

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра экологии



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Е.П. Могильная

(подпись)

«19» 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

По направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа: «Экологический мониторинг и охрана окружающей
среды»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование и прогнозирование загрязнения окружающей среды» по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование. – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование и прогнозирование загрязнения окружающей среды» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки и 05.04.06 Экология и природопользование утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 года № 897.

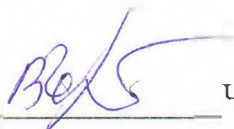
СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доц., Игнатов О.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры экологии

«18» 04 2023 г., протокол № 23

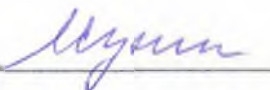
Заведующий кафедрой
экологии

 Черных В.И.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики

 Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – сформировать у студентов компетенции в области исследований функционирования сложных объектов природных систем в условиях антропогенных загрязнений с помощью математических моделей.

Задачи:

- обучение студентов концептуальным и методологическим основам моделирования в сложных природных системах;
- обучение студентов методам и средствам математического моделирования природных систем в рамках территориальных природных комплексов;
- получение навыков работы с современными информационными технологиями в области экологического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование и прогнозирование загрязнения окружающей среды» входит в модуль профессиональных дисциплин обязательной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основ интегрального и дифференциального исчисления, а также основных законов экологии и их проявлений в функционировании природных комплексов, умение использовать основы системного анализа для прогнозирования последствий загрязнения окружающей природной среды.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании», «ГИС в экологии и природопользовании», «Экология водных и наземных систем и их охрана», и служит основой для дисциплин: «Методология и методы научных исследований (в отрасли)», «Методы и технологии защиты окружающей среды», «Экологическое проектирование, экспертиза и контроль окружающей среды», а также при научно-исследовательской работе, подготовке к сдаче итогового государственного экзамена и защите магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способен творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	ПК-2.1. Знает современное состояние научных исследований в области мониторинга, оценки и снижения негативной нагрузки на природную среду, методы анализа, синтеза и обработки полученной экспериментальной и теоретической информации,	Знать: основы фундаментальных наук и прикладные методы научных исследований. Уметь: использовать полученные знания для постановки задачи исследования, проведения исследований и формулировки выводов.

	прикладные программные средства при выполнении научно-исследовательских и научно-производственных работ в области экологии и рационального природопользования. ПК-2.2. Умеет проводить теоретические и экспериментальные, исследования анализировать их результаты, творчески применять и разрабатывать методики ведения мониторинговых и лабораторных исследований, применять современные компьютерные технологии в научных и практических работах. ПК-2.3. Владеет навыками использования методов и средств научных исследований при выполнении научно-исследовательских и научно-производственных работ в области экологии и рационального природопользования, работы с научно-технической и фондовой литературой.	Владеть: навыками проведения самостоятельных научных исследований с использованием методов статистического анализа данных
ПК-4. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований	ПК-4.1. Знает современные технологии сбора информации, обработки и интерпретации полученных экспериментальных и эмпирических данных, методы оценки и прогнозирования воздействия на окружающую среду; ПК-4.2. Умеет применять современные методы исследований; обосновать актуальность выбранной темы и вида исследования, работать с нормативно-методическими материалами; оценивать достоверность измерений, полученных результатов и выводов; анализировать данные с использованием	Знать: типы экологического моделирования, методы, средства и возможности моделирования различных экосистем. Особенности сбора и подготовки данных для моделирования Уметь: Выбирать необходимый тип экологического моделирования для конкретного природного процесса или объекта. Пользоваться данными моделирования при выполнении экологических оценок территории, объектов; выполнении экологических экспертиз и прогнозировании экологических ситуаций. Владеть: методами проверки

	методов математической статистики; использовать современные компьютерные технологии для решения научно–исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности. ПК-4.3 Владеет методическими и организационными приемами реализации экспериментальных исследований, обработки и представления результатов научно- исследовательской работы, математическим аппаратом для составления базы данных, Современными компьютерными технологиями для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, методами оценки репрезентативности материала, статистическими методами анализа полученных данных и определения закономерностей.	адекватности математических моделей; навыками координации и управления единой системой экологических данных и знаний.
--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	48	16
Лекции	28	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	12
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (контрольная работа/индивидуальное задание)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	88	128
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 Берталанфи.

