

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт  
Кафедра химических технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
Ю.В. Бородач  
(подпись) \_\_\_\_\_  
« 06 » \_\_\_\_\_ 2024 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды»**

По направлению подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Профиль: «Экология и природопользование»

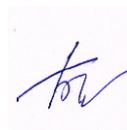
## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды» по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование – 25с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020г. № 894, с изменениями и дополнениями от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.б.н., доцент кафедры химических технологий



Блинова Н.К.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Ио заведующего кафедрой

химических технологий



М.А. Ожередова

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНА (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Основной целью дисциплины является изучение основных принципов моделирования экологических процессов и систем окружающей среды, а также использование моделей в области охраны окружающей среды.

Задачи дисциплины: приобретение навыков применять теоретические и практические навыки в разработке и использовании математических моделей для анализа и прогнозирования состояния окружающей среды, для оптимизации процессов природоохранных технологий.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

**Логико-структурный анализ дисциплины:** курс входит в курс входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

**Дисциплина** реализуется кафедрой Химических технологий.

**Основывается на базе дисциплин:** Высшая математика, Информационные технологии, Общая экология, Нормирование антропогенной нагрузки на природную среду.

**Является основой** для изучения следующих дисциплин: Оценка воздействия на окружающую среду, Производственная и преддипломная практики, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**Место дисциплины в учебном плане:** осваивается в седьмом семестре очной формой обучения и в восьмом – заочной.

**Дисциплина нацелена на формирование**

обще профессиональных (ОПК-3, ОПК-5), профессиональных (ПК-9) компетенций выпускника.

**Содержание дисциплины:** Базовые классические модели в экологии. Системный подход в моделировании и прогнозировании состояния окружающей среды. Моделирование состояния природных и искусственных экосистем. Понятие базовой модели в экологии. Моделирование динамических показателей популяции. Модель неограниченного роста Мальтуса. Ограниченный рост. Уравнение Ферхюльста. Лимитирование по субстрату микробной популяции: модель Жакоб и Моно. Исторические предпосылки создания моделей межвидовых взаимодействий модель "хищник-жертва" Вольтерра-Лотки. Модель конкуренции двух видов. Исследование Гаузе. Моделирование и прогнозирование антропогенного воздействия на окружающую среду. Математические и графические модели оценки состояния атмосферного воздуха под воздействием загрязняющих веществ. Прогнозирование состояния поверхностных вод. Модели оптимизации технологических параметров природоохранных технологий. Статистические модели в экологии. Общая характеристика и значение статистических моделей в экологии. Основные понятия математической статистики. Средние величины. Виды средних и способ их определения. Дисперсия вариационного ряда. Методы определения дисперсии. Статистические модели взаимосвязи в экологии. Виды и формы связи в статистических моделях. Методы обнаружения корреляционной связи. Метод Фишера. Коэффициент линейной корреляции Пирсона. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Оценочная шкала коэффициентов корреляции Чеддока. Дискриминантный анализ в задачах классификации видов. Применение

дисперсионного анализа в экологии. Многофакторный регрессионный анализ. Моделирование многокомпонентных задач с помощью теории графов.

Программой дисциплины предусмотрена курсовая работа.

**Виды контроля по дисциплине:** текущий контроль знаний на практических занятиях и при тестировании, промежуточный контроль – экзамен, защита курсовой работы.

**Общая трудоемкость освоения дисциплины** составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Код и наименование компетенции   | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)   | Перечень планируемых результатов  |
|--|---|---|
| ОПК-3. Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности  | <p>ОПК-3.1. Знать: базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды.</p> <p>ОПК-3.2. Уметь: применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования.</p> <p>ОПК-3.3. Владеть: методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения картографических материалов и компьютерных технологий при проведении исследований и работ экологической направленности</p> | <p><b>Знать:</b> базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды.</p> <p><b>Уметь:</b> применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования.</p> <p><b>Владеть:</b> методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения картографических материалов и компьютерных технологий при проведении исследований и работ экологической направленности</p> |
| ОПК-5. Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий | <p>ОПК-5.1. Знать: базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.</p> <p>ОПК-5.2. Уметь: применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.</p>   | <p><b>Знать:</b> базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.</p> <p><b>Уметь:</b> применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | ОПК-5.3. Владеть: навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы  | <b>Владеть:</b> навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы  |
| ПК-9. Способен осуществлять контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит, разработку профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности, проводить рекультивацию техногенных ландшафтов, знать принципы оптимизации среды обитания | ПК-9.1. Знает: принципы оптимизации окружающей природной среды.<br>ПК-9.2. Умеет: проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию техногенных ландшафтов.<br>ПК-9.3. Владеет: навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности | <b>Знать:</b> принципы оптимизации окружающей природной среды.<br><b>Уметь:</b> проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию техногенных ландшафтов<br><b>Владеть:</b> навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности |

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы  | Объем часов (зач. ед.) |               |             |               |
|---|------------------------|---------------|-------------|---------------|
|   | Семестр 7              |               | Семестр 8   |               |
|   | Очная форма            | Заочная форма | Очная форма | Заочная форма |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>   | 252                    | -             | -           | 252           |
| <b>Обязательная контактная работа (всего)</b>   | 85                     | -             | -           | 12            |
| <b>в том числе:</b>   |                        |               |             |               |
| Лекции  | 34                     | -             | -           | 6             |
| Семинарские занятия   | -                      | -             | -           | -             |
| Практические занятия  | 51                     | -             | -           | 6             |
| Лабораторные работы   | -                      | -             | -           | -             |
| Курсовая работа (курсовой проект)   | 36                     | -             | -           | 36            |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т. п.) | -                      | -             | -           | -             |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>  | 167                    | -             | -           | 240           |
| Форма аттестации  | Экзамен                | -             | -           | Экзамен       |

##### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Тема 1. Вводная лекция. Основные определения.** Цель и задачи курса, связь его с другими дисциплинами. Моделирование как особая форма эксперимента. Материальное и абстрактное моделирование. Возможности математического моделирования.

**Тема 2. Основные принципы математического и имитационного моделирования.** Основные принципы математического моделирования. Принципиальное отличие строго математического и имитационного моделирования. Основные принципы имитационного моделирования.

**Тема 3. Классификации моделей.** Классификации моделей по различным признакам. Основные этапы математического моделирования. Классификация математических моделей по признаку наличия предварительной информации.

**Тема 4. Системный подход и его характерные особенности.** Общие сведения о системах. Применение системного подхода в экологии. Особенности системного подхода.

**Тема 5. Системный подход к построению математических моделей.** Состав, окружающая среда и структура моделируемой системы. Законы функционирования системы.

**Тема 6. Понятия переменной величины и функции в математическом моделировании.** Переменные величины и их основные характеристики. Функциональные зависимости и способы их представления.

**Тема 7. Линейная, прямая и обратная пропорциональные зависимости; дробно-линейная функция.** График и основные уравнения линейной функциональной зависимости. Определения, уравнения и графики пропорциональных зависимостей; их применение в экологии. Дробно-линейная функция. Формула Михаэлиса-Ментен.

**Тема 8. Степенная, показательная и логарифмические функции.** Уравнения и графики степенной, показательной и логарифмической функций. Примеры применения этих функций при моделировании в экологии. Экспоненциальная зависимость и ее модификации. Формула Бергаланфи.

**Тема 9. Применение дифференциальных уравнений к моделированию экологических процессов.** Понятие производной и ее применение к изучению законов природы; операции дифференцирования и интегрирования. Производная второго порядка и ее применение в моделировании.

**Тема 10. Получение эмпирических зависимостей методом наименьших квадратов.** Сущность метода наименьших квадратов. Вывод нормальной системы уравнений в общем виде. Метод линеаризации функций.

**Тема 11. Оценка адекватности математических моделей.** Коэффициент линейной корреляции, критерий Фишера и их применение для оценки адекватности. Применение относительной ошибки для оценки качества аппроксимации.

**Тема 12. Моделирование динамики численности отдельных популяций.** Экспоненциальный и логистический законы развития популяций. Их особенности и применимость при моделировании в экологии.

**Тема 13. Динамика биоценозов как следствие межвидовых взаимоотношений.** Классификация взаимоотношений между видами. Моделирование взаимоотношений типа «хищник – жертва». Моделирование трофической цепи.

**Тема 14. Прогнозирование состояния окружающей среды.** Понятия прогноза и прогнозирования. Основная классификация прогнозов и методов прогнозирования. Некоторые методики прогнозирования состояния окружающей среды. Прогнозирование качества окружающей среды.

