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
# Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования

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

Курс: 1 2, семестры : 2 3

Факультет летательных аппаратов,

| | | Семестр | |
|---|---|---|---|
| **№** | **Вид деятельности** | **2** | **3** |
| **1** | Всего зачетных единиц (кредитов) | 4 | 2 |
| **2** | Всего часов | 144 | 72 |
| **3** | Всего занятий в контактной форме, час. | 38 | 40 |
| **4** | Лекции, час. | 0 | 0 |
| **5** | Практические занятия, час. | 16 | 16 |
| **6** | Лабораторные занятия, час. | 16 | 16 |
| **7** | из них в активной и интерактивной форме, час. | 0 | 0 |
| **8** | из них практической подготовки, час. | 10 | 8 |
| **9** | Аттестация, час. | 2 | 2 |
| **10** | Консультации, час. | 4 | 6 |
| **11** | Самостоятельная работа, час. | 106 | 32 |
| **12** | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе) | Р | КР |
| **13** | Вид аттестации | З | З |

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

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. 4 Владеет навыками реализации специализированных информационных технологий при решении практических задач в области экологии и рационального природопользования, имеет представление об основных методах компьютерного моделирования |

## 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. 4 Владеет навыками реализации специализированных информационных технологий при решении практических задач в области экологии и рационального природопользования, имеет представление об основных методах компьютерного моделирования** | |
| о современных компьютерных технологиях, применяемых в области обеспечения техносферной безопасности | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| работы в программных продуктах, позволяющих решать экологические задачи | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| применять методы компьютерного моделирования при решении экологических задач | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| конкретные модели для решения экологических задач и рационального природопользования | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| о реализации компьютерных и информационных технологий при решении практических задач в области техносферной безопасности | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| оптимальные компьютерные и информационные технологии | Практические занятия; Самостоятельная работа |
| применения методов компьютерного моделирования | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| основные методы компьютерного моделирования | Практические занятия; Самостоятельная работа |
| о современном состоянии в сфере снижения негативного воздействия промышленности на окружающую среду | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| рационально применять программные продукты к решению поставленной задачи | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| использовать ресурсы интернета | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| оценки результатов полученных в ходе решения задачи | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лабораторных работ | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 2** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Программа MathCad для расчета процессов в химии, химической технологии, экологии.** | | | | | |
| 2. Сравнение режимов идеального смешения и идеального вытеснения. Реакция А в В в С:<br>1) Реактор идеального смешения.<br>2)Реактор идеального вытеснения. | 2 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Пакет прикладных программ Реактор в решении задач экологии** | | | | | |
| 5. Расчет процесса окисления метанола в формальдегид: в адиабатическом реакторе, в трубчатом реакторе, в комбинированном реакторе. | 8 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Оценивать полученный результат<br>3) Предлагать пути решения по улучшению состояния расчетной области |
| **Дидактическая единица: Математическое моделирование** | | | | | |
| 6. Исследование влияния внутренней диффузии при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | 2 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Изучить основные функции продукта<br>3) Научиться реализовывать математические методы посредством специальных программ |
| **Дидактическая единица: Пакет прикладных программ COMSOL Multiphysics.** | | | | | |
| 7. Исследование влияния внешней диффузии при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | 2 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Освоить составление документации.<br>3) Научиться разрабатывать мероприятия, позволяющие уменьшить вредное влияние на окружающую среду<br>1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Уметь определять класс опасности веществ |
| **Дидактическая единица: Использование пакет прикладных программ COMSOL Multiphysics для расчета процессов в химии, химической технологии, экологии.** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8. Исследование процессов массо- и теплопереноса в неизотермическом зерне катализатора при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | 2 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1)Научиться работать с программным продуктом.<br>2)Предлагать пути улучшения решения - использовать адаптивные сетки, схемы с повышенным порядком точности аппроксимации, регулировать поведение решение изменением числа Куранта.<br>3) Освоить способы визуализации получаемых результатов.<br>4) Анализировать и оценивать данные расчетов. Строить прогнозы и разрабатывать стратегию мероприятий по защите окружающей среды. |
| **Семестр: 3** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Применение программного комплекса Эра Воздух** | | | | | |
| 1. Знакомство с интерфейсом программы, расчет области и составление томов ПДВ | 6 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Освоить составление документации. |
| **Дидактическая единица: Применение программного комплекса Эра Отходы** | | | | | |
| 3. Провести инвентаризацию образующихся, использованных, обезвреженных, переданных или полученных отходов, сформировать мероприятия по снижению влияния отходов на окружающую среду, выпустить комплект документации проекта нормативов обращения с отходами | 6 | 2 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Освоить составление документации.<br>3) Научиться разрабатывать мероприятия, позволяющие уменьшить вредное влияние на окружающую среду |
| **Дидактическая единица: Программный продукт AnsysFluent** | | | | | |
| 4. Углубленное знакомство с интерфейсом программы, расчет интересующей области | 4 | 4 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Оценивать полученный результат<br>3) Предлагать пути решения по улучшению состояния расчетной области |

