

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ОД.13 Теория оптимального управления»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры

протокол № 6 от "24" января 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры



подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. кафедры, профессор

должность



подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Ассистент кафедры

должность



подпись

Л.С. Забродина

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.03.04 Прикладная математика

код наименование



личная подпись



расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись



расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись



расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Болодурина И.П., 2018

Забродина Л.С., 2018

© ОГУ, 2018

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: рассмотрение общих принципов построения необходимых и достаточных условий оптимальности, овладение навыками их применения к исследованию задач оптимального управления динамическими процессами непрерывной и дискретной природы, а также формирование у студента требуемого набора компетенций, соответствующих его направлению подготовки и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

Задачи:

- освоение математических методов оптимального управления динамическими процессами;
- приобретение навыков построения приближенного оптимального решения и содержательной интерпретации результатов, полученных при управлении динамическими процессами.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.15 Дифференциальные и разностные уравнения*

Постреквизиты дисциплины: *Б.2.В.П.2 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> - способы организации самостоятельной работы при решении задач оптимального управления динамическими процессами <u>Уметь:</u> - самостоятельно решать поставленные задачи и анализировать полученные результаты в соответствии с теорией оптимального управления; <u>Владеть:</u> - методами организации самостоятельной работы при решении задач оптимального управления динамическими процессами	ОПК-1 готовностью к самостоятельной работе
<u>Знать:</u> - современные прикладные программные средства и области их эффективного применения в соотношении с поставленной задачей оптимального управления динамическими процессами <u>Уметь:</u> - самостоятельно выбирать и использовать методы и алгоритмы теории оптимального управления, необходимые для решения поставленной задачи оптимального управления <u>Владеть:</u> - навыками обоснования выбора прикладного программного средства для решения стандартной задачи оптимального управления динамическими процессами	ОПК-2 способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
<u>Знать:</u> - основные типы задач теории оптимального управления; - подходы, позволяющие перейти от естественнонаучной сущности проблемы к формализованной задаче оптимального управления;	ПК-9 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Уметь: - формализовать естественнонаучную сущность проблемы в задачу оптимального управления; - классифицировать и решить поставленную задачу оптимального управления. Владеть: - навыками формализации задач оптимального управления; - навыками решения задач оптимального управления в зависимости от типа поставленной задачи	деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат
Знать: - основные понятия и определения математической теории оптимального управления динамическими процессами; - основные необходимые и достаточные условия оптимальности, применяемые при решении задач оптимального управления; - численные методы решения задач оптимального управления; Уметь: - применять необходимые и достаточные условия для решения практических задач оптимального управления; - использовать приближенные методы для нахождения оптимального решения экономических задач; Владеть: - навыками решения практических задач оптимального управления динамическими процессами; -навыками и приемами использования современных программных продуктов при решении задач оптимального управления; -навыками содержательной интерпретации полученного решения аналитическими, графическими и численными способами.	ПК-10 готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
Знать: - общие принципы управления информацией для формулирования задачи оптимального управления Уметь: -использовать методы и алгоритмы теории оптимального управления и прикладные программные средства для оптимального управления информацией Владеть: -навыками и приемами использования современных программных продуктов для оптимизации управления информацией;	ПК-11 готовностью применять знания и навыки управления информацией
Знать: - способы организации самостоятельного изучения современных разделов теории оптимального управления. Уметь: - использовать первоисточники научной литературы для самостоятельного изучения дополнительных разделов теории оптимального управления; - самостоятельно изучать дополнительные разделы теории оптимального управления. Владеть: - необходимыми знаниями для изучения дополнительных разделов теории оптимального управления; - способами организации самостоятельного изучения дополнительных разделов теории оптимального управления	ПК-12 способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	44,25	44,25
Лекции (Л)	22	22
Лабораторные работы (ЛР)	22	22
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю	63,75	63,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в оптимальное управление		6		6	14
2	Простейшая задача оптимального управления		8		8	24
3	Общая задача оптимального управления		8		8	26
	Итого:	108	22		22	64
	Всего:	108	22		22	64

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в оптимальное управление. Динамическая система. Допустимое управление и соответствующая траектория. Основные понятия и определения. Примеры. Управляемость. Линейная динамическая система. Фундаментальная теория Коши. Постановка простейшей задачи теории оптимального управления. Автономная задача теории оптимального управления. Задача вариационного исчисления. Примеры, приводящие к задаче оптимального управления.

