

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

Декан мореходного факультета

С. Ю. Труднев

«29» января 2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование»

Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
(уровень магистратуры)

Программа магистратуры:
«Машины и аппараты пищевых производств»

Петропавловск-Камчатский,
2025

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», программы магистратуры: «Машины и аппараты пищевых производств» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составители рабочей программы:

Доцент кафедры ФВМ



Э.Н. Батуев

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика» Протокол № 4 от «20» января 2025 года.

Заведующий кафедрой «Физика и высшая математика»:

«20» января 2025 г.



А.И. Задорожный

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является формирование у будущих магистров знаний и умения применять математические методы моделирования при обработке экспериментальных результатов наблюдений или измерений, знание которых необходимо современному исследователю.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-5 – Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;

ОПК-13 – Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности.

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 планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижений	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	ИД-1 опк-5 Знать: Знает аналитические и численные методы при создании математических моделей	Знать: основные понятия, методы моделирования и их возможности для решения инженерных задач	3(ОПК-5)1
			Уметь: моделировать данные простейшими способами и статистическими методами. Определять характеристики случайных величин и находить законы распределения случайных величин и основе опытных данных	У(ОПК-5)1
			Владеть: математическими методами моделирования прикладных задач	В(ОПК-5)1
ОПК-13	Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования	ИД-1 опк-13 Знать: Знает современные цифровые программы проектирования	Знать: основные понятия, методы моделирования и их возможности для решения инженерных задач	3(ОПК-13)1

	технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности;	технологических машин и оборудования	Уметь: моделировать данные простейшими способам и статистическими методами. Определять характеристики случайных величин и находить законы распределения случайных величин и основе опытных данных	У(ОПК-13)1
			Владеть: математическими методами моделирования прикладных задач	В(ОПК-13)1

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Изучение дисциплины «Математическое моделирование» основано на курсе математики вуза.

Данная дисциплина является обязательной, теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование» используются при выполнении и защите выпускной квалификационной работе.

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины для заочной формы 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
Тема 1 «Введение. Этапы построения математической модели.»	35	4	2	2		32	опрос, решение задач	
Тема 2 «Универсальность математических моделей. Некоторые модели соперничества»	35	3	1	2		31	опрос, решение задач	
Тема 3 «Моделирование в условиях неопределенности. Основная задача линейного программирования.»	34	3	1	2		31	опрос, решение задач	
Дифференцированный зачет								4
Всего	108	10	4	6		94		

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1 «Введение. Этапы построения математической модели.»

Лекция

Определение и назначение моделирования. Этапы построения математических моделей. Классификация математических моделей. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к получению моделей. Нелинейности математических моделей. Общая схема принципа Гамильтона. Колебания маятника в поле сил тяжести. Жидкость в U-образном сосуде. Малые колебания при взаимодействии двух биологических популяций. Три режима в нелинейной модели популяции. Влияние сильной нелинейности на процесс колебаний

Основные понятия темы: Элементарные математические модели. Вариационные принципы и математические модели. Универсальные математические модели. Некоторые модели простейших нелинейных объектов. Сохранение массы вещества. Сохранение энергии. Совместное применение нескольких фундаментальных законов.

Лабораторное занятие

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ

Примеры типовых задач:

1. Определить как должна вести себя при больших t величина $r(t) = \alpha(t) - \beta(t) > 0$ в модели Мальтуса, чтобы численность популяции оставалась ограниченной при $t \rightarrow \infty$.

2. Рассмотреть в логистической модели $\frac{dN}{dt} = \alpha \left(1 - \frac{N}{N_p} \right) N$, $\alpha > 0$ малые отклонения от положения равновесия, т. е. ситуацию, когда решение имеет вид $N(t) = N_p + \delta N(t)$, где $\delta N(t) \ll N_p$. Показать, что для величины $\delta N(t)$ в первом приближении справедлива линейная модель типа модели.

3. Используя принцип Гамильтона, постройте модель колебаний маятника в электрическом поле, создаваемом заряженной горизонтальной плоскостью, над которой подвешен маятник. Заряд груза равен q , поверхностная плотность зарядов на плоскости равна q_0 (силой тяжести пренебречь). Почему, несмотря на различную природу действующих сил, получается модель, аналогичная D)?

4. Пусть в задаче об U-образном сосуде левое колено имеет переменное сечение, т. е. $r = r_0(h)$. Показать, применяя второй закон Ньютона и предполагая отсутствие горизонтальной компоненты у скорости жидкости, что для величины h получается

уравнение вида $m \frac{d^2 r}{dt^2} = -k(r)r$.