| Темы практических занятий | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 2** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Дидактическая единица: Компьютерное моделирование в экологии** | | | | | |
| 1. Расчет степени превращения реагента, селективность реакции и выхода по продукту, нагрузки по реагенту и производительности по продукту, адиабатического разогрева реакции и выбор оптимального типа реактора. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Программа MathCad для расчета процессов в химии, химической технологии, экологии.** | | | | | |
| 3. Сравнение режимов идеального смешения и идеального вытеснения. Влияния входной концентрации реагента и порядка реакции. Реакция А в В:<br>1) Реактор идеального смешения.<br>2) Реактор идеального вытеснения. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Оценивать полученный результат<br>3) Предлагать пути решения по улучшению состояния расчетной области |
| **Дидактическая единица: Применение программы MathCad для расчета процессов в химии, химической технологии, экологии.** | | | | | |
| 5. Проведение процессов в адиабатическом реакторе. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Применение пакета прикладных программ Реактор в решении задач экологии.** | | | | | |
| 7. Проведение процессов в трубчатом реакторе. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Пакет прикладных программ Реактор в решении задач экологии** | | | | | |
| 8. Проведение процессов в комбинированном реакторе. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор задач |
| **Дидактическая единица: Математическое моделирование** | | | | | |
| 9. Построение модели, описывающей процессы массо- и теплопереноса в зерне катализатора при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Методы математического моделирования** | | | | | |
| 10. Влияние внешней диффузии на процессы в зерне катализатора. | 2 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Пакет прикладных программ COMSOL Multiphysics.** | | | | | |
| 11. Влияние неизотермичности зерна катализатора. | 1 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Использование пакет прикладных программ COMSOL Multiphysics для расчета процессов в химии, химической технологии, экологии.** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12. Исследование одновременного влияния внутренней и внешней диффузии при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | 1 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Семестр: 3** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Применение программного комплекса Эра Воздух** | | | | | |
| 2. Назначение продукта, знакомство с интерфейсом и основными принципами работы с программным продуктом, составление томов ПДВ | 4 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор материала |
| **Дидактическая единица: Применение программного комплекса Эра Отходы** | | | | | |
| 4. Углубленное изучение программного продукта, разработка проекта нормативов образования отходов | 6 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Обзор литературы |
| **Дидактическая единица: Программный продукт AnsysFluent** | | | | | |
| 6. Знакомство с интерфейсом программы, расчет интересующей области | 6 | 0 | 0 | ПК-4.В/НА.4 | Ознакомление |

