

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

Факультет информационных технологий и экономики управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан технологического  
факультета  
Л.М. Хорошман  
« 1 » 12 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Математическое моделирование  
в компонентах природы»**

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

профиль:

«Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов»

Петропавловск-Камчатский  
2021

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

Составители рабочей программы:  
Доцент каф. ФВМ



А.А. Чермошенцева

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика»  
Протокол № 6 от «29» ноября 2021 года.

Заведующий кафедрой «Физика и высшая математика»:

«29» 11 2021 г.



А.И. Задорожный

## 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.

Основными задачами дисциплины «Математическое моделирование в компонентах природы» являются:

1. знакомство с основными принципами и видами математического моделирования;
2. освоение этапов построения моделей для описания реальных процессов и явлений;
3. формирование у студентов знаний и навыков практического применения широко используемых прикладных математических моделей для решения возникающих проблем.

## 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 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с установленными в программе магистратуры, 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	<b>ИД-1</b> 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	<b>Знать:</b> – основные факты, понятия, определения и теоремы связанные с моделированием.	З(ОПК-2)1
			<b>Уметь:</b> – применять теоретические знания для решения задач, применять алгоритмы, выполнять основные математические расчеты, состав-	У(ОПК-2)1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижений	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
			<p>лять и решать простейшие математические модели, адаптировать решения для вычислительной техники.</p> <p><b>Владеть:</b> – методами решения математических задач и методами построения моделей реальных явлений и природных процессов.</p>	
				В(ОПК-2)1

### 3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательной части 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», «Мировой водный баланс, водные ресурсы Земли, водный кадастр и мониторинг» подготовки бакалавра.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в ходе изучения дисциплины «Математическое моделирование» должны служить базой при изучении дисциплин «Природообустройство и комплексное использование водных ресурсов», а также для подготовки выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Изучение данной дисциплины требует практических навыков работы на компьютере.

### 4 Содержание дисциплины

#### 4.1 Тематический план дисциплины для заочной формы обучения

Таблица №2 – Тематический план дисциплины

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
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»	72	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»	72	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..»

###### 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 статистических 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 логики. Методы выработки коллективных решений. Модели, основанные на методах структуризации. Методы и методики структурного анализа. Морфологические методы.

#### *Практическое занятие 1*

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].

Изучение учебной литературы. [1-4]. Подготовка к контрольной работе, подготовка к модульному контролю. Решение домашней контрольной работы [6, 8].

#### *Практическое занятие 2*

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. Интерактивное занятие.

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ

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

#### **Самостоятельная работа студента**

Изучение учебной литературы

Решение задач по темам.

Подготовка к модульному контролю.

#### **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 (экзамен).

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 «Математика» 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.**

*Вопросы итогового контроля (зачет)*

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 [Электрон-ный 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 вузов. – М.: Оникс, 2008. том 2.
6. Чермошнцева 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»**

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
2. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

## **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 дифференцированный зачет).



Лекции посвящаются рассмотрению основным понятиям, наиболее важных теоретических вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: крат-ко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формули-ровки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; обозна-чить 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 техниче-ских средств обучения с краткими комментариями демонстрируемых материалов (презен-таций).

## **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 обеспе-чения и информационно-справочных систем**

### ***11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством Ин-

тернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;

- использование электронной информационно-образовательной среды.

### ***11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении об-разовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное ПО:

1. пакет Microsoft Office, в который входит:
  - a. текстовый редактор Microsoft Word;
  - b. электронные таблицы Microsoft Excel;
  - c. презентационный редактор Microsoft Power Point
2. Интернет-браузеры
3. Мессенджеры, в том числе приложения для использования электронной по-чты

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий.