

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/

« 31 » января 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптимальное управление в РХК»

направление подготовки
27.04.04 «Управление в технических системах»
(уровень магистратуры)

направленность (профиль)
«Управление технологическими процессами и установками
(в рыбохозяйственном комплексе)»

Петропавловск-Камчатский
2024

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», профиль «Управление технологическими процессами и установками (в рыбохозяйственном комплексе)», и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы:
доцент кафедры СУ, к.ф.-м.н., доцент

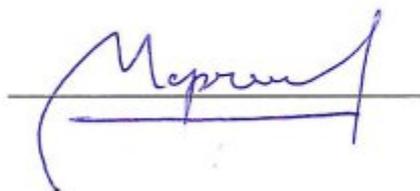


Водинчар Г.М.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Системы управления»

Протокол № 6 от « 31 » января 2024 года.

« 31 » января 2024 г.



Заведующий кафедрой
«Системы управления»
А.А. Марченко

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является теоретическое и практическое освоение методов и средств теории оптимального управления, позволяющее выпускнику успешно вести научно-исследовательскую деятельность, направленную на создание и обеспечение функционирования систем различного назначения.

Задачи изучения дисциплины:

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

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Дисциплина «Оптимальное управление в РХК» направлена на освоение следующих компетенций основной образовательной программы подготовки магистра по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» федерального государственного образовательного стандарта высшего образования:

- способен осуществлять научное руководство проведением исследований по отдельным задачам (ПК-1);
- способен разрабатывать структуры АСУП (ПК-2).

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 достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	Способен осуществлять научное руководство проведением исследований по отдельным задачам	ИД-1 ПК-1 Знает методы проведения исследований и разработок	Знать: методы проведения исследований и разработок	З(ПК-1)1
		ИД-2 ПК-1 Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (патенты, научно-техническая документация)	Уметь: оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (патенты, научно-техническая документация)	У(ПК-1)1
		ИД-3 ПК-1 Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме	Владеть: навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме	В(ПК-1)1
ПК-2	Способен разрабатывать структуры АСУП	ИД-1 ПК-2 Знает основные понятия в области	Знать: основные понятия в области	З(ПК-2)1

		автоматизированных систем управления производством	автоматизированных систем управления производством	
		ИД-2 ПК-2 Умеет выявлять элементы системы управления, нуждающиеся в автоматизации	Уметь: выявлять элементы системы управления, нуждающиеся в автоматизации	У(ПК-2)1
		ИД-3 ПК-2 Владеет навыками разработки плана создания и внедрения АСУП	Владеть: навыками разработки плана создания и внедрения АСУП	В(ПК-2)1

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательного процесса в структуре основной образовательной программы.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

заочная форма обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Контактная работа	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 1. Постановка задачи оптимального управления	21	2	-	-	2	19	Опрос, контроль СРС	
Тема 2. Методы вариационного исчисления.	24	5	1	-	4	19		
Тема 3. Метод динамического программирования	21	3	1	-	2	18		
Тема 4. Принцип максимума Понтрягина.	19	1	1	-	-	18		
Тема 5. Адаптивные и самонастраивающиеся системы.	19	1	1	-	-	18		
Зачет						4	Опрос	
Всего	108		4	-	8	92		

4.2. Описание содержания дисциплины

Тема 1. Постановка задачи оптимального управления. Общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах. Примеры постановки задач оптимального управления транспортными объектами. Оптимальное управление движением поезда; оптимальное управление двигателем поворота платформы экскаватора; задач о безударной стыковке двух ТСЛ, управление двигателем лебедки портового крана и др.

Лабораторная работа 1.1 Постановки задач оптимального управления техническими объектами.

СРС по теме 1. Изучение теоретического материала темы по источникам.

Тема 2. Методы вариационного исчисления. Методы классического вариационного исчисления. Функционал. Условия экстремума функционала. Уравнение Эйлера – Лагранжа. Задача с закрепленными концами. Задачи на условный экстремум. Ограничения типа равенств. Задача Лагранжа Изопериметрическая задача. Ограничения типа неравенств. Задачи с подвижными концами. Условия трансверсальности.

Лабораторная работа 2.1 Экстремумы функционалов.

Лабораторная работа 2.2 Задача Лагранжа.

Лабораторная работа 2.3 Изопериметрическая задача.

СРС по теме 2. Изучение теоретического материала темы по источникам. Составление отчетов по выполненным в компьютерных кабинетах лабораторным работам 2.1-2.3.