Раздел 2. Простейшая задача оптимального управления. Необходимые условия Понтрягина для простейшей задачи оптимального управления. Необходимые условия оптимальности для дифференцируемой функции. Постановка принципа максимума Понтрягина в случае замкнутости и выпуклости управляемого множества. Лемма. Доказательство частного случая необходимого условия Понтрягина. Достаточные условия оптимальности управления. Первое обобщение. Начальные и конечные условия на траекторию. Задачи на минимум. Случай вариационного исчисления. Постановка задачи вариационного исчисления. Необходимое условие оптимальности Эйлера для решения вариационного исчисления. Возможные формулировки условий теоремы Эйлера. Примеры решения задач оптимального управления.

Раздел 3. Общая задача оптимального управления. Задача Больца, Майера и Лагранжа. Постановки задач. Утверждение об эквивалентности постановок задач. Задача с фиксированным или свободным временем окончанием. Постановка задачи с различными типами ограничений на правый конец траектории и фиксированным временем окончания. Теорема Понтрягина для задачи Больца. Достаточные условия оптимальности управления. Постановка задачи с различными видами ограничений на правый конец траектории и свободным временем окончания. Определение оптимального управления и времени выхода. Необходимые условия оптимальности для задачи со свободным временем окончания. Доказательство необходимых условий оптимальности для обобщений теоремы Понтрягина. Задача Больца в вариационном исчислении. Необходимые условия оптимальности для задачи Больца вариационного исчисления. Решение задачи оптимального управления трудовыми ресурсами.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1-2	1	Простейшая система «хищник-жертва».	4
3	1	Примеры построения конкретных моделей управляемых процессов экономической и физической природы.	2
4-5	2	Нахождение оптимального решения задачи вариационного исчисления.	4
6-7	2	Нахождение оптимального управления на основе необходимых условий оптимальности для задач без ограничений на управление.	4
8-9	3	Применение принципа максимума Понтрягина к решению задач оптимального управления для задач с ограничением на управление.	4
10-11	3	Линейная задача оптимального быстрогодействия	4
		Итого:	22

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Андреева, Е. А. Вариационное исчисление и методы оптимизации [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева.- Изд. перераб. и доп. - Оренбург : ГОУ ОГУ ; Тверь : ТвГУ, 2004. - 575 с. - ISBN 5-7410-5412-5.

2. Лагоша, Б. А. Оптимальное управление в экономике: теория и приложения [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 "Математические методы в экономике" / Б. А. Лагоша, Т. Г. Апалькова.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2008. - 224 с. - ISBN 978-5-279-03183-2.

3. Андреева, Е. А. Математическое моделирование [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. - Тверь : ТвГУ, 2004. - 502 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Осмоловский Н. П. Оптимальное управление [Электронный ресурс] / под ред. Н. П. Осмоловский, В. М. Тихомиров. – Москва: МЦНМО, 2008. – 320 с. – ISBN 978-5-94057-367-8. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63270> .

5.3 Периодические издания

Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.

Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.

Мехатроника, автоматизация, управление : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

- «Differential Equations for Engineers» [Электронный ресурс]: онлайн-курс на платформе <https://www.coursera.org> / Разработчик курса: The Hong Kong University of Science and Technology режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/differential-equations-engineers?>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- 1.Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Power Point, Excel)
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com/> в локальной сети ОГУ.
4. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]: универсальная справочная энциклопедия международного уровня. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/> в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория (компьютерный класс) оснащенная (оснащенный) компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.