5. Пользуясь законом сохранения массы и законом Дарси, получите уравнение $\frac{m(x,y)}{\rho q} \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu(x,y)(H+h) \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu(x,y)(H+h) \frac{\partial h}{\partial y} \right] + q(x,y,t)$.

Тема 2 «Универсальность математических моделей. Некоторые модели соперничества»

Лекция

Примеры аналогий между механическими, термодинамическими и экономическими объектами. Взаимоотношения в системе «хищник—жертва».

Основные понятия темы: взаимоотношения в системе «хищник—жертва»

Лабораторное занятие

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ

Пример типовой задачи:

1. Используя замену вида $p(x,t) = (p(t) \cdot u(x,t))$, сведите к уравнению теплопроводности.

2. Вычислите период колебаний в системе «хищник—жертва» в зависимости от ее характеристик (α, β, c, d) и начального состояния.

Тема 3 «Моделирование в условиях неопределенности. Основная задача линейного программирования.»

Лекция

Причины появления неопределенности и их виды. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций теории нечетких множеств. Моделирование в условиях стохастической неопределенности. Моделирование марковских случайных процессов. Линейные неравенства и область решений системы линейных неравенств. Примеры задач линейного программирования (задача о раскрое материалов). Графический метод решения ЗЛП. Симплексный метод решения ЗЛП. Понятие симплекс- метода. Симплексные таблицы

Основные понятия темы: моделирование в условиях неопределенности

Лабораторное занятие

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ

Пример типовой задачи:

1. На участке имеется N однотипных станков. Производительность одного станка такова, что в среднем в течении смены на нем можно обработать μ деталей. Детали поступают на обработку партиями по M штук. Партии поступают неравномерно и их поток близок к пуассоновскому. Интенсивность поступления составляет λ партий смену. Построить граф состояний данной СМО и записать систему уравнений Колмогорова для финальных вероятностей.

2. Решить графически задачу линейного программирования.

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$3x_1 + 7x_2 \leq 14$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq 15$$

$$6x_1 + 5x_2 \geq 25$$

$$-x_1 + 2x_2 \leq 8$$

$$x_1 > 0$$

3. Решить задачу линейного программирования симплекс методом.

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 12$$

$$-5x_1 + 3x_2 \leq 15$$

$$4x_1 + 6x_2 \geq 24$$

$$6x_1 + 5x_2 \geq 15$$

$$x_1 \geq 0$$

4. Найти решение двойственной задачи.

$$4x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$$

$$6x_1 - 4x_2 \leq 18$$

$$-3x_1 + 4x_2 \leq 16$$

$$2x_1 + 3x_2 \geq 6$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 15$$

$$x_1 > 0$$

Самостоятельная работа студента

Изучение учебной литературы [1], [2].

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 «Математическое моделирование» 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. Определение и назначение моделирования.
2. Этапы построения математических моделей.
3. Классификация математических моделей. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей.
4. Иерархический подход. Иерархический подход к получению моделей. Нелинейности математических моделей.
5. Общая схема принципа Гамильтона. Колебания маятника в поле сил тяжести. Жидкость в U-образном сосуде. Малые колебания при взаимодействии двух биологических популяций. Три режима в нелинейной модели популяции.
6. Влияние сильной нелинейности на процесс колебаний.
7. Примеры аналогий между механическими, термодинамическими и экономическими объектами.
8. Взаимоотношения в системе «хищник—жертва».
9. Причины появления неопределенности и их виды.
10. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций теории нечетких множеств.
11. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.

12. Моделирование марковских случайных процессов.
13. Линейные неравенства и область решений системы линейных неравенств. Примеры задач линейного программирования (задача о раскрое материалов).
14. Графический метод решения ЗЛП.
15. Симплексный метод решения ЗЛП. Понятие симплекс- метода. Симплексные таблицы.

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учебник. - М.: Высшая школа, 2001. - 327 с.
2. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: учебник. - М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.

7.2 Дополнительная литература

3. Чермошенцева А.А. Численные методы: Учебное пособие – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 110 с.
4. Волков И.К. Исследование операций: учебник. - М.: МГТУ им. Баумана, 2002. - 436 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Библиотека Либертариума»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.libertarium.ru/library/>
2. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

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

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы;
- 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.

10.2. 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);

программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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