

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры

Ярмоленко И.В.
«15» мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института

Ястребинский Р.Н.
«15» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Моделирование природоохранных процессов
направление подготовки (специальность):

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов

Квалификация

Магистр

Форма обучения
очная

Институт: химико-технологический
Кафедра Промышленной экологии

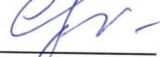
Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Природообустройство и водопользование, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 25 мая 2020 года № 678
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доц.  (Н.С. Лупандина)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Промышленной экологии «13» мая 2021 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой: Промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (С.В. Свергузова)

«14» мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«15» мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доц.  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения при прохождении практики
1	2	3	4
Общепрофессиональные компетенции	ПК-3 Способен выполнять моделирование, проводить экспертизу безопасности и экологичности, разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности опасных технологических процессов и в окружающей среде	ПК-3.2. Выполняет моделирование, проводит экспертизу безопасности и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности опасных технологических процессов и в среде обитания	<p>Знать: методы оценки загрязнения атмосферного воздуха, критерии оценки загрязнения водных объектов и деградации водных систем, критерии экологической оценки состояния почв, проблемы физического загрязнения селитебной и охранной зоны, методы моделирования, расчета распространения загрязнений в окружающей среде.</p> <p>Уметь: выполнять расчеты и моделирование, проводить экспертизу безопасности и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности опасных технологических процессов и в среде обитания, в том числе с применением программных комплексов</p> <p>Владеть: математическими методами анализа и прогноза реальных процессов, систем; методикой моделирования природных и техногенных систем, способностью реализовывать на практике в конкретных условиях известные мероприятия (методы) по защите окружающей среды.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-3 Способен выполнять моделирование, проводить экспертизу безопасности и экологичности, разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности опасных технологических процессов и в окружающей среде	
Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:	
Стадия	Наименования дисциплины
1	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности
2	Теория надежности в технологических процессах и производствах
3	Математическое планирование эксперимента
4	Моделирование природоохранных процессов
5	Мониторинг и аналитический контроль качества окружающей среды
6	Моделирование технологических процессов и производств по показателям
7	Инженерные методы защиты водных объектов
8	Производственная научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зач. единиц, 144 часа

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	0	0
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	89	89
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	44	44
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ¹
1. Основные определения математического моделирования, классификация моделей					
1.1.	Общие сведения о моделировании . Характеристика объектов моделирования. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Классификация математических моделей. Формы представления математических моделей.	6	10		14
2. Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности					
2.1.	Возникновение и идентификация потенциальных опасностей на техногенных объектах. Прямые и косвенные последствия техногенного воздействия. Выбор критериев и ранжирование наиболее распространенных загрязнителей. Оценка	5	12		15

	последствий воздействия на человека и окружающую среду.				
3. Моделирование и оптимизация природоохранных процессов					
3.1	Оценка воздействия на окружающую среду. Методы определения изменений биосферы и воздействия на них. Проблема учета неопределенностей. Оценка изменений и тенденций изменений биосферы. Основы подхода к прогнозированию и анализу экологических и экономических характеристик загрязнения. Основные проблемы использования моделей для прогноза. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования, прогноз возможных изменений в окружающей среде под влиянием хозяйственной деятельности. Общие закономерности загрязнения атмосферы. Показатели загрязнения атмосферы Картографирование уровней загрязнения атмосферы. Расчет приземной концентрации загрязняющих веществ. Общие закономерности загрязнения поверхностных вод. Показатели экологического состояния водных объектов Методики по моделированию оценки качества водоемов. Расчет распространения примесей в водных объектах. Оценка степени загрязненности почв химическими веществами. Методики оценки состояния качества почв. Использование программных средств для моделирования в природоохранной деятельности.	6	12		15
	ВСЕГО	17	34		44

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во практ. часов	К-во часов СРС
семестр №2				
1	Основные определения математического моделирования, классификация моделей	Классификация математических моделей для моделирования отдельных объектов окружающей среды. Модели различных типов. Одномерные, двумерные и трехмерные модели.	8	8
2	Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности	Методы реализации моделей. Аналитические и алгоритмические модели. Этапы построения математических моделей. Объект моделирования. Выбор типа модели. Проверка адекватности модели.	4	4
3	Моделирование и оптимизация природоохранных процессов	Моделирование процессов, протекающих в биосфере. Моделирование процессов очистки газов и сточных вод. Использование программных средств для моделирования в природоохранной деятельности. Расчет приземной концентрации загрязняющих веществ. Методики по моделированию оценки качества водоемов. Расчет распространения примесей в водных объектах. Оценка степени загрязненности почв химическими веществами. Методики оценки состояния качества почв. Использование программных средств для моделирования в природоохранной деятельности.	8	8
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта/работы²

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения РГЗ осуществляется контактная работа с обучающимся посредством очных консультаций или электронной информационно-образовательной среды.

Целью выполнения ИДЗ является получение студентами необходимых навыков проведения моделирования природных компонентов.

Учитывая сжатые сроки изучения данной дисциплины, рассчитанной на 1 семестр, разработка ИДЗ начинается с середины семестра и ведется параллельно с изучением теоретических основ. Руководство процессом выполнением ИДЗ осуществляется ведущим преподавателем во время проведения практических работ.

ИДЗ должно состоять из следующих основных разделов:

- введение;
- литературный обзор;
- исходные данные для проектирования;
- определение необходимой степени очистки по веществам;
- обоснование выбора методов очистки по каждому веществу или группам веществ, обладающих схожими свойствами, принятые решения подтверждаются описанием процессов, реакций и т.д.; указывается эффективность очистки;
- обоснование выбора аппаратов, установок, устройств, сооружений для выбранных методов очистки;
- представляются схемы аппаратов, установок;
- расчет аппаратов, установок и т.д.;
- разработка технологической схемы;
- расчет ожидаемой эффективности очистки при использовании разработанной схемы, сравнение достигаемых показателей на сбросе после очистных сооружений, сравнение состава сточных вод на сбросе с ПДК для коммунально-бытовых объектов водопользования.

Объем ИДЗ не должно превышать 25 страниц формата А4.

Выполнение ИДЗ завершается его защитой.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-3. Способен выполнять моделирование, проводить экспертизу безопасности и экологичности, разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности опасных технологических процессов и в окружающей среде

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2. Выполняет моделирование, проводит экспертизу безопасности и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности опасных технологических процессов и в среде обитания	Тестовый контроль; Оценивание решения задач Защита ИДЗ; Экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные определения математического моделирования, классификация моделей	Что такое математическое моделирование? В чем заключается сущность системного анализа? Методология математического моделирования? Особенности компьютерного моделирования Что такое математическая модель Основные свойства математических моделей Классификация математических моделей

		<p>Требования, предъявляемые к математическим моделям</p> <p>Методы построения математических моделей</p> <p>Основные кинетические модели</p> <p>Критерии оптимальности</p> <p>Понятия статистики</p> <p>Методы планирования экспериментов</p> <p>Факторный эксперимент</p>
2	Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности	<p>Эмпирический подход к построению математических моделей</p> <p>Суть дробного факторного эксперимента</p> <p>Методы оптимизации, классификация</p> <p>Аналитические методы оптимизации</p> <p>Дисперсионный анализ</p> <p>Корреляционный анализ</p> <p>Регрессионный анализ</p>
3	Моделирование и оптимизация природоохранных процессов	<p>Основные кинетические модели</p> <p>Критерии оптимальности</p> <p>Понятия статистики</p> <p>Методы планирования экспериментов</p> <p>Факторный эксперимент</p> <p>Общие закономерности загрязнения атмосферы.</p> <p>Показатели загрязнения атмосферы</p> <p>Картографирование уровней загрязнения атмосферы</p> <p>Расчет приземной концентрации загрязняющих веществ</p> <p>Общие закономерности загрязнения поверхностных вод</p> <p>Показатели экологического состояния водных объектов</p> <p>Методики по моделированию оценки качества водоемов.</p> <p>Расчет распространения примесей в водных объектах</p> <p>Оценка степени загрязненности почв химическими веществами</p> <p>Методики оценки состояния качества почв.</p> <p>Использование программных средств для моделирования в природоохранной деятельности.</p> <p>Виды задач, для которых в современных экологических исследованиях применяется моделирование</p> <p>Стратегическая экологическая оценка</p> <p>Методы оценки интенсивности техногенных нагрузок на окружающую среду (метод экспертных оценок, метод списка, метод матрицы, метод многомерной статистики)</p> <p>Методы оценки интенсивности техногенных нагрузок на окружающую среду (картографические методы, совмещенный анализ карт, метод Бателе, имитационные модели)</p> <p>Нормирование в области охраны окружающей среды</p> <p>Воздействие добывающих и перерабатывающих отраслей. Основные факторы и виды воздействия.</p> <p>Социально-экологические проблемы в районах добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности. Воздействие энергетики на окружающую среду.</p> <p>Основные факторы и виды воздействия.</p> <p>Влияние транспорта и связи на окружающую среду. Основные факторы и виды воздействия.</p> <p>Загрязнение окружающей среды химическими производствами.</p> <p>Основные виды и факторы воздействия.</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов

для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме решения задач, выполнения тестовых контрольных работ.

Практические занятия и расчетно-графическое задание. В пособии представлены задачи, которые необходимо решить в течение семестра, методические указания к работе, приведены требования к отчету и перечень контрольных вопросов для самоподготовки.

По указанию преподавателя одно из заданий выдается студентам в качестве РГЗ по вариантам.

Типовые задания для практических работ

Задание 1. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха

1. Место наблюдения: г. Белгород, перекресток ул. Шаландина – пр. Ватутина
2. Тип местности: 4-х сторонний перекресток с уклоном в 15° улицы Шаландина, направление главного движения – пр. Ватутина.
3. Погодные условия:
 - температура воздуха: $-4^0 \dots +4^0\text{C}$
 - влажность: средняя 84%
 - скорость ветра: ЗЮЗ, 2...3 м/с
4. Имеется защитная полоса из деревьев по обоим тротуарам

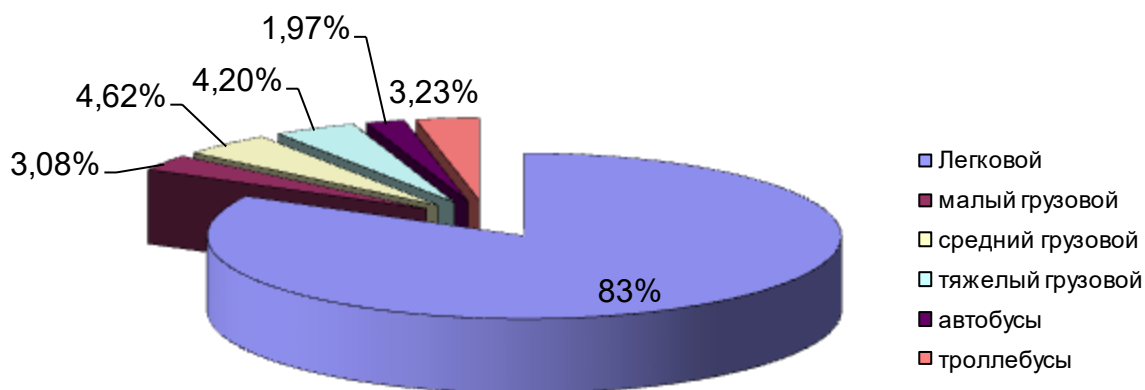
Табл. 1. Результаты наблюдений

Время наблюдения	Легковой транспорт	Легкий грузовой транспорт	Средний грузовой транспорт	Тяжелый грузовой транспорт	Автобусы	Троллейбусы	Всего
8:00-8:05	62	4	7	4	2	3	82
8:30-8:35	64	5	9	4	2	3	87
8:55-9:00	64	3	5	2	2	3	79
12:00-12:05	68	3	4	1	1	2	80
12:30-12:35	60	0	1	1	1	3	66
12:55-13:00	68	0	2	2	1	3	76
17:00-17:05	62	1	1	3	1	2	70
17:30-17:35	64	2	2	4	1	2	75
17:55-18:00	80	4	2	7	3	2	98

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Оценка доли видов транспорта в %:

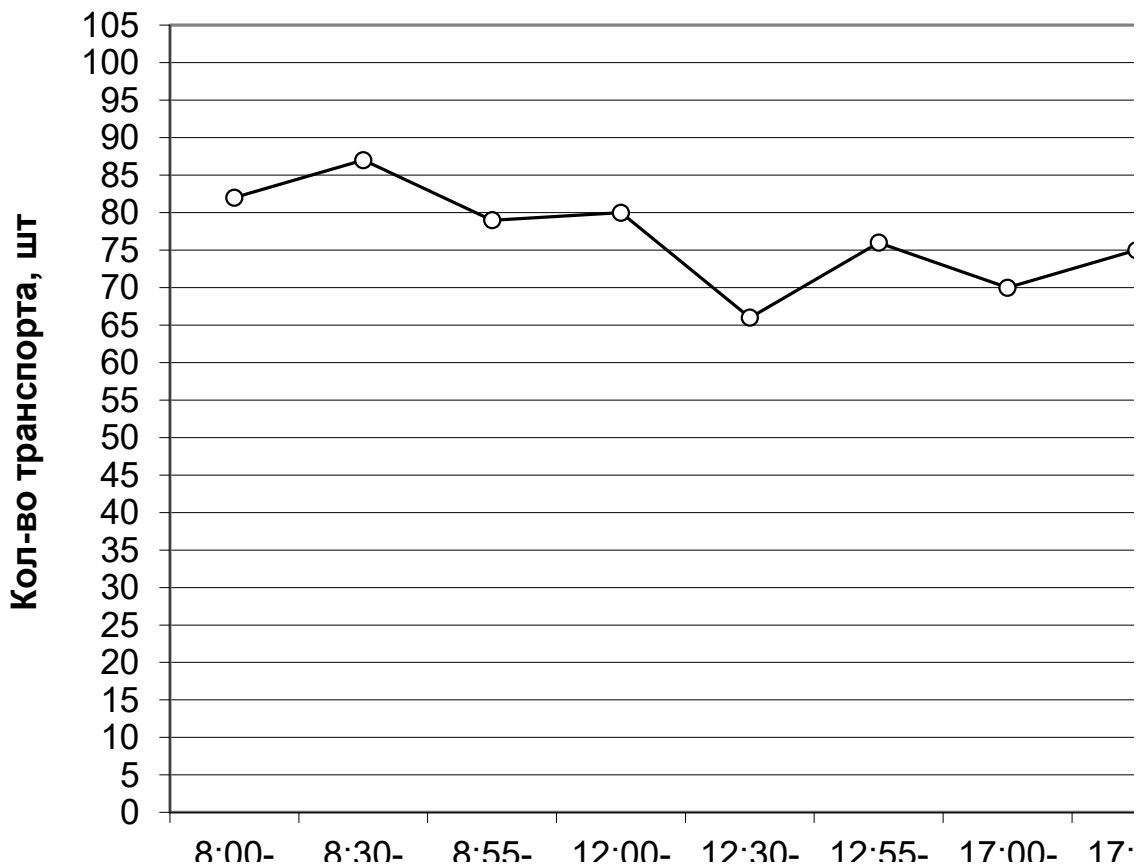
Состав транспортного потока



Вывод: Движение транспорта по улице пр. Ватутина является достаточно оживленным. Преобладающий транспорт – легковые автомобили (83%). Это объясняется доступностью частного транспорта. В наше время считается обычным делом иметь в каждой семье автомобиль, и даже не один. Наибольший вред окружающей среде наносит частный, или легковой транспорт.

2. Оценка интенсивности движения автотранспорта:

Загруженность улицы в разное время суток



Определим интенсивность, или среднее количество транспорта в сутки:

$N=22752$ – высокая интенсивность движения.

Вывод: Максимальная интенсивность движения приходится на вечерние часы: 17.55-18.00 (98 шт.). Это объясняется концом рабочего дня, люди возвращаются домой.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха по концентрации CO.

