

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»

Направление подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья»
(уровень магистратуры)

профиль:

«Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»

Петропавловск-Камчатский,
2021

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья» 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 дисциплины является формирование у будущих магистров знаний и умения применять математические методы моделирования при обработке экспериментальных результатов наблюдений или измерений, знание которых необходимо современному инженеру.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 – Способен создавать математические модели, позволяющие исследовать и оптимизировать параметры технологического процесса производства

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 |
|-----------------|---|---|---|-------------------------|
| ПК-3 | Способен создавать математические модели, позволяющие исследовать и оптимизировать параметры технологического процесса производства | ИД-1 ПК-3 Знать: Знает методы математического моделирования технологических процессов производства продуктов питания из водных биоресурсов и объектов аквакультуры. | Знать: основные понятия, методы моделирования и их возможности для решения инженерных задач | З(ПК-3)1 |
| | | | Уметь: моделировать данные простейшими способом и статистическими методами. Определять характеристики случайных величин и находить законы распределения случайных величин и основе опытных данных | У(ПК-3)1 |
| | | | Владеть: математическими методами моделирования прикладных задач | В(ПК-3)1 |

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

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

Данная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре образовательной программы, 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 очной 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.» | 34 | 26 | 8 | | 18 | 8 | опрос, решение задач | |
| Тема 2 «Универсальность математических моделей. Некоторые модели соперничества» | 37 | 29 | 10 | | 19 | 8 | опрос, решение задач | |
| Тема 3 «Моделирование в условиях неопределенности. Основная задача линейного программирования.» | 37 | 29 | 10 | | 19 | 8 | опрос, решение задач | |
| Зачет с оценкой | | | | | | | | |
| Всего | 108 | 84 | 28 | | 56 | 24 | | |

4.2 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.» | 33 | 1 | 1 | | | 32 | опрос, решение задач | |
| Тема 2 «Универсальность математических моделей. Некоторые модели соперничества» | 36 | 3 | 1 | | 2 | 33 | опрос, решение задач | |

| | | | | | | | | |
|---|-----|---|---|--|---|----|----------------------|---|
| Тема 3 «Моделирование в условиях неопределенности. Основная задача линейного программирования.» | 35 | 2 | 1 | | 1 | 33 | опрос, решение задач | |
| Зачет с оценкой | | | | | | | | 4 |
| Всего | 108 | 6 | 3 | | 3 | 98 | | |

4.3 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. 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.

$$\begin{aligned}4x_1 - 2x_2 &\rightarrow \min \\6_1 - 4x_2 &\leq 18 \\-3x_1 + 4x_2 &\leq 16 \\2x_1 + 3x_2 &\geq 6 \\2_1 + 3x_2 &\leq 15 \\x_1 &> 0\end{aligned}$$

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. 8.Взаимоотношения в системе «хищник—жертва».
9. 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 раскроематериалов).
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. Чермошнцева 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; помечать 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 (курсовая работа)

Выполнение курсового проекта (курсовой работы) учебным планом не предусмотрено.

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

- 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.

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного 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 почты

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

1. для проведения лекционных и семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной

работы используются учебные аудитории № 7-301, 7-309, 7-320 с комплектом учебной мебели;

2. в аудитории № 7-312 установлены технические средства обучения и мультимедийное оборудование для представления учебной информации: цифровой проектор, интерактивная доска, акустическая система, ноутбук с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в ЭИОС университета.