

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель НОЦ ПиР
Л. М. Хорошман
«29» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование процесса в компонентах природы»

Направление подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»
(уровень магистратуры)

профиль:

«Природоохранное обустройство и управление водными и
водными биологическими ресурсами»

Петропавловск-Камчатский
2025

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО для специальности 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»

Составитель рабочей программы

Зав. кафедрой, доцент, к.т.н.
(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

А.И. Задорожный
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика»
(наименование кафедры)

Протокол № 4 от « 20 » января 2025 года.

Зав. кафедрой

«20» января 2025 года.


(подпись)

А.И. Задорожный
(Ф.И.О.)

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование в компонентах природы» является освоение магистрами современных математических методов моделирования для изучения и прогнозирования поведения природных объектов. Основное внимание в содержании данного курса уделено вопросам математического моделирования процессов, протекающих в реальных объектах. Освоение курса направлено на развитие у магистров умения и навыков анализа природных систем и процессов, глубокому пониманию особенностей их функционирования, освоению методов выбора оптимальных решений.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 – Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица № 1

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций.

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижений	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-2	Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования	ИД-1 опк-2 Знает основы современного математического аппарата, который используется при моделировании физико-механических процессов в различных элементах природно-технических систем, и определении условий их оптимального развития	Знать: – основы современного математического аппарата, который используется при моделировании физико-механических процессов в различных элементах природно-технических систем, и определении условий их оптимального развития	З(ОПК-2)1
		ИД-2 опк-2 Умеет анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования.	Уметь: –анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования.	У(ОПК-2)1
		ИД-3 опк-2 Владеет навыками поиска и выбора методов и моделей для решения научно-	Владеть: – навыками поиска и выбора методов и моделей для решения научно-	В(ОПК-1)1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижений	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
		исследовательских задач по моделированию процессов природообустройства и водопользования	исследовательских задач по моделированию процессов природообустройства и водопользования	

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Компьютерные информационные технологии расширили возможности моделирования, и сегодня трудно представить научно-исследовательскую и проектную деятельность без использования методологии и современных средств построения и использования математических моделей. За последние десятилетия моделирование оформилось в самостоятельную междисциплинарную область знаний со своими объектами, закономерностями, подходами и методами исследования и относится к общим методам научного познания. «Математическое моделирование в компонентах природы» дает инструмент для технологических измерений и исследований, методологию оценки параметров моделей, а также используется для прогнозирования технологических процессов.

В системе вузовской подготовки изучение дисциплины «Математическое моделирование» основано на курсах «Математика», «Физика», «Основы математического моделирования», «Основы математической статистики в экологических исследованиях», «Водопользование на предприятиях Камчатки», «Природоохранные сооружения», «Водохозяйственные системы и водопользование» подготовки бакалавра.

Изучение данной дисциплины требует практических навыков работы на компьютере. Учебная дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательной части в структуре основной образовательной программы.

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины

1 курс

Тематический план дисциплины (заочная форма обучения)

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1 «Основы теории моделирования. Понятие о моделировании систем, классификации подходов и методов моделирования. Аналитические методы моделирования систем. Статистические методы моделирования систем. Модели, основанные на теоретико-множественных представлениях, математической логике, математической лингвистике и теории графов. Методы активизации интуиции и опыта специалистов»	70	6	2	4		64	Опрос, решение задач	
Тема 2 «Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений. Модели реальных процессов и явлений. Динамические модели. Дифференциальные уравнения в частных производных»	70	6	2	4		64	Опрос, решение задач	
Зачет	4							4
Всего	144	12	4	8		128		4

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1 «Основы теории моделирования. Понятие о моделировании систем, классификации подходов и методов моделирования. Аналитические методы моделирования систем. Статистические методы моделирования систем. Модели, основанные на теоретико-множественных представлениях, математической логике, математической лингвистике и теории графов. Методы активизации интуиции и опыта специалистов»

Лекция

Основы теории моделирования. Понятие о моделировании систем, классификации подходов и методов моделирования. Аналитические методы моделирования систем. Статистические методы моделирования систем. Модели, основанные на теоретико-множественных представлениях, математической логике, математической лингвистике и теории графов. Методы активизации интуиции и опыта специалистов.