Тема 3. Метод динамического программирования. Динамическое программирование. Постановка задачи. Уравнение Беллмана. Алгоритм решения задач оптимального управления методом динамического программирования. Вычислительный алгоритм метода АКОР. Дискретный вариант метода динамического программирования. Два этапа расчета оптимального управления.

Лабораторная работа 3.1 Решение задачи ОУ методом динамического программирования.

Лабораторная работа 3.2 Решение дискретной задачи ОУ методом динамического программирования.

СРС по теме 3. Изучение теоретического материала темы. Составление отчетов по выполненным в компьютерных кабинетах лабораторным работам 3.1-3.2.

Тема 4. Принцип максимума Понтрягина. Теория принципа максимума Понтрягина. Примеры: задача набора высоты самолетом, задача оптимальной маршрутизации.

СРС по теме 4. Изучение теоретического материала темы.

Тема 5. Адаптивные и самонастраивающиеся системы. Необходимость создания адаптивных систем управления. Использование адаптивных систем.

СРС по теме 5. Изучение теоретического материала темы.

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 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. Общая модель объекта управления.
2. Пространство состояний.
3. Уравнения состояния и наблюдения.
4. Переход к модели «управление-отклик».
5. Управляемость и наблюдаемость.
6. Управляемость линейных объектов.
7. Общая постановка задачи оптимального управления. Простейшая модель управления летательным аппаратом.
8. Классификация задач оптимального управления по виду ограничений (задачи классического и неклассического типа, изопериметрические задачи).
9. Классификация задач оптимального управления по виду краевых условий (закрепленные и подвижные концы).
10. Классификация задач оптимального управления по критерию оптимальности (задачи Больца, Лагранжа, Майера).
11. Исключение ограничений в форме неравенств.
12. Исключение изопериметрических ограничений.
13. Множители Лагранжа.
14. Уравнения Эйлера-Лагранжа.
15. Правило множителей Лагранжа для задач оптимального управления с фиксированными концами.
16. Условия Вейерштрасса-Эрдмана.
17. Условия трансверсальности.
18. Правило множителей Лагранжа для задач оптимального управления с подвижными концами.
19. Правило множителей Лагранжа для задач оптимального управления с нефиксированным временем.
20. Функция Понтрягина.
21. Сопряженные уравнения.
22. Принцип максимума Понтрягина.
23. Задачи с подвижными концами и нефиксированным временем.
24. Принцип максимума для подвижных концов.
25. Задача максимального быстродействия.
26. Теорема об интервалах.
27. Вырожденные и особые задачи.
28. Инвариантное погружение и функциональное уравнение.
29. Функция Беллмана.
30. Прямое и обратное уравнения Беллмана.
31. Принцип оптимальности. Марковские задачи оптимального управления.
32. Обратный принцип оптимальности.
33. Необходимые условия оптимальности при дифференцируемой функции Беллмана.
34. Этапы метода динамического программирования.

7. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 2. — М.: Физматлит, 2004. — 464 с.
2. Ким Д. П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 328 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Алексеев В.М., Тихомиров В. М., Фомин СВ. Оптимальное управлеуправление. — М.: Наука, 1979. — 430 с.
2. Атанс М., Фалб П. Оптимальное управление. — М.: Машиностроение, 1968. — 764 с.
3. Болтянский В. Г. Математические методы оптимального управлеуправления. — М.: Наука, 1969. — 408 с.
4. Гришанин Ю. С, Лебедев Г. #., Липатов А. В., Степаньянц Г. А. Теория оптимальных систем. Учеб. пособие. — М.: Изд-во МАИ, 1999. —318 с.
5. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Основы динамического программирова. — Минск: Изд-во БГУ, 1975. — 204 с.
6. Понтрягин Л. С, Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. — М.: Физматлит, 1961. — 392 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная эдектронная 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 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 информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- ☒ электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 данной рабочей программы;
- ☒ интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты;
- ☒ работа с обучающимися в ЭИОС ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется программное обеспечение:

- ☒ операционная система Astra Linux;
- ☒ комплект офисных программ Р-7 в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций.
- ☒ математические пакеты Scilab и Matlab.

11.3 Перечень информационно-справочных систем

1. справочная математическая система Мир математических уравнений <https://eqworld.ipmnet.ru/>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения 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. Лабораторные занятия проводятся в лаборатории моделирования систем управления 7-517 (9 учебных персональных компьютеров, 12 посадочных мест, маркерная аудиторная доска, учебная мебель). Самостоятельная работа осуществляется в кабинете самостоятельной работы студентов 7-517 (9 учебных персональных компьютеров, 12 посадочных мест, маркерная аудиторная доска, учебная мебель).