Формула оценки концентрации окиси углерода (K_{CO}) рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{CO}=(0,5+0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_C \cdot K_B,$$

где $0,5$ – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, mg/m^3 ;

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, авто/час;
 K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода, $K_T=0,83 \cdot 1+0,03 \cdot 2,3+0,0462 \cdot 2,9+0,042 \cdot 0,2+0,0197 \cdot 3,7= 1,11427$;

K_A – коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

K_C – коэффициент, учитывающий изменение концентрации окиси углерода в

зависимости от скорости ветра;

K_B - коэффициент, учитывающий изменение концентрации окиси углерода в зависимости от влажности воздуха.

$$K_{CO}=(0,5+0,01 \cdot 948 \cdot 1,11427) \cdot 0,4 \cdot 1,75 \cdot 1,15=8,9 \text{ мг/м}^3.$$

ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равно 5 мг/м³.

Вывод: ПДК выбросов значительно превышено (почти в два раза). Автотранспорт наносит большой урон экологии, окружающей среде.

Атмосферный воздух является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на здоровье населения. По данным мониторинга проведены расчеты канцерогенного риска здоровью населения, которые показали, что индивидуальный канцерогенный риск от воздействия окиси углерода (K_{CO}) не соответствует предельно-допустимому (ПДК) и составляет $K_{CO}=8,9$ мг/м³. Что почти в 2 раза выше нормы.

Принимают различные меры по снижению токсичности выбросов путем более лучшей очистки бензина, замены его на более чистые источники энергии (газовое топливо, этанол, электричество), снижение свинца в добавках к бензину, более экономичные двигатели, более полное сгорание горючего, создание в городах зон с ограниченным движением автомобилей и др.

Несмотря на применяемые меры, из года в год растет количество автомобилей и загрязнение воздуха не снижается.

Город не входит в ряд городов Российской Федерации с предельно высоким загрязнением атмосферного воздуха, однако вопросы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду являются достаточно актуальными для города. Качество атмосферного воздуха зависит от интенсивности загрязнения его выбросами от стационарных и передвижных источников загрязнения.

Критерии оценивания практических заданий

Оценка	Критерии оценивания
5	Практическое задание выполнено полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расчетах, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения при составлении отчета, представляет полные и развернутые ответы на основные и дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расчетах, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения при составлении отчета, представляет полные ответы на основные вопросы, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при расчетах, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Тестовые контрольные работы

В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 1 контрольной работы. Контрольная работа проводится после освоения студентами учебных разделов дисциплины – 2 аттестационная неделя семестра согласно графику учебного процесса. Контрольная работа выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Контрольная включает 10 вопросов. Продолжительность контрольной работы 45 минут.

Типовые контрольные вопросы

1. Основные определения и понятия теории моделирования.
2. Основные методы моделирования. Классификация видов моделирования.

3. Математическая модель системы.
4. Статистическое моделирование систем. Обработка результатов моделирования: оценка основных числовых характеристик; оценка функциональных характеристик распределения; построение доверительных интервалов для оценок характеристик; определение объема выборки, необходимого для оценки числовых характеристик с заданной точностью.
4. Теоретические основы метода статистического моделирования. Предельные теоремы Бернулли, Чебышева. Центральная предельная теорема.
5. Применение теории массового обслуживания при моделировании систем. Понятие системы массового обслуживания (СМО), классификация СМО, основные задачи теории СМО.
6. Понятие «Модель» и «моделирование»
7. Классификация систем
8. Понятие системного подхода
9. Кибернетический подход
10. Классификация моделей
11. Статистическое моделирование. Опыт Бюффона
12. Метод Монте-Карло
13. Генераторы случайных чисел
14. Линейный конгруэнтный метод
15. Моделирование случайных событий
16. Моделирование случайных величин
17. Представление времени в модели
18. Изменение времени с постоянным шагом
19. Тактическое и стратегическое планирование
20. Способы построения стратегического плана
21. Цель моделирования в природообустройстве и водопользовании
22. Программное обеспечение имитационного моделирования в природообустройстве и водопользовании.
23. Стохастические модели
24. Стадии процесса математического моделирования
25. Виды задач, для которых в современных экологических исследованиях применяется моделирование
26. Стратегическая экологическая оценка
27. Методы оценки интенсивности техногенных нагрузок на окружающую среду (метод экспертных оценок, метод списка, метод матрицы, метод многомерной статистики)
28. Методы оценки интенсивности техногенных нагрузок на окружающую среду (картографические методы, совмещенный анализ карт, метод Бателе, имитационные модели)
29. Нормирование в области охраны окружающей среды
30. Воздействие добывающих и перерабатывающих отраслей. Основные факторы и виды воздействия.
31. Социально-экологические проблемы в районах добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности. Воздействие энергетики на окружающую среду.
32. Основные факторы и виды воздействия.
33. Влияние транспорта и связи на окружающую среду. Основные факторы и виды воздействия.
34. Загрязнение окружающей среды химическими производствами.
35. Основные виды и факторы воздействия.
36. Влияние машиностроения и строительства на окружающую среду; основные виды и факторы воздействия.
37. Роль сельского и коммунального хозяйства в загрязнении экосистем.
38. Основные виды и факторы воздействия. Влияние разных видов производства на экосистемные функции природной среды - ассимиляцию отходов и загрязнений.
39. Программное средство «УПРЗА»
40. Программное средство «Эколог-город»

