

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. Порожник)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-1. Способен использовать современные цифровые технологии для реализации мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению безопасности, снижению уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды	ПК-1.3. Выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей для снижения уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды	<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 и методы расчета распространения загрязнений в окружающей среде</p> <p>Уметь: проводить расчеты загрязнения окружающей среды, прогнозировать последствия антропогенной деятельности для природных объектов и здоровья населения, в том числе с применением программных комплексов</p> <p>Владеть: математическими методами анализами 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>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности
2	Информационные технологии в сфере безопасности
3	Управление рисками, системный анализ и моделирование
4	Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов
5	Современные методы переработки бытовых и промышленных отходов
6	Моделирование природоохранных процессов
7	Аналитические методы исследования условий труда
8	Экспертиза и аудит систем управления промышленной безопасностью и охраной труда
9	Производственная эксплуатационная практика
10	Производственная научно-исследовательская работа
11	Производственная преддипломная практика
12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки

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		
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
1. Основные определения математического моделирования, классификация моделей					
	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					
	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		15
3. Моделирование и оптимизация природоохранных процессов					
	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 не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения расчетно-графических заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Руководство процессом выполнения ИДЗ осуществляется преподавателем во время проведения практических работ. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Учебным планом предусмотрено индивидуальное домашнее задание задание.

Целью ИДЗ является закрепление знаний и умений, полученных на практическом занятии, отработке навыков, усвоении нового материала.

В процессе работы по проектированию студенты приобретают опыт в решении объемно-пространственных композиций, связанных с различными видами озеленения, и всего сложного комплекса вопросов их проектирования.

Учитывая сжатые сроки изучения данной дисциплины, рассчитанной на 1 семестр, разработка ИДЗ начинается с середины семестра и ведется параллельно с изучением теоретических основ.

Тема ИДЗ «Расчет ожидаемой эффективности очистки сточных вод при использовании разработанной схемы» или может быть предложена студентом по согласованию.

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.

Структурными элементами. Студент самостоятельно или с помощью преподавателя может приступить к подбору основной и дополнительной литературы. Подбор необходимой литературы осуществляется с помощью библиографических каталогов, по следующим разделам:

- официальные документы – СНиП, ГОСТ, СанПиН, Законы, Указы, Постановления и т.п.;
- основная литература: учебники, учебные пособия;
- дополнительная литература: монографии, коллективные работы, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии и т.п.

Дополнительная литература обязательно должна присутствовать в списке.

Оформление индивидуального домашнего задания. Индивидуальное домашнее задание оформляется на одной стороне стандартного листа формата А4 (шрифт *Times New Roman*). Размер шрифта 12 пунктов, межстрочный интервал – 1,5, отступ красной строки – 1,0 см. Поля: сверху и снизу 20 мм, слева – 30 мм, справа – 10 мм; нумерация страниц снизу по центру, выравнивание по ширине. Библиографический список должен включать в себя не менее 10 источников, которые следует располагать в порядке упоминания в тексте. Объем курсовой работы – до 25 страниц. Количество литературных источников – от 16 до 20.

Выполнение ИДЗ завершается его защитой.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1. Способен использовать современные цифровые технологии для реализации мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению безопасности, снижению уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.3. Выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей для снижения уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды	Зачет, защита ИДЗ, решение практических заданий, собеседование

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные определения математического моделирования, классификация моделей (ПК-1)	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	Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности (ПК-1)	Эмпирический подход к построению математических моделей Суть дробного факторного эксперимента Методы оптимизации, классификация Аналитические методы оптимизации Дисперсионный анализ Корреляционный анализ Регрессионный анализ
3	Моделирование и	Основные кинетические модели

	<p>оптимизация природоохранных процессов (ПК-1)</p>	<p>Критерии оптимальности Понятия статистики Методы планирования экспериментов Факторный эксперимент 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.</p>
--	---	--

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовые проекты и курсовые работы не предусмотрены

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты практических работ, итоговый тестовый контроль. На практических занятиях преподаватель проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала по данной теме и проводит разбор заданий.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины. Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<p>Основные определения математического моделирования, классификация моделей (ПК-1)</p>	<p>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</p>

		<p>обслуживания (СМО), классификация СМО, основные задачи теории СМО.</p> <p>6. Понятие «Модель» и «моделирование»</p> <p>7. Классификация систем</p> <p>8. Понятие системного подхода</p> <p>9. Кибернетический подход</p> <p>10. Классификация моделей</p> <p>11. Статистическое моделирование. Опыт Бюффона</p> <p>12. Метод Монте-Карло</p> <p>13. Генераторы случайных чисел</p> <p>14. Линейный конгруэнтный метод</p> <p>15. Моделирование случайных событий</p> <p>16. Моделирование случайных величин</p> <p>17. Представление времени в модели</p> <p>18. Изменение времени с постоянным шагом</p> <p>19. Тактическое и стратегическое планирование</p> <p>20. Способы построения стратегического плана</p>
2	<p>Методы математического моделирования . Моделирование в природоохранной деятельности (ПК-1)</p>	<p>21. Цель моделирования в природообустройстве и водопользовании</p> <p>22. Программное обеспечение имитационного моделирования в природообустройстве и водопользовании.</p> <p>23. Стохастические модели</p> <p>24. Стадии процесса математического моделирования</p> <p>25. Виды задач, для которых в современных экологических исследованиях применяется моделирование</p> <p>26. Стратегическая экологическая оценка</p> <p>27. Методы оценки интенсивности техногенных нагрузок на окружающую среду (метод экспертных оценок, метод списка, метод матрицы, метод многомерной статистики)</p> <p>28. Методы оценки интенсивности техногенных нагрузок на окружающую среду (картографические методы, совмещенный анализ карт, метод Бателе, имитационные модели)</p> <p>29. Нормирование в области охраны окружающей среды</p>
3	<p>Моделирование и оптимизация природоохранных процессов (ПК-1)</p>	<p>30. Воздействие добывающих и перерабатывающих отраслей. Основные факторы и виды воздействия.</p> <p>31. Социально-экологические проблемы в районах добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности. Воздействие энергетики на окружающую среду.</p> <p>32. Основные факторы и виды воздействия.</p> <p>33. Влияние транспорта и связи на окружающую среду. Основные факторы и виды воздействия.</p> <p>34. Загрязнение окружающей среды химическими производствами.</p> <p>35. Основные виды и факторы воздействия.</p> <p>36. Влияние машиностроения и строительства на окружающую среду; основные виды и факторы воздействия.</p> <p>37. Роль сельского и коммунального хозяйства в загрязнении экосистем.</p> <p>38. Основные виды и факторы воздействия. Влияние разных видов производства на экосистемные функции природной среды - ассимиляцию отходов и загрязнений.</p>

	<p>39. Программное средство «УПРЗА»</p> <p>40. Программное средство «Эколог-город»</p> <p>41. Программное средство «Металлообработка»</p> <p>42. Программное средство «Котельные»</p> <p>43. Программное средство «Сварочные работы»</p> <p>44. Программное средство «Лакокрасочные работы»</p> <p>45. Программное средство «Автотранспортные предприятия»</p> <p>46. Программное средство «Инвентаризация»</p> <p>47. Программное средство «ПДВ-эколог»</p> <p>48. Программное средство «НДС-эколог»</p> <p>49. Программное средство «Отходы»</p> <p>50. Программное средство «Шум»</p> <p>51. ГИС и дистанционное зондирование</p> <p>52. Автоматизированные системы сбора, хранения и анализа информации</p> <p>53. В чем заключается сущность системного анализа</p> <p>54. Методология математического моделирования</p> <p>55. Особенности компьютерного моделирования</p> <p>56. Основные свойства математических моделей</p> <p>57. Графические методы анализа данных</p> <p>58. Общие закономерности загрязнения атмосферы.</p> <p>59. Показатели загрязнения атмосферы</p> <p>60. Картографирование уровней загрязнения атмосферы</p> <p>61. Расчет приземной концентрации загрязняющих веществ</p> <p>62. Общие закономерности загрязнения поверхностных вод</p> <p>63. Показатели экологического состояния водных объектов</p> <p>64. Методики по моделированию оценки качества водоемов.</p> <p>65. Расчет распространения примесей в водных объектах</p> <p>66. Оценка степени загрязненности почв химическими веществами</p> <p>67. Методики оценки состояния качества почв.</p>
--	---

Типовые вопросы для защиты индивидуального домашнего задания

1. Органолептические показатели воды
2. Общесанитарные показатели воды
3. Взаимосвязь между санитарными требованиями к условиям спуска сточных вод в водоемы (соответствие состава и свойств воды водоема, используемого для водопользования, установленным нормативам) и необходимой степенью очистки сточных вод
4. Какие методы очистки сточных вод существуют?
5. Основные свойства и характеристики коллоидов
6. Что такое устойчивость гидрофобных систем?
7. Адсорбция в очистке воды
8. Что такое коагуляция?
9. Какие соли используются для процесса коагуляции?
10. Что такое термальное загрязнение?

Типовые тестовые задания

1. Какой метод экологических исследований является основным и позволяет исследователю, по возможности не вмешиваясь в естественный ход событий, судить об истинном характере изучаемого явления:

1. эксперимент;
2. моделирование;
3. наблюдение в искусственных условиях;
4. наблюдение в естественных условиях.

2. Моделирование — это:

1. процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;
2. процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод; процесс неформальной постановки конкретной задачи;
3. процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;
4. процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.

3. Закончите предложение: Модель, по сравнению с объектом-оригиналом, содержит...

1. меньше информации
2. столько же информации
3. больше информации

4. Процесс построения модели, как правило, предполагает:

1. описание всех свойств исследуемого объекта
2. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта
3. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи
4. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта
5. выделение не более трех существенных признаков объекта

5. Математическая модель объекта - это

1. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала
2. описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта
3. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы
4. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение
5. последовательность электрических сигналов

6. Модели, описывающие процессы изменения и развития системы (изменения объекта во времени) - называются моделями.

7. Если каждому набору входных параметров всегда соответствует единственный набор выходных параметров, то такая модель называется

8. Какие основные этапы обеспечивают полный процесс исследования?

1. построение математической модели
2. нахождение решения с помощью математической модели
3. после модельный анализ и корректировка полученного результата
4. постановка задачи. Построение математической модели. Нахождение решения с помощью модели. После модельный анализ и корректировка полученного результата

9. Что необходимо выполнить для построения математической модели?

1. выделить рассматриваемый объект или процесс, отбросить все несущественное и установить все существенное
2. определить набор параметров, характеризующих как состояние системы (процесса), так и возможное управление системой (процессом)
3. определить зависимости между параметрами состояния и управления
4. выделить рассматриваемый объект (процесс), отбросить все несущественное и установить все существенное. Точно количественно описать ситуацию, с тем чтобы это описание можно

было перевести на математический язык. Определить набор параметров, характеризующих как состояние системы (процесса), так и возможное управление системой (процессом). Определить зависимости между параметрами состояния и управления. Определить цели через параметры системы в терминах соответствующей математической модели

10. По каким признакам классифицируются математические модели?

1. математические модели классифицируются только по времени
2. математические модели классифицируются только по числу сторон, принимающих решения
3. математические модели классифицируются только по наличию или отсутствию случайных (или неопределенных) факторов
4. математические модели классифицируются по времени, числу сторон, принимающих решения, наличию или отсутствию случайных (или неопределенных) факторов и виду критерия эффективности и наложенных ограничений

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.