Рассматриваемые вопросы: Понятие о модели и моделировании. Проблема принятия решений и выбора методов моделирования. Предпосылки возникновения и задачи теории систем и других междисциплинарных направлений. Классификации систем. Подходы к моделированию систем. Классификации методов моделирования систем. Классификация моделей систем. Основной понятийный аппарат аналитических методов. Вариационное исчисление. Математическое программирование. Метод линейного программирования, симплекс-метод и линейные оценки. Методы выпуклого математического программирования и безусловные нелинейные оценки. Методы выпуклого математического программирования и условные нелинейные оценки. Метод динамического программирования и оценки для задач оптимального управления. Методы оценки вариантов при принятии решений в условиях неопределенности. Особенности и границы применимости аналитических методов. Основной понятийный аппарат статистических методов. Математическая статистика. Теория статисти-

ческих испытаний. Теория выдвижения и проверки статистических гипотез. Элементы теории массового обслуживания. Общие сведения о дискретной математике. Теоретико-множественные представления и их применение при моделировании систем. Элементы математической логики. Элементы математической лингвистики и семиотики. Графы и сетевые методы моделирования. Возможности применения моделей, основанных на теоретико-множественных представлениях, математической логике. Методы выработки коллективных решений. Модели, основанные на методах структуризации. Методы и методики структурного анализа. Морфологические методы.

Практическое занятие

Статистическая обработка экспериментальных данных. Линейные регрессионные модели. Основные методы регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация.

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ

Задания: №№ 11.1-11.10 из [7]; №№ 1194-1201, 1248-1272 из [6].

Тема 2 «Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений. Модели реальных процессов и явлений. Динамические модели. Дифференциальные уравнения в частных производных»

Лекция

Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений. Модели реальных процессов и явлений. Динамические модели. Дифференциальные уравнения в частных производных. Примеры моделей на основе дифференциальных уравнений. Численное и приближенное решение дифференциальных уравнений. Уравнения математической физики.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ

Задания: №№ 990-1011, 1227-1247 из [5], №№ 10.1-10.10 из [6].

СРС

Изучение учебной литературы. [1-4, 6, 7].

Решение задач [6-7]. Подготовка к модульному контролю [8].

Подготовка к контрольной работе. Решение домашней контрольной работы.

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стадии, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (зачет с оценкой).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование процесса в компонентах природы» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образования; перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

6.2 Перечень вопросов к промежуточной аттестации.

1. Понятие о модели и моделировании.
2. Проблема принятия решений и выбора методов моделирования.
3. Предпосылки возникновения и задачи теории систем и других междисциплинарных направлений.
4. Классификации систем.
5. Подходы к моделированию систем.
6. Классификации методов моделирования систем.
7. Классификация моделей систем.
8. Основной понятийный аппарат аналитических методов.
9. Вариационное исчисление.
10. Математическое программирование.
11. Метод линейного программирования, симплекс-метод и линейные оценки.
12. Методы выпуклого математического программирования и безусловные нелинейные оценки.
13. Методы выпуклого математического программирования и условные нелинейные оценки.
14. Метод динамического программирования и оценки для задач оптимального управления.
15. Методы оценки вариантов при принятии решений в условиях неопределенности.
16. Особенности и границы применимости аналитических методов.
17. Основной понятийный аппарат статистических методов.
18. Математическая статистика. Теория статистических испытаний.
19. Теория выдвижения и проверки статистических гипотез.
20. Элементы теории массового обслуживания.
21. Модели, основанные на теоретико-множественных представлениях, математической логике, математической лингвистике и теории графов.

22. Теоретико-множественные представления и их применение при моделировании систем.
23. Графы и сетевые методы моделирования.
24. Возможности применения моделей, основанных на теоретико-множественных представлениях, математической логике.
25. Методы выработки коллективных решений.
26. Модели, основанные на методах структуризации.
27. Методы и методики структурного анализа.
28. Морфологические методы.
29. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
30. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
31. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Петров, А.В. Моделирование процессов и систем: учеб. пособие — Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 288 с.
2. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 192 с.
3. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. Трусова. – М.: Логос, 2004. – 440 с.
4. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования: учеб. Пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2005. - 136 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/43197>.

7.2 Дополнительная литература

5. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х частях. Учеб. пособие для втузов. – М.: Оникс, 2008. том 2.
6. Чермошенцева А.А. Численные методы: Учебное пособие – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 110 с.
7. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4324>.

7.3 Методические указания по дисциплине

8. Батуев Э.Н. Математическое моделирование. Программа курса и методические указания к изучению дисциплины. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 29 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет»

- ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы; мультимедийная коллекция: аудиокниги, аудиофайлы, видеокурсы, интерактивные курсы, экспресс-подготовка к экзаменам, презентации, тесты, карты, онлайн-энциклопедии, словари]: сайт. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.
- ЭБС издательства «Лань» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств]: сайт. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
- ЭБС «Юрайт» [учебники и учебные пособия издательства «Юрайт»]: сайт. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/catalog/>

- ЭБС «Znaniium.com» [учебные, научные, научно-популярные материалы различных издательств, журналы]: сайт. – Режим доступа: <http://znaniium.com/>.
- Тематический сборник: числа, дроби, сложение, вычитание и пр. Теоретический материал, задачи, игры, тесты: сайт. – Режим доступа: <http://www.numbernut.com/>
- Интернет-портал Math.ru, посвящен математике (и математикам), предназначен для студентов, педагогов и для всех, кто интересуется математикой. На сайте найдутся книги, видео-лекции, занимательные математические факты, различные по уровню и тематике задачи, отдельные истории из жизни учёных сайт. – Режим доступа: <http://www.math.ru/>;
- Научная электронная библиотека статей и публикаций «eLibrary.ru»: российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины, образования [5600 журналов, в открытом доступе – 4800]: сайт. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
 - использование слайд-презентаций;
 - интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством Интернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;
 - использование электронной информационно-образовательной среды.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен и зачет).

Лекции посвящаются рассмотрению основным понятиям, наиболее важных теоретических вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Во время практических занятий решаются задачи по рассматриваемым в курсе лекций темам, применяются основные понятия, теоремы, свойства. Студент должен научиться решать базовые задачи по каждой теме, а также применять полученные навыки для решения реальных прикладных задач

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, например, лекция-визуализация, предполагающая подачу материала с использованием технических средств обучения с краткими комментариями демонстрируемых материалов (презентаций).

10. Курсовой проект (работа)

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы; мультимедийная коллекция: аудиокниги, аудиофайлы, видеокурсы, интерактивные курсы, экспресс-подготовка к экзаменам, презентации, тесты, карты, онлайн-энциклопедии, словари]: сайт. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.
- ЭБС издательства «Лань» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств]: сайт. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
- ЭБС «Юрайт» [учебники и учебные пособия издательства «Юрайт»]: сайт. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/catalog/>
- ЭБС «Znanium.com» [учебные, научные, научно-популярные материалы различных издательств, журналы]: сайт. – Режим доступа: <http://znanium.com/>.
- Тематический сборник: числа, дроби, сложение, вычитание и пр. Теоретический материал, задачи, игры, тесты: сайт. – Режим доступа: <http://www.numbernut.com/>
- Интернет-портал Math.ru, посвящен математике (и математикам), предназначен для студентов, педагогов и для всех, кто интересуется математикой. На сайте найдутся книги, видео-лекции, занимательные математические факты, различные по уровню и тематике задачи, отдельные истории из жизни учёных сайт. – Режим доступа: <http://www.math.ru/>;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством Интернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;
- использование электронной информационно-образовательной среды.

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
2. комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
3. программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».
4. интернет-браузеры;
5. программы обмена электронной почтой.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

На кафедре имеется 8 аудитории для проведения лекционных и практических занятий, расположенных во 2 и 7 корпусе. Аудитории оборудованы проектором, компьютерами и досками.