#### 4.3 Лекции

| № п/п | Название темы  | Объем часов |               |             |               |
|-------|--|-------------|---------------|-------------|---------------|
|       |  | Семестр 7   |               | Семестр 8   |               |
|       |  | Очная форма | Заочная форма | Очная форма | Заочная форма |
| 1.    | Вводная лекция. Основные определения.                            | 2           | -             | -           | 0,4           |
| 2.    | Основные принципы математического и имитационного моделирования. | 2           | -             | -           | 0,4           |

|               |  |           |   |   |          |
|---------------|--|-----------|---|---|----------|
| 3.            | Классификации моделей.   | 2         | - | - | 0,4      |
| 4.            | Системный подход и его характерные особенности.                                    | 2         | - | - | 0,4      |
| 5.            | Системный подход к построению математических моделей.                              | 2         | - | - | 0,4      |
| 6.            | Понятия переменной величины и функции в математическом моделировании.              | 2         | - | - | 0,4      |
| 7.            | Линейная, прямая и обратная пропорциональные зависимости; дробно-линейная функция. | 2         | - | - | 0,4      |
| 8.            | Степенная, показательная и логарифмические функции.                                | 2         | - | - | 0,4      |
| 9.            | Применение дифференциальных уравнений к моделированию экологических процессов.     | 2         | - | - | 0,4      |
| 10.           | Получение эмпирических зависимостей методом наименьших квадратов                   | 2         | - | - | 0,4      |
| 11.           | Оценка адекватности математических моделей   | 4         | - | - | 0,5      |
| 12.           | Моделирование динамики численности отдельных популяций.                            | 4         | - | - | 0,5      |
| 13.           | Динамика биоценозов как следствие межвидовых взаимоотношений.                      | 4         | - | - | 0,5      |
| 14.           | Прогнозирование состояния окружающей среды.  | 4         | - | - | 0,5      |
| <b>Итого:</b> |  | <b>34</b> | - | - | <b>6</b> |

#### 4.4 Практические занятия

| № п/п | Название темы  | Объем часов |               |             |               |
|-------|--|-------------|---------------|-------------|---------------|
|       |  | Семестр 7   |               | Семестр 8   |               |
|       |  | Очная форма | Заочная форма | Очная форма | Заочная форма |
| 1.    | Информационная модель и ее роль в моделировании экологических процессов.                       | 3           | -             | -           | 0,4           |
| 2.    | Способы задания функций.   | 3           | -             | -           | 0,4           |
| 3.    | Построение и использование простейших математических моделей.                                  | 3           | -             | -           | 0,4           |
| 4.    | Моделирование динамики численности популяции при отсутствии антропогенного воздействия на нее. | 3           | -             | -           | 0,4           |
| 5.    | Моделирование динамики численности популяции при наличии антропогенного воздействия на нее.    | 3           | -             | -           | 0,4           |
| 6.    | Анализ результатов моделирования развития популяции.   | 4           | -             | -           | 0,4           |
| 7.    | Построение одномерных моделей с использованием метода планирования эксперимента.               | 4           | -             | -           | 0,4           |
| 8.    | Определение функциональной зависимости между двумя величинами на основе регрессионного анализа | 4           | -             | -           | 0,4           |

|               |  |           |   |   |          |
|---------------|--|-----------|---|---|----------|
| 9.            | Оценка качества аппроксимации опытных данных эмпирической моделью в ходе регрессионного анализа. | 4         | - | - | 0,4      |
| 10.           | Знакомство с редактором электронных таблиц Excel.  | 4         | - | - | 0,4      |
| 11.           | Моделирование динамики развития популяции с использованием табличного редактора Excel.           | 4         | - | - | 0,5      |
| 12.           | Определение аппроксимирующего уравнения функции с одной переменной с помощью редактора Excel.    | 4         | - | - | 0,5      |
| 13.           | Определение нелинейных функций одной переменной с помощью метода линеаризации.                   | 4         | - | - | 0,5      |
| 14.           | Использование метода линеаризации при построении нелинейных одномерных моделей.                  | 4         | - | - | 0,5      |
| <b>Итого:</b> |  | <b>51</b> | - | - | <b>6</b> |

**4.5 Лабораторные работы по дисциплине «Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды» не предусмотрены учебным планом**

