

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

Факультет информационных технологий

Кафедра «Высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

информационных технологий

 И.А.Рычка

«17» 04 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы оптимизации»**

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»  
(уровень бакалавриата)

профиль:

«Управление и информатика в технических системах»

Петропавловск-Камчатский,  
2020

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы  
доцент кафедры ВМ.



Чермошенцева А.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Высшей математики» 17.04.2020, протокол № 8.

Заведующий кафедрой «Высшая математика»:



Р.И. Паровик

« 17 » 04 2020 г.

## 1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у будущих специалистов знаний и умений по применению математического аппарата и математических методов в инженерной практике. Математика является не только мощным средством решения прикладных задач и универсальным языком науки, но также и элементом общей культуры. Поэтому математическое образование следует рассматривать как важнейшую составляющую фундаментальной подготовки специалиста.

Целью математического образования специалиста является:

– Воспитание достаточно высокой математической культуры;

– Привитие навыков современных видов математического мышления;

– Привитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности.

## 2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

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	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<b>Знать:</b> основные факты, понятия, определения и теоремы методов оптимизации и вариационного исчисления. Постановки и основные методы решения задач одномерной и многомерной оптимизации	З(ПК-1)1
		<b>Уметь:</b> применять теоретические знания для решения задач, применять оптимизационные и управленческие алгоритмы, выполнять основные математические расчеты, составлять и решать простейшие математические модели, адаптировать решения для вычислительной техники	У(ПК-1)1
		<b>Владеть:</b> методами решения математических задач и методами построения моделей	В(ПК-1)1

## 3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

В системе вузовской подготовки изучение дисциплины «Методы оптимизации» основано на курсе математики.

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Методы оптимизации» используются при изучении многих дисциплин: «Теория графов», «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы», «Вычислительная математика», «Математические основы теории систем», «Исследование операций».

#### 4 Содержание дисциплины

##### 4.1 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. "Вводная лекция. Основы теории оптимизации. Методы одномерной оптимизации."	15	7	2	5		8	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Методы многомерной оптимизации."	15	7	2	5		8	Опрос, решение задач	
Тема 3. "Математическое программирование."	15	7	2	5		8	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Линейное программирование (продолжение). Транспортная задача."	15	7	2	5		8	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Целочисленное программирование. Выпуклое и параметрическое программирование."	15	7	3	4		8	Опрос, решение задач	
Тема 6. "Динамическое программирование."	16	8	3	5		8	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Численные методы оптимизации."	17	8	3	5		9	Опрос, решение задач	
Экзамен								
Всего	108	51	17	34		57		

##### 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. "Вводная лекция. Основы теории оптимизации. Методы одномерной оптимизации."	14	1	1			13	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Методы многомерной оптимизации."	15	2	1	1		13	Опрос, решение задач	
Тема 3. "Математическое программирование."	15	2	1	1		13	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Линейное программирование (продолжение). Транспортная задача."	15	2	1	1		13	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Целочисленное программирование. Выпуклое и параметрическое программирование."	15	2	1	1		13	Опрос, решение задач	
Тема 6. "Динамическое программирование."	15	2	1	1		13	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Численные методы оптимизации."	15	1		1		14	Опрос, решение задач	
Дифференцированный зачет	4							4
Всего	108	12	6	6		92		4

### 4.3 Содержание дисциплины

#### Тема 1. "Вводная лекция. Основы теории оптимизации. Методы одномерной оптимизации."

##### Лекция

Задачи оптимизации: постановка и классификация, существование оптимального решения. Прямые условия оптимальности. Понятия о методах оптимизации. Классификация методов оптимизации. Примеры задач из области оптимизации.

Экстремумы функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия существования экстремума. Наибольшее и наименьшее значение функции. Задачи одномерной оптимизации.

*Основные понятия темы:* задачи методов оптимизации, примеры задач из методов оптимизации

*Практическое занятие*

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач №№ 1053, 1054, 1070-1079 из [3].

## **Тема 2. "Методы многомерной оптимизации."**

*Лекция*

Экстремумы функции многих переменных. Условия первого и второго порядков. Квадратические формы. Условия положительной определенности квадратических форм. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций нескольких переменных. Матрица Гессе, критерий Сильвестрона. Задачи. Условная и безусловная оптимизация. Метод множителей Лагранжа.

*Основные понятия темы:* условия первого и второго порядков

*Практическое занятие*

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач №№ 1305-1327 из [3].

## **Тема 3. "Математическое программирование."**

*Лекция*

Постановка задачи математического программирования. Задачи линейного программирования. Формализация задачи. Методы решения задач линейного программирования: графический, симплекс-метод, симплекс-таблицы.

