

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

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Системы управления»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭУ

 /И.А. Рычка/

« 1 » 12 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные разделы теории оптимального управления»

направление подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

(уровень бакалавриата)

направленность (профиль)

«Программное обеспечение средств вычислительной техники и

автоматизированных систем»

Петропавловск-Камчатский

2022

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программное обеспечение автоматизированных систем (в рыбохозяйственном комплексе)», и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составители рабочей программы:

доцент кафедры СУ, к.ф.-м.н., доцент _____ Водинчар Г.М.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Системы управления»

«26» 11 2021 года, протокол №5

«26» 11 2021.

Заведующий кафедрой
«Системы управления»
А.А. Марченко

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является изучение методов оптимизации для решения практических задач управления и реализующих их вычислительных алгоритмов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение в требуемом объеме соответствующего математического аппарата теории оптимального управления;
- изучение способов реализации эффективных методов и алгоритмов решения задач оптимального управления.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Дисциплина «Специальные разделы теории оптимального управления» направлена на освоение следующих компетенций основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» федерального государственного образовательного стандарта высшего образования:

- проводить юзабилити - исследование программных продуктов и/или аппаратных средств (ПКС-5).

Наименование компетенции при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-2	Способен разрабатывать и согласовывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения	ИД-1ПК-2: Знает языки формализации функциональных спецификаций.	Знать: методы ТОУ и формализации задач оптимального управления	З(ПК-2)1
		ИД-2ПК-2: Умеет и оценивать обосновывать рекомендуемые решения.	Уметь: применять методы теории оптимального управления для оценки и обоснования решений;	У(ПК-2)1
			Владеть: навыками использования методов теории оптимального управления	В(ПК-2)1

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к блоку факультативных дисциплин образовательной программы. Индекс дисциплины ФТД.01

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
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1.1. Введение. Предмет дисциплины, общий математический аппарат	9	4	2	2	-	8	Контроль СРС, защита практических работ	
Тема 1.2. Оптимизация функции одной переменной	9	4	2	2	-	8		
Тема 1.3. Оптимизация функции нескольких переменных	18	8	4	4	-	8		
Тема 1.4. Вариационное исчисление	18	8	4	4	-	8		
Тема 1.5. Вариационные задачи на условный экстремум	18	8	4	4	-	8		
Зачет							Опрос	
Всего	72	32	16	16	-	40		

4.2. Описание содержания дисциплины

Дисциплинарный модуль 1.

Тема 1.1 Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Основной математический аппарат теории оптимизации – метрические и нормированные пространства, полнота, компактность, непрерывные отображение, достижение точных граней непрерывной на компакте функцией, метод сжимающих отображений.

Тема 1.2 Оптимизация функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия экстремума. Одномерная оптимизация. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения.

Практическое занятие 1.2 Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения.

Тема 1.3 Оптимизация функции нескольких переменных. Оптимизация функции нескольких переменных. Необходимые условия. Достаточные условия второго порядка. Условная оптимизация при наличии ограничений типа равенств. Метод множителей Лагранжа. Численные методы оптимизации. Методы без использования градиента: метод покоординатного спуска, метод Хука и Дживса, метод Розенброка. Метод градиентного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества. Выпуклые функции. Критерии выпуклости. Дифференцируемость выпуклых функций. Субградиент. Метод штрафных функций. Сходимость метода штрафных функций. Метод проекции градиента. Метод условного градиента.

Практическое занятие 1.3 Методы без использования градиента: метод покоординатного спуска, метод Хука и Дживса, метод Розенброка. Метод градиентного спуска. Метод наискорейшего спуска.

Тема 1.4 Вариационное исчисление. Вариация функции и ее свойства. Уравнения Эйлера. Основная лемма вариационного исчисления. Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных. Функционалы, зависящие от производных высших порядков. Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных. Параметрические задачи. Сильный и слабый экстремум. Задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности. Экстремали с угловыми точками. Преломление экстремалей.

Односторонние вариации. Поле экстремалей. Уравнение Якоби. Функция Вейерштрасса. Условие Вейерштрасса. Условие Лежандра.

Практическое занятие 1.4 Задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности. Экстремали с угловыми точками. Преломление экстремалей.

Тема 1.5 Вариационные задачи на условный экстремум. Неголономные и голономные связи. Прямые методы. Метод Эйлера. Метод Ритца. Метод Канторовича. Постановка задач оптимального управления. Задача Майера. Задача Больца. Игольчатая вариация. Принцип максимума Понтрягина.

Практическое занятие 1.5 Прямые методы. Метод Эйлера. Метод Ритца. Метод Канторовича. Постановка задач оптимального управления. Задача Майера. Задача Больца. Игольчатая вариация. Принцип максимума Понтрягина.

СРС по модулю 1. Решение индивидуальных заданий по темам практических занятий.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

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

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лабораторным работам;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих (проблемно-поисковых, групповых) заданий, докладов;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к лабораторным работам, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам предполагает умение работать с первичной информацией.

6. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
3. Типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации

1. Аксиомы метрики, примеры метрик на различных множествах.
2. Открытые, замкнутые и компактные множества.
3. Непрерывные отображения.
4. Достижение непрерывным отображением точных граней на компакте.
5. Сжимающие отображения, теорема о неподвижной точке.
6. Нормированные пространства, примеры.
7. Оптимизация функции одного переменного.
8. Необходимые и достаточные условия экстремума.
9. Необходимые условия экстремума функции нескольких переменных.
10. Достаточные условия второго порядка. Матрица Гессе.
11. Условная оптимизация при наличии ограничений типа равенств.
12. Метод множителей Лагранжа.
13. Одномерная оптимизация. Метод Фибоначчи.
14. Метод золотого сечения.
15. Методы покоординатного спуска
16. Метод Хука и Дживса
17. Метод Розенброка.
18. Метод градиентного спуска.
19. Метод наискорейшего спуска.
20. Метод сопряженных градиентов.
21. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества. Выпуклые функции.
Критерии выпуклости.
22. Дифференцируемость выпуклых функций.
23. Субградиент и его свойства.
24. Метод штрафных функций. Сходимость метода штрафных функций.
25. Метод проекции градиента.
26. Метод условного градиента.
27. Вариация функции и ее свойства.
28. Уравнения Эйлера.
29. Основная лемма вариационного исчисления.
30. Уравнения Эйлера для функционалов, зависящих от функций нескольких переменных.
31. Функционалы, зависящие от производных высших порядков и условия их экстремума.
32. Экстремумы функционалов, зависящих от функций нескольких переменных.
33. Параметрические задачи.
34. Сильный и слабый экстремум.
35. Задачи с подвижными границами.
36. Условия трансверсальности.
37. Экстремали с угловыми точками.
38. Преломление экстремалей.
39. Односторонние вариации.
40. Поле экстремалей. Уравнение Якоби.
41. Функция Вейерштрасса. Условие Вейерштрасса.
42. Условие Лежандра.
43. Вариационные задачи на условный экстремум. Неголономные и голономные связи.
44. Метод Эйлера.
45. Метод Ритца.
46. Метод Канторовича.
47. Постановка задач оптимального управления. Задача Майера.

48. Игольчатая вариация.
49. Принцип максимума Понтрягина.

7. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература

1. Розенштейн М.М. Методы оптимизации технических средств рыболовства: учебник, 2015г.

7.2. Дополнительная литература

2. Кузьмин Ф.И. Задачи и методы оптимизации показателей надежности, 1972.
3. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб.пособие, 2002.
4. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Методы оптимизации. 3-е изд., испр. и доп. Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.: Изд-во Юрайт, 2019.
5. Бирюков Р.С., Городецкий С.Ю., Григорьева С.А., Павлючонок З.Г., Савельев В.П.
6. Методы оптимизации в примерах и задачах. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека Elibrary <https://elibrary.ru>
2. Справочная система «Мир математических уравнений» <http://eqworld.ibmnet.ru>
3. Справочная система SciLab <http://scilab.org>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Подготовка к лекционным занятиям

Лекции составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют их активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления.

При подготовке к лекции следует предварительно ознакомиться с учебным материалом по теме занятия и при конспектировании лекции акцентировать внимание на новых теоретических положениях и иных данных, не нашедших отражения в учебной литературе.

Для успешного изучения дисциплины студенту рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- повторить материал предыдущей лекции, используя конспекты, учебную и специальную литературу
- ответить на контрольные вопросы по изучаемой теме.

Подготовка к лабораторным занятиям

Лабораторная работа – это выполнение студентами под руководством преподавателя или по инструкции заданий (решение задач, написание программ) с применением персонального компьютера.

В ходе лабораторных работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Лабораторные занятия носят систематический характер, регулярно следуя за лекционными занятиями. Лабораторные работы выполняются согласно графику, при этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ.

Обучающийся должен подготовить отчет к каждой лабораторной работе, предусмотренной планом.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению. Обратит внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к занятию, на содержание темы занятия.

10. Курсовой проект (работа)

В соответствии с учебным планом курсовое проектирование по дисциплине не предусмотрено.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

11.1 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется программное обеспечение:

- текстовый редактор LibreOffice Writer;
- презентационный редактор LibreOffice Impress.

11.2 Перечень информационно-справочных систем

- справочная математическая система Мир математических уравнений <https://eqworld.ipmnet.ru/>
- научный форум dxdy <https://dxdy.ru/>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультации, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория 7-518 на 32 посадочных места с комплектом учебной мебели и аудиторной меловой доской. Самостоятельная работа осуществляется в кабинете самостоятельной работы студентов 7-517 (9 учебных персональных компьютеров, 12 посадочных мест, маркерная аудиторная доска, учебная мебель).