#### **4.6 Самостоятельная работа**

| № п/п | Название темы  | Вид СРС   | Объем часов |               |             |               |
|-------|--|---|-------------|---------------|-------------|---------------|
|       |  |   | Семестр 7   |               | Семестр 8   |               |
|       |  |   | Очная форма | Заочная форма | Очная форма | Заочная форма |
| 1.    | Физическое и абстрактное моделирование как особые формы эксперимента; их общие свойства и принципиальные отличия | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 9           | -             | -           | 14            |
| 2.    | Классификации моделей по различным признакам.  | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 9           | -             | -           | 14            |
| 3.    | Составление информационных моделей природных явлений   | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 9           | -             | -           | 14            |
| 4.    | Функциональные зависимости в экологии; функции от двух, трех переменных и способы их                             | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.                            | 9           | -             | -           | 14            |

|     |  |  |    |   |   |    |
|-----|--|--|----|---|---|----|
|     | представления.   | Выполнение курсовой работы   |    |   |   |    |
| 5.  | Моделирование динамики численности популяции с помощью модели Ферхюльста   | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 9  | - | - | 14 |
| 6.  | Аппроксимация опытных данных с помощью метода наименьших квадратов.  | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 9  | - | - | 14 |
| 7.  | Проверка адекватности математических моделей; показатели, характеризующие адекватность.  | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 9  | - | - | 14 |
| 8.  | Основные элементарные функции, применяемые для моделирования природных процессов   | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 9  | - | - | 14 |
| 9.  | Примеры использования различных элементарных функций для моделирования в экологии  | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 9  | - | - | 14 |
| 10. | Программа Excel; ее назначение, система меню, основные приемы вычислений   | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 9  | - | - | 14 |
| 11. | Табулирование аналитических функций с помощью программы Excel. Использование программы Excel для построения графиков и получения ап- | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений.<br>Выполнение курсовой работы | 10 | - | - | 14 |

|               |  |   |            |          |          |            |
|---------------|--|---|------------|----------|----------|------------|
|               | проксимирующих уравнений   |   |            |          |          |            |
| 12.           | Использование элементарных функций в моделировании процессов, протекающих в природе и окружающей человека среде            | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 10         | -        | -        | 14         |
| 13.           | Использование дифференциальных уравнений для моделирования процессов, протекающих в биоценозах и окружающей человека среде | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 10         | -        | -        | 14         |
| 14.           | Математические модели динамики численности популяций при взаимодействии с окружающей средой                                | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 10         | -        | -        | 14         |
| 15.           | Математическое моделирование процессов, протекающих в системе промышленное производство – окружающая среда                 | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 10         | -        | -        | 14         |
| 16.           | Математические модели эпидемий   | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 12         | -        | -        | 14         |
| 17.           | Игровые модели; их назначение и тематика   | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и умений. Выполнение курсовой работы | 15         | -        | -        | 16         |
| <b>Итого:</b> |  |   | <b>167</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>240</b> |

#### 4.7 Курсовые проекты/работы

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы.

Задание на курсовую работу включает перечень вопросов, которые необходимо решить при выполнении работы и представить в виде пояснительной записки и графического материала.

## 5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде, самостоятельная работа, проблемное обучение.

### 6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

#### а) основная литература:

1. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании: учеб. пособие / И. С. Белюченко, Смагин А. В., Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 313 с.
2. Математическое моделирование в биологии и экологии: учебное пособие / Н.В. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 64 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Леонова Н.Л., Кушнеров А.И. Математические методы в биологии и экологии: учебное пособие. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД. 2019. – 43 с.

#### в) интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
- Электронные библиотечные системы и ресурсы
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

### 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение    | Ссылки  |
|---------------------------|---------------------------------------|---|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                    | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>  |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                          | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>  |
| Браузер                   | Firefox Mozilla                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>   |
| Браузер                   | Opera                                 | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>   |
| Почтовый клиент           | Mozilla Thunderbird                   | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>   |
| Файл-менеджер             | Far Manager                           | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>   |
| Архиватор                 | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>   |
| Графический редактор      | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF              | PDFCreator                            | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>   |
| Аудиоплеер                | VLC                                   | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>   |

### 8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

| Этап      | Код компетенции   | Уровни сформированности компетенции   | Критерии оценивания компетенции  |
|-----------|---|---|--|
| Начальный | ОПК-3. Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности | <b>Пороговый</b><br>ОПК-3.1. Знать: базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды   | <b>знает:</b><br>базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды.  |
| Основной  |   | <b>Базовый</b><br>ОПК-3.2. Уметь: применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования | <b>умеет:</b><br>применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования |

|                  |   |                       |  |                 |  |                  |  |                       |  |  |   |
|------------------|---|-----------------------|--|-----------------|--|------------------|--|-----------------------|--|--|---|
| <b>Начальный</b> | ПК-9. Способен осуществлять контрольно-ревизионную деятельность, экологическое информирование и экологическое | <b>Заключительный</b> | ОПК-5. Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий | <b>Основной</b> |  | <b>Начальный</b> |  | <b>Заключительный</b> |  | <b>Высокий</b><br>ОПК-3.3. Владеть: методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения картографических материалов и компьютерных технологий при проведении исследований и работ экологической направленности | <b>владеет:</b><br>методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения картографических материалов и компьютерных технологий при проведении исследований и работ экологической направленности |
|                  |   |                       |  |                 |  |                  |  |                       |  | <b>Пороговый</b><br>ОПК-5.1. Знать: базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.   | <b>знает:</b><br>базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.   |
|                  |   |                       |  |                 |  |                  |  |                       |  | <b>Базовый</b><br>ОПК-5.2. Уметь: применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.   | <b>умеет:</b><br>применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.   |
|                  |   |                       |  |                 |  |                  |  |                       |  | <b>Высокий</b><br>ОПК-5.3. Владеть: навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы  | <b>владеет:</b><br>навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы  |
|                  |   |                       |  |                 |  |                  |  |                       |  | <b>Пороговый</b><br>ПК-9.1. Знает: принципы оптимизации окружающей природной среды.  | <b>знает:</b><br>принципы оптимизации окружающей природной среды.   |

|                       |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|
| <b>Основной</b>       |  | <b>Базовый</b><br>ПК-9.2. Умеет: проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию техногенных ландшафтов. | <b>умеет:</b><br>проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию техногенных ландшафтов. |
| <b>Заключительный</b> |  | <b>Высокий</b><br>ПК-9.3. Владеет: навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности                | <b>владеет:</b><br>навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности                |

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Формулировка контролируемой компетенции  | Индикаторы достижения компетенции (по дисциплине)   | Темы учебной дисциплины | Этапы формирования (семестр изучения)                   |
|-------|-----------------|--|---|-------------------------|---|
| 1.    | ОПК-3           | Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности | ОПК-3.1. Знать: базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды.<br>ОПК-3.2. Уметь: применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования.<br>ОПК-3.3. Владеть: методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения картографических материалов и компьютерных тех- | Тема 1-14               | 7-й семестр (очная форма), 8-й семестр (заочная форма), |

|    |       |   |   |             |   |
|----|-------|---|---|-------------|---|
|    |       |   | нологий при проведении исследований и работ экологической направленности  |             |   |
| 2. | ОПК-5 | Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий | ОПК-5.1. Знать: базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.<br>ОПК-5.2. Уметь: применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.<br>ОПК-5.3. Владеть: навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы | Тема 1-14   | 7-й семестр (очная форма), 8-й семестр (заочная форма), |
| 3. | ПК-9  | Способен осуществлять контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит, разработку профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятель-                                      | ПК-9.1. Знает: принципы оптимизации окружающей природной среды.<br>ПК-9.2. Умеет: проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию тех-  | Тема 1 - 14 | 7-й семестр (очная форма), 8-й семестр (заочная форма), |

|  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|---|--|--|
|  |  | ности, проводить рекультивацию техногенных ландшафтов, знать принципы оптимизации среды обитания | ногенных ландшафтов.<br>ПК-9.3. Владеет: навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности |  |  |
|--|--|--|---|--|--|

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код компетенции  | Индикаторы достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   | Контролируемые темы учебной дисциплины | Наименование оценочного средства   |
|-------|--|--|---|--|--|
| 1.    | ОПК-3.<br>Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности | ОПК-3.1. Знать: базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды.<br>ОПК-3.2. Уметь: применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования.<br>ОПК-3.3. Владеть: методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения картографических материалов и компьютерных технологий при проведении исследований и работ экологической направленности | <b>Знать:</b> базовые физические, химические и биологические методы анализа и оценки состояния окружающей среды.<br><b>Уметь:</b> применять базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования.<br><b>Владеть:</b> методами экологических исследований; навыками выбора оптимальных методов исследований состояния окружающей среды и происходящих в ней процессов; применения | Тема 1-14                              | Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, индивидуальное задание, контрольная работа, экзамен |

|    |  |   |  |           |  |
|----|--|---|--|-----------|--|
|    |  |   | картографических материалов и компьютерных технологий при проведении исследований и работ экологической направленности   |           |  |
| 2. | ОПК-5. Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий | ОПК-5.1. Знать: базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.<br>ОПК-5.2. Уметь: применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.<br>ОПК-5.3. Владеть: навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы | <b>Знать:</b> базовые понятия о современных информационных технологиях, в том числе геоинформационных технологиях, и принципах их работы для решения стандартных задач в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды.<br><b>Уметь:</b> применять информационные технологии для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в области экологии, природопользования и охраны природы.<br><b>Владеть:</b> навыками применения информационных, информационно-коммуникационных, геоинформационных технологий | Тема 1-14 | Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, индивидуальное задание, контрольная работа, экзамен |

|    |   |  |   |             |  |
|----|---|--|---|-------------|--|
|    |   |  | при решении профессиональных задач в области экологии, природопользования и охраны природы  |             |  |
| 3. | ПК-9. Способен осуществлять контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит, разработку профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности, проводить рекультивацию техногенных ландшафтов, знать принципы оптимизации среды обитания | ПК-9.1. Знает: принципы оптимизации окружающей природной среды.<br>ПК-9.2. Умеет: проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию техногенных ландшафтов.<br>ПК-9.3. Владеет: навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности | <b>Знать:</b> принципы оптимизации окружающей природной среды.<br><b>Уметь:</b> проводить контрольно-ревизионную деятельность, экологическое нормирование и экологический аудит; осуществлять рекультивацию техногенных ландшафтов.<br><b>Владеть:</b> навыками разработки профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности | Тема 1 - 14 | Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, индивидуальное задание, контрольная работа, экзамен |

**Фонды оценочных средств по дисциплине**

**«Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения**

**теоретического материала:**

1. Моделирование как особая форма эксперимента.
2. Типы моделирования природных процессов.
3. Основные принципы математического и имитационного моделирования.
4. Классификации моделей.
5. Классификация математических моделей по признаку наличия предварительной информации.
6. Системный подход и его характерные особенности.
7. Системный подход к построению математических моделей.

8. Понятия переменной величины и функции в математическом моделировании.
9. Линейная функциональная зависимость и ее применение в экологии.
10. Прямая и обратная пропорциональные зависимости ее применение при математическом моделировании в экологии.
11. Дробно-линейная функция, ее применение при математическом моделировании в экологии.
12. Степенная, показательная и логарифмическая функции, их применение при математическом моделировании в экологии
13. Применение дифференциальных уравнений к моделированию экологических процессов.
14. Получение эмпирических зависимостей.
15. Метод наименьших квадратов и его применение для получения полиномиальных зависимостей.
16. Статистическая проверка моделей.
17. Критерии качества аппроксимации
18. Моделирование динамики численности отдельных и взаимодействующих популяций
19. Математическое моделирование воздействия промышленных предприятий на состояние окружающей среды.
20. Информационная модель, ее структура и место в процессе моделирования состояния объектов экологии
21. Модели прогноза и оценки экологической обстановки

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

| Шкала оценивания        | Характеристика знания предмета и ответов  |
|-------------------------|---|
| отлично (5)             | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4)              | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
| удовлетворительно (3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| неудовлетворительно (2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и кате-   |

|  |   |
|--|---|
|  | горий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы. |
|--|---|

**Вопросы для выполнения контрольной работы  
(для студентов заочной формы обучения)**

1. Моделирование как особая форма эксперимента.
2. Типы моделирования природных процессов.
3. Основные принципы математического и имитационного моделирования.
4. Классификации моделей.
5. Классификация математических моделей по признаку наличия предварительной информации.
6. Системный подход и его характерные особенности.
7. Системный подход к построению математических моделей.
8. Понятия переменной величины и функции в математическом моделировании.
9. Линейная функциональная зависимость и ее применение в экологии.
10. Прямая и обратная пропорциональные зависимости ее применение при математическом моделировании в экологии.
11. Дробно-линейная функция, ее применение при математическом моделировании в экологии.
12. Степенная, показательная и логарифмическая функции, их применение при математическом моделировании в экологии
13. Применение дифференциальных уравнений к моделированию экологических процессов.
14. Получение эмпирических зависимостей.
15. Метод наименьших квадратов и его применение для получения полиномиальных зависимостей.
16. Статистическая проверка моделей.
17. Критерии качества аппроксимации
18. Моделирование динамики численности отдельных и взаимодействующих популяций
19. Математическое моделирование воздействия промышленных предприятий на состояние окружающей среды.
20. Информационная модель, ее структура и место в процессе моделирования состояния объектов экологии.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – контрольная работа**

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|------------------------------------|---|
| отлично (5)                        | Задание (работа) выполнено(а) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| хорошо (4)                         | Задание (работа) выполнено(а) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)                                    |
| удовлетворительно (3)              | Задание (работа) выполнено(а) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)                       |
| неудовлетворительно (2)            | Задание (работа) выполнено(а) на неудовлетворительном уровне или не представлено(а) (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)  |

### Тематика курсовых работ

1. Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от источника.
2. Моделирование загрязнения подземных вод.
3. Моделирование эволюции нефтяного загрязнения водных объектов.
4. Моделирование миграции радионуклидов в поверхностных водах.
5. Моделирование динамики численности популяции.
6. Моделирование биологической очистки сточных вод.
7. Моделирование извержения вулканов.
8. Моделирование аварий на НПЗ и прогнозирование их влияния на окружающую среду.
9. Дистанционные методы изучения окружающей среды, аэрокосмический мониторинг.
10. Информационные системы параметров здоровья населения и окружающей среды.
11. Использование средств дистанционного зондирования земли и GPS в экологических исследованиях.
12. ГИС-технологии в экологической безопасности.
13. ГИС-технологии по заповедном деле.
14. Геоинформационные системы управления эрозийными процессами.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – курсовая работа

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|---------------------------------------|---|
| отлично (5)                           | Курсовая работа выполнена на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| хорошо (4)                            | Курсовая работа выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)                                    |
| удовлетворительно<br>(3)              | Курсовая работа выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)                       |
| неудовлетворительно<br>(2)            | Курсовая работа выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлена (студент не готов, не выполнил Курсовая работа и т.п.)   |

### Вопросы к экзамену:

1. Моделирование как особая форма эксперимента.
2. Типы моделирования природных процессов.
3. Основные принципы математического и имитационного моделирования.
4. Классификации моделей.
5. Классификация математических моделей по признаку наличия предварительной информации.
6. Системный подход и его характерные особенности.
7. Системный подход к построению математических моделей.
8. Понятия переменной величины и функции в математическом моделировании.
9. Линейная функциональная зависимость и ее применение в экологии.

10. Прямая и обратная пропорциональные зависимости ее применение при математическом моделировании в экологии.
11. Дробно-линейная функция, ее применение при математическом моделировании в экологии.
12. Степенная, показательная и логарифмическая функции, их применение при математическом моделировании в экологии
13. Применение дифференциальных уравнений к моделированию экологических процессов.
14. Получение эмпирических зависимостей.
15. Метод наименьших квадратов и его применение для получения полиномиальных зависимостей.
16. Статистическая проверка моделей.
17. Критерии качества аппроксимации
18. Моделирование динамики численности отдельных и взаимодействующих популяций
19. Математическое моделирование воздействия промышленных предприятий на состояние окружающей среды.
20. Информационная модель, ее структура и место в процессе моделирования состояния объектов экологии.

#### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен**

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания  |
|---------------------------------------|--|
| отлично (5)                           | Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.    |
| хорошо (4)                            | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.           |
| удовлетворительно<br>(3)              | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.         |
| неудовлетворительно<br>(2)            | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы |

#### **9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными воз-

возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

**Лист изменений и дополнений**

| № п/п | Виды дополнений и изменений с указанием страниц | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|-------|---|--|--|
| 1.    |   |  |  |
| 2.    |   |  |  |
| 3.    |   |  |  |
| 4.    |   |  |  |

**Лист дополнений к рабочей программе**

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

И.О. Фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Список литературы к рабочей программе дисциплины  
\_\_\_\_\_ направление подготовки/специальность  
\_\_\_\_\_ по состоянию на « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Основная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Дополнительная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Преподаватель \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Ф.)