41. Программное средство «Металлообработка»
42. Программное средство «Котельные»
43. Программное средство «Сварочные работы»
44. Программное средство «Лакокрасочные работы»
45. Программное средство «Автотранспортные предприятия»
46. Программное средство «Инвентаризация»
47. Программное средство «ПДВ-эколог»
48. Программное средство «НДС-эколог»
49. Программное средство «Отходы»
50. Программное средство «Шум»
51. ГИС и дистанционное зондирование
52. Автоматизированные системы сбора, хранения и анализа информации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена и является итоговым оценочным средством учебных достижений студента. Для подготовки к ответу на вопросы, которые студенту достаются случайным образом, отводится время в пределах 30 минут, если экзамен проводится в устной форме или в течение 2 академических часов, если экзамен проводится в письменной форме. Форма проведения экзамена, устная или письменная, устанавливается преподавателем. После ответа на теоретические вопросы, преподаватель может задать дополнительные вопросы с целью уточнения сформированности компетенции. Вопросы к экзамену находятся в открытом для студентов доступе.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 - отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание структуры, целей и задач моделирования
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Творчески применяет теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях
	Устанавливает уровни негативных воздействий, сравнивает эмпирические данные с экологическими нормативами
	Осознанно проверяет решения и анализирует результаты
	Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий
Навыки	Самостоятельно обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов
	Применяет основы экологического нормирования при определении уровня загрязнения объектов окружающей среды с целью обеспечения качества окружающей среды
	Представляет полученные результаты посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов, написания научных статей по результатам исследований и выступлений на семинарах и конференциях

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания»

Критерий	Уровень освоения и оценка
----------	---------------------------

	2	3	4	5
Знание структуры, целей и задач моделирования	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, законов, понятий Не отвечает на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. Отвечает на некоторые дополнительные вопросы	Знает структуру, цели и задачи моделирования. Отвечает на большинство дополнительных вопросов	Знает и корректно формулирует термины и определения, цели и задачи моделирования. Аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами и примерами, не может привести расчетные формулы	Выполняет поясняющие схемы, приводит примеры, пишет расчетные формулы с ошибками	Выполняет поясняющие схемы, приводит примеры, пишет расчетные формулы корректно и понятно	Выполняет поясняющие схемы, приводит примеры, пишет формулы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю «Умения»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Творчески применяет теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях	Не способен решать типовые задачи с использованием известного алгоритма действий	Способен решать типовые задачи с применением известного алгоритма действий	Способен решать типовые задачи, предусмотренные рабочей программой	Творчески применяет теоретические знания при решении практических задач повышенной сложности
Устанавливает уровни негативных воздействий, сравнивает эмпирические данные с экологическими нормативами	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением задания, не может обосновать выбор метода при решении	Испытывает затруднения в применении теории при решении практических задач; обосновании полученных результатов	Правильно применяет полученные знания, полученные из разных источников, в том числе интернет, при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет	Умеет применять теоретическую базу дисциплины и дополнительные знания при выполнении всех видов заданий, предлагает собственные