## 3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

| № | Темы занятий | Формы организации занятий | Содержание практической подготовки (виды работ) |
|---|---|---|---|
| 1 | Сравнение режимов идеального смешения и идеального вытеснения. Реакция А в В в С:<br>1) Реактор идеального смешения.<br>2)Реактор идеального вытеснения. | Лб | Выполняет следующие виды работ: обзор материала |
| 2 | Расчет процесса окисления метанола в формальдегид: в адиабатическом реакторе, в трубчатом реакторе, в комбинированном реакторе. | Лб | Выполняет следующие виды работ: 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Оценивать полученный результат<br>3) Предлагать пути решения по улучшению состояния расчетной области |
| 3 | Исследование влияния внутренней диффузии при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | Лб | Выполняет следующие виды работ: 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Изучить основные функции продукта<br>3) Научиться реализовывать математические методы посредством специальных программ |
| 4 | Исследование влияния внешней диффузии при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | Лб | Выполняет следующие виды работ: 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Освоить составление документации.<br>3) Научиться разрабатывать мероприятия, позволяющие уменьшить вредное влияние на окружающую среду<br>1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Уметь определять класс опасности веществ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | Исследование процессов массо- и теплопереноса в неизотермическом зерне катализатора при протекании процесса окисления метанола в формальдегид. | Лб | Выполняет следующие виды работ:<br>1)Научиться работать с программным продуктом.<br>2)Предлагать пути улучшения решения - использовать адаптивные сетки, схемы с повышенным порядком точности аппроксимации, регулировать поведение решение изменением числа Куранта.<br>3) Освоить способы визуализации получаемых результатов.<br>4) Анализировать и оценивать данные расчетов. Строить прогнозы и разрабатывать стратегию мероприятий по защите окружающей среды. |
| 6 | Знакомство с интерфейсом программы, расчет области и составление томов ПДВ | Лб | Выполняет следующие виды работ: 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Освоить составление документации. |
| 7 | Провести инвентаризацию образующихся, использованных, обезвреженных, переданных или полученных отходов, сформировать мероприятия по снижению влияния отходов на окружающую среду, выпустить комплект документации проекта нормативов обращения с отходами | Лб | Выполняет следующие виды работ: 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Освоить составление документации.<br>3) Научиться разрабатывать мероприятия, позволяющие уменьшить вредное влияние на окружающую среду |
| 8 | Углубленное знакомство с интерфейсом программы, расчет интересующей области | Лб | Выполняет следующие виды работ: 1) Научиться работать в программном продукте.<br>2) Оценивать полученный результат<br>3) Предлагать пути решения по улучшению состояния расчетной области |

## 3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

| № | Виды самостоятельной работы | Индикаторы достижения компетенций | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 2** | | | | |
| 1 | РГЗ/Реферат | ПК-4.В/НА.4 | 40 | 2 |
| : Верниковская Н. В. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования [Электронный ресурс]. Ч. 1 : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232801. - Загл. с экрана. | | | | |
| 2 | Подготовка к занятиям | ПК-4.В/НА.4 | 40 | 0 |
| : Верниковская Н. В. Рекомендации к выполнению лабораторных работ по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования» [Электронный ресурс]. Ч. 1 : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232802. - Загл. с экрана. | | | | |
| 3 | Подготовка к аттестации | ПК-4.В/НА.4 | 26 | 2 |
| : Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211445 (дата обращения: 30.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 3** | | | | |
| 1 | Курсовая работа | ПК-4.В/НА.4 | 14 | 5 |
| : Верниковская Н. В. Методические указания по выполнению курсовых работ по дисциплине «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232713. - Загл. с экрана. | | | | |
| 2 | Подготовка к занятиям | ПК-4.В/НА.4 | 6 | 0 |
| : Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211445 (дата обращения: 30.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | | | | |
| 3 | Дополнительная учебная деятельность | ПК-4.В/НА.4 | 4 | 0 |
| : Численные методы в задачах экологии : методические указания для 4 курсов ФЛА направления 28200 - Защита окружающей среды / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Т. А. Коротаева].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008.- 46, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087396 | | | | |
| 4 | Подготовка к аттестации | ПК-4.В/НА.4 | 8 | 1 |
| : Численные методы в задачах экологии : методические указания для 4 курсов ФЛА направления 28200 - Защита окружающей среды / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Т. А. Коротаева].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008.- 46, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087396 | | | | |