*Основные понятия темы:* линейное программирование

*Практическое занятие*

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач №№ 1728-1755 из [3].

## **Тема 4. "Линейное программирование (продолжение). Транспортная задача."**

*Лекция:*

Понятие о вырожденном решении. Двойственность. Решение. Постановка задачи. Методы построения первоначального опорного плана. Методы проверки оптимальности найденного решения. Открытая и закрытая задачи.

*Основные понятия темы:* транспортная задача

*Практическое занятие*

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Задания:*

Решение задач №№ 1762-1766 из [3].

## **Тема 5. "Целочисленное программирование. Выпуклое и параметрическое программирование."**

*Лекция*

Задачи целочисленного линейного программирования. Постановка задачи целочисленного программирования. Метод отсечения. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Постановка задачи выпуклого программирования. Приближенное решение задачи выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации. Методы спуска. Приближенное решение задачи выпуклого программирования градиентным методом. Понятие о параметрическом и стохастическом программировании.

*Основные понятия темы:* целочисленное программирование

*Практическое занятие*

*Форма занятия: Миниконференция*

*Примерные темы докладов:*

- Задачи целочисленного линейного программирования.
- Постановка задачи целочисленного программирования.
- Метод отсечения. Пример реализации метода.
- Метод Гомори. Пример реализации метода.
- Метод ветвей и границ. Пример реализации метода.

## **Тема 6. "Динамическое программирование."**

*Лекция:*

Задачи динамического программирования. Общая постановка. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана. Задача о распределении средств между предприятиями. Общая схема применения метода динамического программирования. Задача об оптимальном распределении ресурсов. Задача о замене оборудования. Оптимизация на графах. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.

*Основные понятия темы:* динамическое программирование

*Практическое занятие*

*Форма занятия: Миниконференция*

- Примерные темы докладов:
- Задачи динамического программирования.
- Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.
- Задача о распределении средств между предприятиями
- Задача об оптимальном распределении ресурсов.
- Задача о замене оборудования.
- Оптимизация на графах.
- Простейшая задача вариационного исчисления.

## **Тема 7. "Численные методы оптимизации."**

## *Лекция*

Условный и безусловный экстремум. Поиск минимума. Золотое сечение. Метод парабол. Минимум функции многих переменных: спуск по координатам, наискорейший спуск, метод оврагов, сопряженные направления. Методы дихотомии, Фибоначчи, «золотого сечения». Методы поиска с использованием квадратичной аппроксимации, метод кубической аппроксимации. Многомерная оптимизация без ограничений. Модели и условия сходимости численных методов. Градиентные и квазиньютоновские методы. Методы сопряженных градиентов.

*Основные понятия темы:* численные методы оптимизации

## *Практическое занятие*

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Задания:*

Решение задач из [3].

## **СРС**

Изучение учебной литературы [1], [2], [3], [4], [5], [6]

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 «Методы оптимизации» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:



– 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. Оптимизация функции одного переменного.
2. Необходимые и достаточные условия экстремума.
3. Общая характеристическая теорема.
4. Необходимые условия экстремума функции нескольких переменных.
5. Достаточные условия второго порядка. Матрица Гессе.
6. Условная оптимизация при наличии ограничений типа равенств.
7. Метод множителей Лагранжа.
8. Одномерная оптимизация. Метод Фибоначчи.
9. Метод золотого сечения.
10. Методы покоординатного спуска
11. Метод Хука и Дживса
12. Метод Розенброка.
13. Метод градиентного спуска.
14. Метод наискорейшего спуска.
15. Метод сопряженных градиентов.
16. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества. Выпуклые функции.

Критерии выпуклости.

17. Дифференцируемость выпуклых функций.
18. Субградиент и его свойства.
19. Метод штрафных функций. Сходимость метода штрафных функций.
20. Метод проекции градиента.
21. Метод условного градиента.
22. Вариация функции и ее свойства.
23. Уравнения Эйлера.
24. Основная лемма вариационного исчисления.
25. Уравнения Эйлера для функционалов, зависящих от функций нескольких переменных.
26. Функционалы, зависящие от производных высших порядков и условия их экстремума.
27. Экстремумы функционалов, зависящих от функций нескольких переменных.
28. Параметрические задачи.
29. Сильный и слабый экстремум.
30. Задачи с подвижными границами.
31. Условия трансверсальности.
32. Экстремали с угловыми точками.
33. Преломление экстремалей.
34. Односторонние вариации.
35. Поле экстремалей. Уравнение Якоби.
36. Функция Вейерштрасса. Условие Вейерштрасса.

37. Условие Лежандра.
38. Вариационные задачи на условный экстремум. Неголономные и голономные связи.
39. Метод Эйлера.
40. Метод Ритца.
41. Метод Канторовича.
42. Постановка задач оптимального управления. Задача Майера.
43. Игольчатая вариация.
44. Принцип максимума Понтрягина.
45. Задача синтеза оптимального управления.

## **7 Рекомендуемая литература**

### **7.1 Основная литература**

1. Аттетков А.В. Методы оптимизации: учебник - М: МГТУ им. Баумана, 2001. - 440 с.
2. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - 3-е изд., исправл. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.

### **7.2 Дополнительная литература**

3. Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие: в 2 ч. – М.: Высшая школа, 1999
4. Таха Х.А., Хемди А. Введение в исследование операций. – М.: Издательский дом Вильямс, 2005
5. Волков И.К. Исследование операций: учебник. - М.: МГТУ им. Баумана, 2002. – 436 с.

### **7.3 Методические указания по дисциплине**

6. Ильина И.В., Ильин И.А. Методы оптимизации программа курса и методические указания по изучению дисциплины для студентов направлений подготовки 230100.62 (09.03.01) «Информатика и вычислительная техника», 231000.62 (09.03.04) «Программная инженерия», 220400.62 (27.03.04) «Управление в технических системах» очной и заочной форм обучения – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015.

## **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 (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций по

отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам разработки стратегии, организации их эффективной реализации; обсуждению вопросов, трактовка которых в литературе еще не устоялась либо является противоречивой. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; 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.

Конкретные методики, модели, методы и инструменты разработки, принятия, оптимизации стратегических управленческих решений рассматриваются на практических занятиях.

**Целью проведения практических (семинарских) занятий** является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров; на них представляются и обсуждаются доклады, обсуждаются вопросы по теме (дискуссии), разбираются конкретные ситуации из практики российского государственного и муниципального управления, проводится тестирование, проводятся опросы, также предусмотрено выполнение практических заданий. Для подготовки к занятиям семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы, ориентируясь на вопросы для обсуждения, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Практические занятия проводятся по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам), они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании отдельного вопроса (вопросов) лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная особенность любого семинара - наличие элементов дискуссии, проблемы, диалога между преподавателем и обучающимися и самими обучающимися. Семинары выступают формой текущего контроля знаний обучающихся

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

1. Лекция:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;
- лекция-визуализация - подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

2. Семинар:

- тематический семинар - этот вид семинара готовится и проводится с целью акцентирования внимания обучающихся на какой-либо актуальной теме или на наиболее важных и существенных ее аспектах. Перед началом семинара обучающимся дается задание – выделить существенные стороны темы. Тематический семинар углубляет знания студентов, ориентирует их на активный поиск путей и способов решения затрагиваемой проблемы.
- проблемный семинар - перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данной темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем.

### 3. Игровые методы обучения:

– анализ конкретных ситуаций (КС). Под конкретной ситуацией понимается проблема, с которой тот или иной обучаемый, выступая в роли руководителя или иного профессионала, может в любое время встретиться в своей деятельности, и которая требует от него анализа, принятия решений, каких-либо конкретных действий. В этом случае на учебном занятии слушателям сообщается единая для всех исходная информация, определяющая объект управления. Преподаватель ставит перед обучаемыми задачу по анализу данной обстановки, но не формулирует проблему, которая в общем виде перед этим могла быть выявлена на лекции. Обучающиеся на основе исходной информации и результатов ее анализа сами должны сформулировать проблему и найти ее решение. В ходе занятия преподаватель может вводить возмущающее воздействие, проявляющееся в резком изменении обстановки и требующее от обучаемых неординарных действий. В ответ на это слушатели должны принять решение, устраняющее последствие возмущающего воздействия или уменьшающее его отрицательное влияние.

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.. Текущий контроль знаний осуществляется в форме проведения семинаров, решения задач, тестирования, а также в предусмотренных формах контроля самостоятельной работы. Консультации преподавателя проводятся для обучающихся с целью дополнительных разъяснений и информации по возникающим вопросам при выполнении самостоятельной работы или подготовке к практическим (семинарским) занятиям, подготовке рефератов, а также при подготовке к экзамену. Консультации преподавателя проводятся в соответствии с графиком, утвержденным на кафедре, обучающийся может ознакомиться с ним на информационном стенде. Дополнительные консультации могут быть назначены по согласованию с преподавателем в индивидуальном порядке.

## **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 электронной почты.

### ***10.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft PowerPoint

## **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий, аудитория для проведения интерактивных занятий с проектором и компьютером с установленной программой PowerPoint.