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	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводная лекция. Основные определения.	2	
2	Основные принципы математического и имитационного моделирования.	2	1
3	Классификации моделей.	2	
4	Системный подход и его характерные особенности.	2	
5	Системный подход к построению математических моделей.	2	1
6	Понятия переменной величины и функции в математическом моделировании.	2	
7	Линейная, прямая и обратная пропорциональные зависимости; дробно-линейная функция.	2	
8	Степенная, показательная и логарифмические функции.	2	1
9	Применение дифференциальных уравнений к моделированию экологических процессов.	2	
10	Получение эмпирических зависимостей методом наименьших квадратов	2	
11	Оценка адекватности математических моделей	2	
12	Моделирование динамики численности отдельных популяций.	2	1
13	Динамика биоценозов как следствие межвидовых взаимоотношений.	2	
14	Прогнозирование состояния окружающей среды.	2	
Итого:		28	4

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Информационная модель и ее роль в моделировании экологических процессов.	2	
2	Способы задания функций.	2	2
3	Построение и использование простейших математических моделей.	2	2
4	Моделирование динамики численности популяции при отсутствии антропогенного воздействия на нее.	2	
5	Моделирование динамики численности популяции при наличии антропогенного воздействия на нее.	2	2
6	Анализ результатов моделирования развития популяции.	2	2
7	Построение одномерных моделей с использованием метода планирования эксперимента.	2	

8	Определение функциональной зависимости между двумя величинами на основе регрессионного анализа	2	
9	Оценка качества аппроксимации опытных данных эмпирической моделью в ходе регрессионного анализа.	2	2
10	Знакомство с редактором электронных таблиц Excel.	2	
11	Моделирование динамики развития популяции с использованием табличного редактора Excel.	2	
12	Определение аппроксимирующего уравнения функции с одной переменной с помощью редактора Excel.	2	2
13	Определение нелинейных функций одной переменной с помощью метода линеаризации.	2	
14	Использование метода линеаризации при построении нелинейных одномерных моделей.	2	
Итого:		28	12

4.5. Лабораторные работы. Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Физическое и абстрактное моделирование как особые формы эксперимента; их общие свойства и принципиальные отличия	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	6
2	Классификации моделей по различным признакам.	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	6
3	Составление информационных моделей природных явлений	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	6
4	Функциональные зависимости в экологии; функции от двух, трех переменных и способы их представления.	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	6
5	Моделирование динамики численности популяции с помощью модели Ферхюльста	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	8
6	Аппроксимация опытных данных с помощью метода наименьших квадратов.	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	8
7	Проверка адекватности математических моделей; показатели, характеризующие адекватность.	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	8
8	Основные элементарные функции, применяемые для моделирования природных процессов	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	6
9	Примеры использования	Работа с учебной литературой.	6	8

	различных элементарных функций для моделирования в экологии	Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.		
10	Программа Excel; ее назначение, система меню, основные приемы вычислений	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	4
11	Табулирование аналитических функций с помощью программы Excel. Использование программы Excel для построения графиков и получения аппроксимирующих уравнений	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	6
12	Использование элементарных функций в моделировании процессов, протекающих в природе и окружающей человека среде	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	8
13	Использование дифференциальных уравнений для моделирования процессов, протекающих в биоценозах и окружающей человека среде	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	8
14	Математические модели динамики численности популяций при взаимодействии с окружающей средой	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	8
15	Математическое моделирование процессов, протекающих в системе промышленное производство – окружающая среда	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	8
16	Математические модели эпидемий	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	4	8
17	Игровые модели; их назначение и тематика	Работа с учебной литературой. Проработка лекций Выполнение индивидуального задания/контрольной работы.	6	7
18	Контроль			9
Итого:			88	128

4.7. Курсовые работы/проекты. Не предусмотрены

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 и лабораторным 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>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Моделирование и прогнозирование загрязнения 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	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Моделирование и прогнозирование загрязнения окружающей среды»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-2.	Способен творчески использовать в научной и производственной технологической деятельности знания фундаментальн	ПК-2.1. Знает современное состояние научных исследований в области мониторинга, оценки и снижения негативной нагрузки на природную среду, методы анализа, синтеза и обработки полученной экспериментальной и теоретической информации,	Тема 1-14	2