### 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: 2** | | |
| *Лабораторная:* | 25 | 40 |
| *Практические занятия:* | 5 | 20 |
| *РГЗ/Реферат:* | 5 | 10 |
| *Зачет:* | 15 | 30 |
| **Семестр: 3** | | |

| | | |
|---|---|---|
| *Лабораторная:* | 25 | 40 |
| *Практические занятия:* | 5 | 10 |
| *Курсовая работа:* Итого | 0 | 100 *(в состав баллов за КР)* |
| *Зачет:* | 10 | 30 |

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 | Защита КП/КР | Зачет |
| **ПК-4.В/НА** | ПК-4.В/НА 4. Владеет навыками реализации специализированных информационных технологий при решении практических задач в области экологии и рационального природопользования, имеет представление об основных методах компьютерного моделирования | + | + | + |

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: 30.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**2.** Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / Н. В. Ушева, О. Е. Мойзес, О. Е. Митянина, Е. А. Кузьменко. — Томск : ТПУ, 2014. — 135 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/62934 (дата обращения: 30.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**3.** Сарычева О. М. Численные методы : конспект лекций / О. М. Сарычева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 74, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000077939

**4.** Верниковская Н. В. Каталитическая очистка отходящих газов от оксидов азота (NOx и N2O) в производстве неконцентрированной азотной кислоты : [учебное пособие] / Н. В. Верниковская, А. Г. Шеболтасов, В. А. Чумаченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.- 94, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243902

*Дополнительная литература*

**1.** Кононова, З. А. Компьютерное моделирование в химии : учебное пособие / З. А. Кононова, С. О. Алтухова. — Липецк : Липецкий ГПУ, 2019. — 145 с. — ISBN 978-5-907168-06-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122414 (дата обращения: 30.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**2.** Кувшинов Г. Г. Введение в анализ химических реакторов : учебное пособие / Г. Г. Кувшинов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 118, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000054859

*Интернет-ресурсы*

**1.** Кравцов А.В. Математическое моделирование многокомпонентных химических процессов: учебное пособие / А.В. Кравцов, Н.В. Ушева, О.Е. Мойзес, А.Ф. Федоров; Томский политехнический университет – 2-е изд., – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 108 с. – Текст : электронный. – URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/e/EVGENSAN/Ucheba/Tab/%D0%A3%D1%87.%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC-%D0%BE%D0%B5%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB-%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf (дата обращения: 02.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

### *6.1 Методическое обеспечение*

**1.** Численные методы в задачах экологии : методические указания для 4 курсов ФЛА направления 28200 - Защита окружающей среды / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Т. А. Коротаева].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008.- 46, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087396

**2.** Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211445 (дата обращения: 30.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**3.** Верниковская Н. В. Методические указания по выполнению курсовых работ по дисциплине «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232713. - Загл. с экрана.

**4.** Верниковская Н. В. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования [Электронный ресурс]. Ч. 1 : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232801. - Загл. с экрана.

**5.** Верниковская Н. В. Рекомендации к выполнению лабораторных работ по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования» [Электронный ресурс]. Ч. 1 : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232802. - Загл. с экрана.

**6.** Верниковская Н. В. Рекомендации к выполнению лабораторных работ по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования» [Электронный ресурс]. Ч. 2 : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232803. - Загл. с экрана.

**7.** Верниковская Н. В. Методические указания по выполнению курсовых работ по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования» [Электронный ресурс]. Ч. 2 : учебно-методическое пособие / Н. В. Верниковская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232804. - Загл. с экрана.

### *6.2 Специализированное программное обеспечение*

**1** Операционная система Microsoft Windows

**2** Пакет офисных приложений Microsoft Office

**3** Разработка проектов нормативов обращения с отходами, паспортизация и расчет класса опасности отхода НПП "ЛОГОС" Программный комплекс "ЭРА-ОТХОДЫ"

**4** набор инструментов инженерного моделирования ANSYS Ansys Academic Research
**5** MathCAD - это интегрированная система программирования, ориентированная на проведение математических и инженерно-технических расчетов. PTC MathCAD

*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 практических занятий, защиты курсовых и расчетно-графических работ студентами. |

Компьютерный класс

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet |