

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ Л.Д. Павлова
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
(направленность (профиль): «Прикладная математика и информатика»)

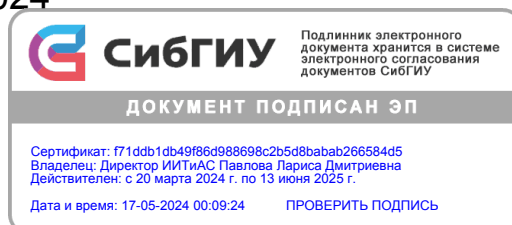
Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2024

Новокузнецк
2024



1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение обучающимся основных понятий и методов линейного и выпуклого программирования, оптимизации в условиях неопределённости постановки задачи, вариационных задач управления системами;
- формирование математических навыков обучающегося умениями, необходимыми для анализа и моделирования объектов профессиональной деятельности;
- стимулирование у обучающегося стремления к постоянному углублению своих математических знаний.

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся знаний, умений и навыков решения основных и двойственных задач линейного программирования, постановки и решения задач выпуклого программирования, теории игр, модели управляемой системы с критерием оптимальности в форме интегрального функционала;
- пополнение фундаментальных математических знаний, необходимых для формирования профессиональных компетенций;
- выработка у обучающихся умений применять методы математического программирования, теории игр и вариационных постановок задач управления динамическими системами в исследовательской деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Математика;
- Специальные главы математики;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Численные методы решения инженерных задач.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

- Вариационное исчисление;
- Теория прогнозирования;
- Имитационное моделирование.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **Общепрофессиональные компетенции**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Применяет классические математические модели для решения прикладных задач	– знать: классические математические модели для решения прикладных оптимизационных задач . – уметь: выбирать и применять математические модели, необходимые для решения прикладных оптимизационных задач.
		ОПК-3.2 Модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	– знать: способы модификации типовых математических моделей, применяемых для решения оптимизационных задач в области профессиональной деятельности. – уметь: модифицировать математические модели для адаптации их к решению оптимизационных задач в области профессиональной деятельности .
		ОПК-3.3 Решает задачи,	– знать: методы решения

		относящиеся к области профессиональной деятельности, с применением математических моделей	оптимизационных задач, относящихся к области профессиональной деятельности, с применением математических моделей . – уметь: выбирать подходящие методы и применять их для решения оптимизационных задач, относящихся к области профессиональной деятельности, с применением математических моделей .
--	--	---	---

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	7 семестр	8 семестр
Форма промежуточной аттестации			зачет	экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	252	144	108
	<i>зачетных единиц</i>	7	4	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		34	16	18
в форме практической подготовки		0	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		68	32	36
в форме практической подготовки		0	0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0	0

в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	123	87	36
в форме практической подготовки	0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	27	9	18
в форме практической подготовки	0	0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Линейное программирование;

Тема 1.1 Общая постановка задачи линейного программирования (Основные понятия. Примеры задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи линейного программирования);

Тема 1.2 Симплексный метод решения задач линейного программирования (Матричная реализация симплекс-метода. Геометрическая интерпретация симплексного метода. Симплексные таблицы. Метод искусственного базиса);

Тема 1.3 Двойственные задачи линейного программирования (Постановка двойственных задач линейного программирования. Каноническая форма основной и двойственной задач. Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности. Решения двойственных задач линейного программирования);

Тема 1.4 Транспортная задача (Понятие транспортной задачи. Закрытая и открытые модели транспортной задачи. Методы нахождения опорного и оптимального планов закрытой транспортной задачи);

Тема 1.5 Задача целочисленного линейного программирования (Решение задач целочисленного линейного программирования графическим методом. Решение задач целочисленного линейного программирования методом Гомори);

Раздел 2 Выпуклое программирование;

Тема 2.1 Выпуклость области в евклидовом пространстве и функции векторного аргумента (Выпуклое множество D в точечном евклидовом пространстве. Выпуклость функции векторного аргумента. Критерий выпуклости – матрица Гессе. Условия Сильвестра);

Тема 2.2 Глобальные и локальные экстремумы функции векторного аргумента (Необходимые условия экстремума для функций, не обладающих свойством выпуклости (теорема Каруша-Куна-Таккера). Условие дополняющей нежёсткости. Частные случаи теоремы: теорема Куна-Таккера, теорема Лагранжа);

Тема 2.3 Выпуклая задача линейного программирования (Выпуклость задачи и регулярность допустимой области: условия теоремы Каруша-Куна-Таккера не только необходимые, но и достаточные для существования точки глобального минимума функции.

Метод множителей Лагранжа решения задачи выпуклого программирования);

Тема 2.4 Достаточные условия регулярности допустимой области (Условие Слейтера, условие независимости градиентов. Геометрический смысл условий Каруша-Куна-Таккера в задачах выпуклого программирования);

Тема 2.5 Приближённое решение задач выпуклого программирования (Методы спуска. Приближённое решение задач выпуклого программирования градиентным методом);

Раздел 3 Теория игр как модель оптимизации стратегий;

Тема 3.1 Понятия и задачи теории оптимизации (Факторы, операция, стратегии, критерий эффективности действий субъекта операции);

Тема 3.2 Гарантирующая оптимальная стратегия (Гарантирующая оптимальная стратегия субъекта операции и операции в целом. Игра двух лиц: поиск чистых, вероятностных, смешанных стратегий);

Тема 3.3 Стратегии в условиях частичной неопределённости (Выбор стратегий в условиях частичной неопределённости задачи оптимизации - критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица в матричной формулировке);

Тема 3.4 Принцип Беллмана многошагового управления (Модели многошагового управления динамической системой, принцип Беллмана оптимизации управления и его реализация);

Раздел 4 Вариационные методы оптимизации;

Тема 4.1 Интегральные функционалы (Конструкции интегральных функционалов. Определение глобального минимума функционала. Сильная и слабая метрики в пространстве функций – аргументов функционала. Локальный экстремум функционала);

Тема 4.2 Производная и дифференциал (первая вариация) функционала (Необходимое условие экстремума функционала – равенство нулю его первой вариации на экстремальных. Задача экстремума интегрального функционала с неподвижными концами кривой);

Тема 4.3 Перевод вариационной задачи в задачу Эйлера (Перевод вариационной задачи в задачу для дифференциального уравнения Эйлера. Частные случаи уравнения Эйлера. Регулярные задачи. Необходимое условие экстремума функционала в форме Лагранжа для регулярных задач. Гладкость экстремалей этих задач);

Тема 4.4 Необходимые условия экстремумов других типов (Необходимые условия экстремумов других типов интегральных функционалов - уравнения Эйлера-Пуассона, Эйлера-Остроградского. Разрешимость задач для них);

Тема 4.5 Достаточные условия экстремума функционала (Достаточные условия экстремума функционала в виде неравенств.

Экстремумы интегральных функционалов относительно кривых со скользящими концами. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрическая задача. Задача Лежандра);

Раздел 5 Оптимизация управления системами;

Тема 5.1 Динамическая модель управляемой системы (Построение динамической модели управляемой системы - вектор состояния, вектор управления, цель управления, критерий оптимальности в форме интегрального функционала);

Тема 5.2 Необходимое условие оптимальности (Функция Гамильтона. Решение сопряженной системы. Необходимое условие оптимальности в форме принципа максимума Понтрягина);

Тема 5.3 Траектории линейной системы в выпуклом многограннике (Траектории, удовлетворяющие условию общего положения - принципу максимума Понтрягина для функции Гамильтона как достаточному условию оптимальности управления; равенство нулю функции Гамильтона выполняется автоматически);

Тема 5.4 Линии переключения управляющих решений (Построение линий переключения управляющих решений. Задача синтеза оптимальных управлений);

Раздел 6 Гарантирующее планирование в условиях неопределенности;

Тема 6.1 Формализация проблемы гарантирующего управления (Основные понятия проблемы гарантирующего управления. Принцип гарантированного результата);

Тема 6.2 Методы построения оптимальных гарантирующих планов (Сведение к задаче математического программирования. Сведение к максимуму без ограничений методом Лагранжа. Сравнение с идеальным управлением);

Тема 6.3 Гарантирующее планирование для динамических систем в непрерывном времени (Сведение к задаче оптимального управления без возмущений. Решение результирующей задачи. Численное построение допустимых гарантирующих планов);

Тема 6.4 Гарантирующее пошаговое управление для динамических систем в дискретном времени (Сочетание метода динамического программирования с принципом гарантированного результата).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Линейное программирование		

Тема 1.1; Тема 1.2.	Постановка задачи линейного программирования, Симплексный метод решения задач линейного программирования	2	
Тема 1.3.	Двойственные задачи линейного программирования	2	
Тема 1.4.	Транспортная задача	2	
Тема 1.5.	Задача целочисленного линейного программирования	2	
Раздел 2.	Выпуклое программирование		
Тема 2.1; Тема 2.2.	Выпуклость области в евклидовом пространстве и функции векторного аргумента, Глобальные и локальные экстремумы функции векторного аргумента	2	
Тема 2.3.	Выпуклая задача линейного программирования	2	
Тема 2.4; Тема 2.5.	Достаточные условия регулярности допустимой области, Приближённое решение задач выпуклого программирования	2	
Раздел 3.	Теория игр как модель оптимизации стратегий		
Тема 3.1; Тема 3.2.	Понятия и задачи теории оптимизации, Гарантирующая оптимальная стратегия	2	
Тема 3.3; Тема 3.4.	Стратегии в условиях частичной неопределённости, Принцип Беллмана оптимизации управления	2	
Раздел 4.	Вариационные методы оптимизации		
Тема 4.1.	Интегральные функционалы	2	
Тема 4.2.	Производная и дифференциал функционала	2	
Тема 4.3.	Перевод вариационной задачи в задачу Эйлера	2	
Тема 4.4; Тема 4.5.	Необходимые условия экстремумов других типов,	2	

	Достаточные условия экстремума функционала		
Раздел 5.	Оптимизация управления системами		
Тема 5.1; Тема 5.2.	Динамическая модель управляемой системы, Необходимое условие оптимальности	2	
Тема 5.3; Тема 5.4.	Траектории линейной системы в выпуклом многограннике, Линии переключения управляющих решений	2	
Раздел 6.	Гарантирующее планирование в условиях неопределенности		
Тема 6.1; Тема 6.2.	Формализация проблемы гарантирующего управления, Методы построения оптимальных гарантирующих планов	2	
Тема 6.3; Тема 6.4.	Гарантирующее планирование для динамических систем в непрерывном времени, Гарантирующее пошаговое управление для динамических систем в дискретном времени	2	
Итого:		34	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Линейное программирование		
Тема 1.1.	Общая постановка задачи линейного программирования	2	

Тема 1.2.	Симплексный метод решения задач линейного программирования	2	
Тема 1.3.	Двойственные задачи линейного программирования	4	
Тема 1.4.	Транспортная задача	4	
Тема 1.5.	Задача целочисленного линейного программирования	4	
Раздел 2.	Выпуклое программирование		
Тема 2.1.	Выпуклость области в евклидовом пространстве и функции векторного аргумента	2	
Тема 2.2.	Глобальные и локальные экстремумы функции векторного аргумента	2	
Тема 2.3.	Выпуклая задача линейного программирования	4	
Тема 2.4.	Достаточные условия регулярности допустимой области	2	
Тема 2.5.	Приближённое решение задач выпуклого программирования	2	
Раздел 3.	Теория игр как модель оптимизации стратегий		
Тема 3.1.	Понятия и задачи теории оптимизации	2	
Тема 3.2.	Гарантирующая оптимальная стратегия	2	
Тема 3.3.	Стратегии в условиях частичной неопределённости	2	
Тема 3.4.	Принцип Беллмана многошагового управления	2	
Раздел 4.	Вариационные методы оптимизации		
Тема 4.1.	Интегральные функционалы	4	
Тема 4.2.	Производная и дифференциал (первая вариация) функционала	4	
Тема 4.3.	Перевод вариационной задачи в задачу Эйлера	4	
Тема 4.4.	Необходимые условия экстремумов других типов	2	
Тема 4.5.	Достаточные условия	2	

	экстремума функционала		
Раздел 5.	Оптимизация управления системами		
Тема 5.1.	Динамическая модель управляемой системы	2	
Тема 5.2.	Необходимое условие оптимальности	2	
Тема 5.3.	Траектории линейной системы в выпуклом многограннике	2	
Тема 5.4.	Линии переключения управляющих решений	2	
Раздел 6.	Гарантирующее планирование в условиях неопределенности		
Тема 6.1.	Формализация проблемы гарантирующего управления	2	
Тема 6.2.	Методы построения оптимальных гарантирующих планов	2	
Тема 6.3.	Гарантирующее планирование для динамических систем в непрерывном времени	2	
Тема 6.4.	Гарантирующее пошаговое управление для динамических систем в дискретном времени	2	
Итого:		68	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение	35	

	тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	35	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	23	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Прохождение тестирования.	10	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	18	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к зачёту</i>	9	
Итого:		150	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Токарев, В. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 440 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04712-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/514986> (дата обращения: 29.02.2024);

2 Палий, И. А. Линейное программирование : учебное пособие для вузов / И. А. Палий. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 175 с. – ISBN 978-5-534-04716-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/514977> (дата обращения: 29.02.2024);

