

**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

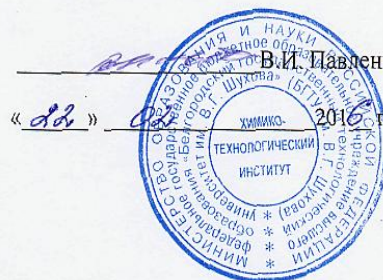


И.В.Ярмоленко

2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института



В.И.Павленко

« 22 »

2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

Моделирование природоохранных процессов

направление подготовки (специальность):

20.04.01. Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

20.04.01 Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация

магистр

Форма обучения

Очная

**Институт химико-технологический**  
**Кафедра промышленной экологии**

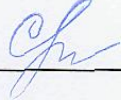
Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» (уровень магистратуры), утвержденного 6 марта 2015 года
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  (Н.С. Лупандина)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (С.В. Свергузова)

« 8 » 02 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 8 » 02 2016 г., протокол №

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.Н. Лопанов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

« 15 » 02 2016 г., протокол № 6

Председатель: к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общекультурные компетенции</b>			
1	ПК-5	Способностью реализовывать на практике в конкретных условиях известные мероприятия (методы) по защите человека в техносфере	<p><b>Знать:</b> 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 и методы расчета распространения загрязнений в окружающей среде</p> <p><b>Уметь:</b> проводить расчеты загрязнения окружающей среды, прогнозировать последствия антропогенной деятельности для природных объектов и здоровья населения, в том числе с применением программных комплексов</p> <p><b>Владеть:</b> 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 человека в техносфере.</p>
	ПК-6	Способностью осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> теоретические основы методов оценки воздействия на окружающую среду; современные компьютерные и информационные технологии, применяемые в области обеспечения экологической безопасности, принципах реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий</p> <p><b>Уметь:</b> определять параметры окружающей среды, подвергаемые изменениям в результате планируемой хозяйственной деятельности; использовать расчетные и аналитические методы оценки воздействий; работать с документацией, определяющей нормирование воздействий; составлять задачи по разработке мер по охране окружающей среды с целью обеспечения экологической безопасности;</p> <p><b>Владеть:</b> анализом причинно-следственных связей между источниками воздействий на окружающую среду и их последствиями; поиском технических решений в сфере природопользования и охраны окружающей среды с целью обеспечения экологической безопасности;</p>

			способностью осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Экология и рациональное использование природных ресурсов
2	Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов
3	Ноосфера и природно-техногенные комплексы

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Современные методы переработки бытовых и промышленных отходов
2	Государственная итоговая аттестация

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины (практики) составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	84	84
Форма промежуточная аттестация (зачет, 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
<b>1. Основные определения математического моделирования, классификация моделей</b>					
	Общие сведения о моделировании . Характеристика объектов моделирования. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Классификация математических моделей. Формы представления математических моделей	6	10		28
<b>2. Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности</b>					
	Возникновение и идентификация потенциальных опасностей на техногенных объектах. Прямые и косвенные последствия техногенного воздействия. Выбор критериев и ранжирование наиболее распространенных загрязнителей. Оценка последствий воздействия на человека и окружающую среду.	5	12		28
<b>3. Моделирование и оптимизация природоохранных процессов</b>					
	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		28
	<b>ВСЕГО</b>	17	34		84

## 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	<b>Основные определения математического моделирования, классификация моделей</b>	Классификация математических моделей для моделирования отдельных объектов окружающей среды. Модели различных типов. Одномерные, двумерные и трехмерные модели.	8	8
2	<b>Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности</b>	Методы реализации моделей. Аналитические и алгоритмические модели. Этапы построения математических моделей. Объект моделирования. Выбор типа модели. Проверка адекватности модели.	4	4
3	<b>Моделирование и оптимизация природоохранных процессов</b>	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
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены

#### **4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия, определения, возможности и виды моделирования	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 Требования, предъявляемые к математическим моделям Методы построения математических моделей Основные кинетические модели Критерии оптимальности Понятия статистики Методы планирования экспериментов Факторный эксперимент
2	Моделирование в природоохранной деятельности	Эмпирический подход к построению математических моделей Суть дробного факторного эксперимента Методы оптимизации, классификация Аналитические методы оптимизации Дисперсионный анализ Корреляционный анализ Регрессионный анализ
3	Прогнозирование состояния биосферы	

##### **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Курсовые проекты и курсовые работы не предусмотрены

##### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

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 должен превышать 35 страниц формата А4.

## **5.4. Перечень контрольных работ (тем для рефератов)**

Пример вопросов:

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



## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Алексеев Е.В. Моделирование систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев Е.В., Викулина В.Б., Викулин П.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40194>.— ЭБС «IPRbooks»
2. 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.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Курносоев М.Г. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратно-программный инструментальный параллельного моделирования природных процессов [Электронный ресурс]/ Курносоев М.Г., Хорошевский В.Г., Мамойленко С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2012.— 355 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15791>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Калинин Н.Н. Математические модели природы и общества. Калинин Н.Н., Карпенко Н.В., Михайлов А.П. – Москва: Физмалит, 2005. – 358 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

<http://www.ecoline.ru> - Информационный ресурс «Эколайн» содержит научные, справочные, методические и учебные материалы, посвященные вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности.

<http://portaleco.ru/katalog-sajtov/ekologicheskie-sajty.html> - экологический портал.

<http://ecology-portal.ru/> - экологический портал.

<http://www.ecolife.ru/> сайт журнала «Экология и жизнь».

<http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека

<http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства «Лань»

<http://www.iprbookshop.ru/> - электронно-библиотечная система

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Специализированная учебная аудитория для проведения практических занятий: портативный мультимедийный комплекс.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный  
год.

Протокол № 20 заседания кафедры от « 4 » июля 2017 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова

Директор института  В.И. Павленко

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019 учебный  
год.

Протокол №   1   заседания кафедры от «31  » августа   2018   г.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова

Директор института  В.И. Павленко

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный  
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой  Свергузова С.В.  
подпись, ФИО

Директор института  Павленко В.И.  
подпись, ФИО



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год без изменений

Протокол № 10 заседания кафедры от «13» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой ПЭ  С.В. Свергузова

Директор института  Р.Н. Ястребинский

### ПРИЛОЖЕНИЯ

#### Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

Целью изучения курса является формирование у будущих специалистов знаний по моделированию природоохранных процессов и основного промышленного оборудования.

Занятия проводятся в виде лекций и практических занятий. Интерактивными методами обучения являются занятия по типу «круглый стол», дискуссии, обсуждения, защита РГЗ, использование презентаций. Практические занятия позволяют студентам путем самостоятельных расчетов, получения первичной информации подтвердить или повысить уровень своих теоретических знаний. Основная цель проведения семинарских занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем формирования практических навыков.

Практические занятия выполняют следующие задачи: стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к материалу, содержащемуся в лекционном курсе; закрепляют знания, полученные в процессе изучения теоретического материала; расширяют объем полученных навыков и умений; позволяют применить полученные знания на практике; прививают навыки самостоятельного мышления; позволяют преподавателю проверить уровень знаний студентов.

Большое значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов, в ходе которой происходит подготовка студентов к лекциям, практическим занятиям и выполняется РГЗ.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий и систематической самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен вести краткий конспект. Перед подготовкой к любым видам занятий необходимо просматривать пройденный материал, проверяя свои знания.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме опросов, решений задач и проведения контрольной работы. Формой итогового контроля является экзамен.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса. Исходный этап изучения курса предполагает ознакомление с Рабочей программой, характеризующей основные изучаемые модули курса, распределение видов занятий, виды контроля знаний и контрольные вопросы.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы,

содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины и содержащиеся в учебных пособиях, приведенных в основном и дополнительном списке литературы. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе при подготовке к занятиям, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме со своими комментариями и возникшими вопросами, которые могут обсуждаться затем совместно со всеми студентами на практических занятиях.

## **Приложение №2. Критерии оценивания знаний студентов при осуществлении текущего и промежуточного контроля**

Качественные характеристики - полнота, обобщенность, системность, действенность и прочность. Они характеризуют обученность и развитость студентов, помогают определить: уровень воспроизведения усваиваемого содержания и связей внутри него; связи между отдельными частями содержания при закреплении и актуализации знаний, умений; степень преобразования, реконструкции и сформированности новых знаний, умений.

Основные показатели, конкретизирующие критерии знаний студентов - это оценки "5", "4", "3", "2", "1".

Косвенные показатели оценки знаний, умений студентов: качества личности, способствующие переходу знаний в убеждения, внутренние побудительные мотивы, познавательная активность и интерес, самостоятельность, критичность, положительная учебная мотивация.

### **Основные показатели знаний студентов**

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
"5"	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
"4"	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями

“3”	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
“2”	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы
“1”	Полное незнание и непонимание учебного материала (студент не может ответить ни на один поставленный вопрос)	_____