		ых и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	прикладные программные средства при выполнении научно-исследовательских и научно-производственных работ в области экологии и рационального природопользования. ПК-2.2. Умеет проводить теоретические и экспериментальные, исследования анализировать их результаты, творчески применять и разрабатывать методики ведения мониторинговых и лабораторных исследований, применять современные компьютерные технологии в научных и практических работах. ПК-2.3. Владеет навыками использования методов и средств научных исследований при выполнении научно-исследовательских и научно-производственных работ в области экологии и рационального природопользования, работы с научно-технической и фондовой литературой.		
2	ПК-4.	Способен использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований	ПК-4.1. Знает современные технологии сбора информации, обработки и интерпретации полученных экспериментальных и эмпирических данных, методы оценки и прогнозирования воздействия на окружающую среду; ПК-4.2. Умеет применять современные методы исследований; обосновать актуальность выбранной темы и вида исследования, работать с нормативно-методическими материалами; оценивать достоверность измерений, полученных результатов и выводов; анализировать данные с использованием методов математической статистики; использовать современные компьютерные технологии для решения	Тема 1-14	2

			научно–исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности. ПК-4.3 Владеет методическими и организационными приемами реализации экспериментальных исследований, обработки и представления результатов научно-исследовательской работы, математическим аппаратом для составления базы данных, Современными компьютерными технологиями для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, методами оценки репрезентативности материала, статистическими методами анализа полученных данных и определения закономерностей.		
--	--	--	--	--	--

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал
оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2. Способен творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности и знания фундаментальных и прикладных разделов	ПК-2.1. Знает современное состояние научных исследований в области мониторинга, оценки и снижения негативной нагрузки на природную среду, методы анализа, синтеза и обработки полученной экспериментальной и теоретической информации, прикладные программные средства при выполнении научно-исследовательских и научно-производственных работ в области экологии и рационального природопользования. ПК-2.2. Умеет проводить	Знать: основы фундаментальных наук и прикладные методы научных исследований. Уметь: использовать полученные знания для постановки задачи исследования, проведения исследований и формулировки	Тема 1-14	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, индивидуальное задание, контрольная

	специальных дисциплин программы магистратуры	теоретические и экспериментальные, исследования анализировать их результаты, творчески применять и разрабатывать методики ведения мониторинговых и лабораторных исследований, применять современные компьютерные технологии в научных и практических работах. ПК-2.3. Владеет навыками использования методов и средств научных исследований при выполнении научно-исследовательских и научно-производственных работ в области экологии и рационального природопользования, работы с научно-технической и фондовой литературой.	выводов. Владеть: навыками проведения самостоятельных научных исследований с использованием методов статистического анализа данных		работа, экзамен
2.	ПК-4. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации и при проведении научных и производственных исследований	ПК-4.1. Знает современные технологии сбора информации, обработки и интерпретации полученных экспериментальных и эмпирических данных, методы оценки и прогнозирования воздействия на окружающую среду; ПК-4.2. Умеет применять современные методы исследований; обосновать актуальность выбранной темы и вида исследования, работать с нормативно-методическими материалами; оценивать достоверность измерений, полученных результатов и выводов; анализировать данные с использованием методов математической статистики; использовать современные компьютерные технологии для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач	Знать: типы экологического моделирования, методы, средства и возможности моделирования различных экосистем. Особенности сбора и подготовки данных для моделирования Уметь: Выбирать необходимый тип экологического моделирования для конкретного природного процесса или объекта. Пользоваться данными моделирования при	Тема 1-14	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, индивидуальное задание, контрольная работа, экзамен.

		профессиональной деятельности. ПК-4.3 Владеет методическими и организационными приемами реализации экспериментальных исследований, обработки и представления результатов научно-исследовательской работы, математическим аппаратом для составления базы данных, Современными компьютерными технологиями для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, методами оценки репрезентативности материала, статистическими методами анализа полученных данных и определения закономерностей.	выполнении экологических оценок территории, объектов; выполнении экологических экспертиз и прогнозировании экологических ситуаций. Владеть: методами проверки адекватности математических моделей; навыками координации и управления единой системой экологических данных и знаний.		
--	--	--	---	--	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Моделирование и прогнозирование загрязнения 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

Модели прогноза и оценки экологической обстановки
Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Ответ дан 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)	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
удовлетворительно (3)	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
неудовлетворительно (2)	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

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.)

Вопросы к зачету:

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 – вопросы к зачету

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
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.	зачтено
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.	
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.	
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.	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)