3 Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 375 с. – ISBN

978-5-9916-6157-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/511303> (дата обращения: 29.02.2024);

4 Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 191 с. – ISBN 978-5-9916-3642-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/530446> (дата обращения: 29.02.2024);

5 Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 367 с. – ISBN 978-5-9916-3859-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/507818> (дата обращения: 29.02.2024);

6 Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 140 с. – ISBN 978-5-534-08523-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/494520> (дата обращения: 29.02.2024);

7 Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Е. А. Кочегурова. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 133 с. – ISBN 978-5-534-10090-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/490136> (дата обращения: 29.02.2024).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: <https://umczdt.ru/books/>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Astra Linux Special Edition;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Mathcad;
- Maxima;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- OnlyOffice;
- WinRAR;
- P7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа

(лабораторных работ);

- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Составитель(и):

профессор Маркидонов Артем Владимирович (кафедра прикладной математики и информатики).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация

рабочей программы дисциплины «Методы оптимизации»

по направлению подготовки (специальности)

**01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
(направленность (профиль): «Прикладная математика и
информатика»)**

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение обучающимся основных понятий и методов линейного и выпуклого программирования, оптимизации в условиях неопределённости постановки задачи, вариационных задач управления системами;
- формирование математических навыков обучающегося умениями, необходимыми для анализа и моделирования объектов профессиональной деятельности;
- стимулирование у обучающегося стремления к постоянному углублению своих математических знаний.

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся знаний, умений и навыков решения основных и двойственных задач линейного программирования, постановки и решения задач выпуклого программирования, теории игр, модели управляемой системы с критерием оптимальности в форме интегрального функционала;
- пополнение фундаментальных математических знаний, необходимых для формирования профессиональных компетенций;
- выработка у обучающихся умений применять методы математического программирования, теории игр и вариационных постановок задач управления динамическими системами в исследовательской деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Математика;

- Специальные главы математики;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Численные методы решения инженерных задач.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

- Вариационное исчисление;
- Теория прогнозирования;
- Имитационное моделирование.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Применяет классические математические модели для решения прикладных задач	<ul style="list-style-type: none"> – знать: классические математические модели для решения прикладных оптимизационных задач . – уметь: выбирать и применять математические модели, необходимые для решения прикладных оптимизационных задач.
		ОПК-3.2 Модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> – знать: способы модификации типовых математических моделей, применяемых для решения оптимизационных задач в области профессиональной деятельности. – уметь: модифицировать математические

			модели для адаптации их к решению оптимизационных задач в области профессиональной деятельности .
		ОПК-3.3 Решает задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, с применением математических моделей	– знать: методы решения оптимизационных задач, относящихся к области профессиональной деятельности, с применением математических моделей . – уметь: выбирать подходящие методы и применять их для решения оптимизационных задач, относящихся к области профессиональной деятельности, с применением математических моделей .

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	7 семестр	8 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>зачет</i>	<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	252	144	108
	<i>зачетных единиц</i>	7	4	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		34	16	18
в форме практической подготовки		0	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		68	32	36
в форме практической подготовки		0	0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		123	87	36
в форме практической подготовки		0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		27	9	18
в форме практической подготовки		0	0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Линейное программирование;

Тема 1.1 Общая постановка задачи линейного программирования (Основные понятия. Примеры задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи линейного программирования);

Тема 1.2 Симплексный метод решения задач линейного программирования (Матричная реализация симплекс-метода. Геометрическая интерпретация симплексного метода. Симплексные таблицы. Метод искусственного базиса);

Тема 1.3 Двойственные задачи линейного программирования (Постановка двойственных задач линейного программирования. Каноническая форма основной и двойственной задач. Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности. Решения двойственных задач линейного программирования);

Тема 1.4 Транспортная задача (Понятие транспортной задачи. Закрытая и открытые модели транспортной задачи. Методы нахождения опорного и оптимального планов закрытой транспортной задачи);

Тема 1.5 Задача целочисленного линейного программирования (Решение задач целочисленного линейного программирования графическим методом. Решение задач целочисленного линейного программирования методом Гомори);

Раздел 2 Выпуклое программирование;

Тема 2.1 Выпуклость области в евклидовом пространстве и функции векторного аргумента (Выпуклое множество D в точечном евклидовом пространстве. Выпуклость функции векторного аргумента. Критерий выпуклости – матрица Гессе. Условия Сильвестра);

Тема 2.2 Глобальные и локальные экстремумы функции векторного аргумента (Необходимые условия экстремума для функций, не обладающих свойством выпуклости (теорема Каруша-Куна-Таккера). Условие дополняющей нежёсткости. Частные случаи теоремы: теорема Куна-Таккера, теорема Лагранжа);

Тема 2.3 Выпуклая задача линейного программирования (Выпуклость задачи и регулярность допустимой области: условия теоремы Каруша-Куна-Таккера не только необходимые, но и достаточные для существования точки глобального минимума функции. Метод множителей Лагранжа решения задачи выпуклого программирования);

Тема 2.4 Достаточные условия регулярности допустимой области (Условие Слейтера, условие независимости градиентов.

Геометрический смысл условий Каруша-Куна-Таккера в задачах выпуклого программирования);

Тема 2.5 Приближённое решение задач выпуклого программирования (Методы спуска. Приближённое решение задач выпуклого программирования градиентным методом);

Раздел 3 Теория игр как модель оптимизации стратегий;

Тема 3.1 Понятия и задачи теории оптимизации (Факторы, операция, стратегии, критерий эффективности действий субъекта операции);

Тема 3.2 Гарантирующая оптимальная стратегия (Гарантирующая оптимальная стратегия субъекта операции и операции в целом. Игра двух лиц: поиск чистых, вероятностных, смешанных стратегий);

Тема 3.3 Стратегии в условиях частичной неопределённости (Выбор стратегий в условиях частичной неопределённости задачи оптимизации - критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица в матричной формулировке);

Тема 3.4 Принцип Беллмана многошагового управления (Модели многошагового управления динамической системой, принцип Беллмана оптимизации управления и его реализация);

Раздел 4 Вариационные методы оптимизации;

Тема 4.1 Интегральные функционалы (Конструкции интегральных функционалов. Определение глобального минимума функционала. Сильная и слабая метрики в пространстве функций – аргументов функционала. Локальный экстремум функционала);

Тема 4.2 Производная и дифференциал (первая вариация) функционала (Необходимое условие экстремума функционала – равенство нулю его первой вариации на экстремалеях. Задача экстремума интегрального функционала с неподвижными концами кривой);

Тема 4.3 Перевод вариационной задачи в задачу Эйлера (Перевод вариационной задачи в задачу для дифференциального уравнения Эйлера. Частные случаи уравнения Эйлера. Регулярные задачи. Необходимое условие экстремума функционала в форме Лагранжа для регулярных задач. Гладкость экстремалей этих задач);

Тема 4.4 Необходимые условия экстремумов других типов (Необходимые условия экстремумов других типов интегральных функционалов - уравнения Эйлера-Пуассона, Эйлера-Остроградского. Разрешимость задач для них);

Тема 4.5 Достаточные условия экстремума функционала (Достаточные условия экстремума функционала в виде неравенств. Экстремумы интегральных функционалов относительно кривых со скользящими концами. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрическая задача. Задача Лежандра);

Раздел 5 Оптимизация управления системами;

Тема 5.1 Динамическая модель управляемой системы (Построение динамической модели управляемой системы - вектор состояния, вектор управления, цель управления, критерий оптимальности в форме интегрального функционала);

Тема 5.2 Необходимое условие оптимальности (Функция Гамильтона. Решение сопряжённой системы. Необходимое условие оптимальности в форме принципа максимума Понтрягина);

Тема 5.3 Траектории линейной системы в выпуклом многограннике (Траектории, удовлетворяющие условию общего положения - принципу максимума Понтрягина для функции Гамильтона как достаточному условию оптимальности управления; равенство нулю функции Гамильтона выполняется автоматически);

Тема 5.4 Линии переключения управляющих решений (Построение линий переключения управляющих решений. Задача синтеза оптимальных управлений);

Раздел 6 Гарантирующее планирование в условиях неопределенности;

Тема 6.1 Формализация проблемы гарантирующего управления (Основные понятия проблемы гарантирующего управления. Принцип гарантированного результата);

Тема 6.2 Методы построения оптимальных гарантирующих планов (Сведение к задаче математического программирования. Сведение к максимуму без ограничений методом Лагранжа. Сравнение с идеальным управлением);

Тема 6.3 Гарантирующее планирование для динамических систем в непрерывном времени (Сведение к задаче оптимального управления без возмущений. Решение результирующей задачи. Численное построение допустимых гарантирующих планов);

Тема 6.4 Гарантирующее пошаговое управление для динамических систем в дискретном времени (Сочетание метода динамического программирования с принципом гарантированного результата).

6 Составитель(и):

профессор Маркидонов Артем Владимирович (кафедра прикладной математики и информатики).