиг, дегазация твердых тел и жидкостей, вакуумная пропитка, анализ влажности, нанесение покрытий и т.п.