	практических задач;		алгоритм решения практических задач	методы решения
Осознанно проверяет решения и анализирует результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать полученные результаты	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий. Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий. Самостоятельно формулирует, грамотно, с использованием научного стиля, обосновывает полученные результаты
Умение качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	Не способен качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	Небрежно оформляет (презентует) выполнение заданий	Понятно и корректно оформляет (презентует) выполнение заданий	Умеет качественно, верно и аккуратно оформлять (презентовать) выполненные задания

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Самостоятельно обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания с соблюдением установленного графика	Выполняет трудовые действия, поставленные задания качественно и быстро
Применяет основы экологического нормирования при определении уровня загрязнения объектов окружающей среды с целью обеспечения качества окружающей среды	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий
Представляет полученные результаты посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов, написания научных статей по результатам исследований и выступлений на семинарах и конференциях	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника	Полностью самостоятельно выполняет трудовые без посторонней помощи

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук или компьютер
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника подключенная к сети Интернет, имеющая доступ в электронную информационную образовательную среду, автоматизированный экран, доска
3	Методический кабинет	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук или компьютер

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Основная литература

1. Шаптала В.Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 165 с.
2. Широков, Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии : учебное пособие для вузов / Ю. А. Широков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-9051-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183796>
3. Калинин Н.Н. Математические модели природы и общества. Калинин Н.Н., Карпенко Н.В., Михайлов А.П. – Москва: Физмалит, 2005. – 358 с.
4. Наумов, В. С. Экономика природопользования и природоохранной деятельности : учебное пособие / В. С. Наумов. — Нижний Новгород : ВГУВТ, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131661>

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Христофоров, Е. Н. Техносферная безопасность и охрана окружающей среды : учебное пособие / Е. Н. Христофоров, Н. Е. Сакович. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 218 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172118>
2. Фрезе, Т. Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: практикум : учебное пособие / Т. Ю. Фрезе. — Тольятти : ТГУ, 2020. — 258 с. — ISBN 978-5-8259-1456-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159637>

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Интернет-ресурсы государственных природоохранных органов и учреждений

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://www.mnr.gov.ru>
Наша природа – Федеральная государственная информационная система <https://priroda-ok.ru/#home>:

Интернет - ресурсы общественных экологических организаций

Комиссия Общественной Палаты Российской Федерации по экологической политике и охране окружающей среды <http://opr.f.ru/structure/comissions2008/114>
Гринпис России Международная общественная экологическая организация в России <http://www.greenpeace.ru>
«Зеленый мир» Общественная экологическая организация <http://www.greenworld.org.ru>

Экологические информационные сайты и порталы

Патенты по очистке сточных вод, отходящих газов, ремедиации почв, обезвреживании отходов <http://www.freepatent.ru/>
информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям <http://www.burondt.ru/>
Вся экология в одном месте Всероссийский Экологический Портал <http://ecoportal.ru>
Центр новостей ООН Окружающая среда Природа России Национальный информационный портал <http://www.priroda.ru>

Электронные версии журналов и газет экологической тематики

«ЭКОС» и «Экос-информ» <http://www.ecosinform.ru>
«Общество и экология» Экологическая газета (г. Санкт-Петербург) <http://www.uniq.spb.ru/eco>
Экология производства Научно-практический журнал <http://www.ecoindustrv.ru>
Деловой экологический журнал <http://www.ecomagazine.ru>
Вода и экология <http://www.waterandecology.ru/publishing/magazine>
Твердые бытовые отходы На портале «Твердые бытовые отходы» размещается электронная версия журнала «ТБО» с возможностью подписки на издание. <http://www.solidwaste.ru>

Экология и право Издание Санкт-Петербургского Экологического Правозащитного Центра «Беллона»
<http://www.bellona.ru/subjects/ecopravo>

Экологические центры в библиотеках России

Российская государственная библиотека для молодежи (РГБМ) Проект «Экокультура» <http://www.ecoculture.ru>
Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России) Экологическая страница
сайта ГПНТБ России <http://ecology.gpntb.ru>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2022/2023 учебный год без изменений

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой ПЭ _____ С.В. Свергузова

Директор института _____ Р.Н. Ястребинский

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО