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

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 классификации математических моделей окружающей среды
	Знание методов реализации моделей, этапов построения моделей, программных средств для моделирования в природоохранной деятельности
	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
	Выбирает программные средства и способы охраны окружающей среды, методы контроля и управления состояния окружающей среды в условиях антропогенного воздействия
	Осознанно проверяет решения и анализирует результаты
	Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий
Навыки	Обладает навыками работы с программными средствами
	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 классификации математических моделей окружающей среды	Недостаточный уровень знаний классификации математических моделей окружающей среды Не отвечает на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. Отвечает на некоторые дополнительные вопросы	Знает с классификацию математических моделей окружающей среды. Отвечает на большинство дополнительных вопросов	Знает и корректно формулирует знания по классификации математических моделей окружающей среды. Аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы
Знание методов реализации моделей, этапов построения моделей, программных средств для моделирования в природоохранной деятельности	Не знает методов реализации моделей, этапов построения моделей, программных средств для моделирования в природоохранной деятельности. Не отвечает на дополнительные вопросы	Знает, но допускает неточности при формулировании методов реализации моделей, этапов построения моделей, программных средств для моделирования в природоохранной деятельности	Знает методы реализации моделей, этапы построения моделей, программные средства для моделирования в природоохранной деятельности Отвечает на большинство дополнительных вопросов	Знает и может самостоятельно получать сведения о методах реализации моделей, этапах построения моделей, программных средств для моделирования в природоохранной деятельности Аргументированно использует эполученные знания
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	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные

		знаний		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 практических задач и выполнении лабораторной работы;	Испытывает затруднения в применении теории при выполнении и защите лабораторных работ; 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 алгоритм решения практических задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины и дополнительные знания при выполнении всех видов заданий, предлагает собственные методы решения
Выбирает программные средства и способы охраны окружающей среды, методы контроля и управления состоянием окружающей среды в условиях антропогенного воздействия	Не умеет подобрать программные средства и способы охраны окружающей среды, методы контроля и управления состоянием окружающей среды в условиях антропогенного воздействия	Испытывает затруднения в выборе программных средств и способов охраны окружающей среды, методов контроля и управления состоянием окружающей среды в условиях антропогенного воздействия	Правильно применяет программные средства и способы охраны окружающей среды, методы контроля и управления состоянием окружающей среды в условиях антропогенного воздействия	Творчески применяет программные средства и способы охраны окружающей среды, методы контроля и управления состоянием окружающей среды в условиях антропогенного воздействия
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 оформления (презентовать) выполнение заданий	Не способен качественного оформления (презентовать)	Небрежно оформляет (презентует) выполнение	Понятно и корректно оформляет (презентует) выполнение заданий	Умеет качественно, верно и аккуратно оформлять (презентовать)

	выполнение заданий	заданий		выполненные задания
--	--------------------	---------	--	---------------------

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки работы с программными средствами	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач	Испытывает трудности при выполнении заданий и решения стандартных задач	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных задач. Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач	Обладает навыками при выполнении заданий и решения стандартных задач. Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения сложных задач
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. 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.

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Курносоев М.Г. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратно-программный инструментальный параллельного моделирования природных процессов [Электронный

ресурс]/ Курносое М.Г., Хорошевский В.Г., Мамоиленко 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.

6.4. 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>

Интернет - ресурсы общественных экологических организаций

Комиссия Общественной Палаты Российской Федерации по экологической политике и охране окружающей среды <http://oprfr.ru/structure/comissions2008/114>

Гринпис России Международная общественная экологическая организация в России <http://www.greenpeace.ru>

Фонд имени В.И. Вернадского Благотворительная организация, поддерживающая экологически ориентированные образовательные проекты <http://www.vernadsky.ru>

Электронные версии журналов и газет экологической тематики

Аннотированный Интернет-каталог сайтов периодических изданий (журналов, газет, альманахов и т.п.) Каталог содержит адреса сайтов периодических изданий, имеющих полнотекстовые архивы. Многие сайты имеют архивы, включающие только содержание периодического издания или аннотации/рефераты опубликованных статей, что также может иметь большую ценность. В ряде случаев пользователям предоставляется доступ к полным текстам отдельных статей периодического издания. Возможен поиск интересующего пользователя периодического издания по его названию или по алфавитному каталогу. Естествознание. Науки о земле. География. Геология. Геофизика. Океанография. Гидрография. Природоведение. Биологические науки. Ботаника. Экология <http://www.library.ru/2/catalogs/periodical/?sec=19>

«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.ecoindustry.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>

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20 ____ /20 ____ учебный
год.

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

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО