

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория оптимизации

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): IT-сервисы и технологии обработки данных на транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 170737
Подписал: заместитель директора академии Паринов Денис Владимирович
Дата: 13.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) являются формирование у обучающихся профессиональных знаний и навыков в области теории оптимизации.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- приобретения навыков формализации знаний и постановки задач оптимизации,
- приобретения навыков численного решения различных классов экстремальных задач.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-3 - Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные методы и функции оптимизации,
- основные теоремы в области оптимизации,
- современные задачи оптимизации, решаемые при анализе данных,
- методы решения задач линейного и нелинейного программирования.

Уметь:

- осуществлять постановку оптимизационной задачи,
- предлагать математическую формализацию оптимизационной задачи,

- модифицировать типовые оптимизационные модели в зависимости от целей оптимизации,

- решать задачи оптимизации.

Владеть:

- навыком решения оптимизационной задачи на основе метода множителей Лагранжа

- навыком использования инструментальных средств MS Excel и Wolfram Mathematica для решения оптимизационных задач,

- навыками поиска точек экстремумов,

- навыками организации движения к точке экстремума.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Тема 1. Постановка задачи оптимизации Рассматриваемые вопросы: - Общая постановка задачи оптимизации - Качественные и количественные свойства задачи оптимизации. Многовариантный и оптимальный расчеты. Относительное улучшение критерия качества. - Математическая постановка задачи оптимизации. Понятие ограничений, граничных условий и целевых функций.
2	Тема 2. Методы оптимизации и линейное программирование Рассматриваемые вопросы: - Классификация задач оптимизации. Понятие функционала. Примеры функционалов. - Методы оптимизации функций и функционалов. - Линейное программирование. Постановка задачи
3	Тема 3. Решение задач линейного программирования Рассматриваемые вопросы: - Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования - Симплекс- метод решения задач линейного программирования - Пример решения задачи линейного программирования геометрическим методом. - Пример решения задачи линейного программирования Симплекс- методом
4	Тема 4. Решение задач линейного программирования Рассматриваемые вопросы: - Одномерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Установление границ интервала. Метод Свенна. - Поиск экстремума функции одной переменной методом половинного деления и. методом золотого сечения.
5	Тема 5. Многокритериальная оптимизация Рассматриваемые вопросы: - Поиск экстремума функции одной переменной методом Фибоначчи - Проблемы многокритериальной оптимизации. Формализация задачи принятия решения. - Декомпозиция задачи принятия решения и оценка свойств альтернатив
6	Тема 6. Проблемы многокритериальной оптимизации Рассматриваемые вопросы: - Композиция оценок и сравнение. Область Парето. Приемы выбора в пространстве критериев. - Общая постановка задачи многокритериальной оптимизации. Метод главного критерия, линейная свертка, использование минимаксных целевых функционалов. - Проблемы многокритериальной оптимизации. Принцип и множество Парето. Метод «уступок».
7	Тема 7. Построение решения Рассматриваемые вопросы: - Компромиссы Парето. Множество эффективных и слабоэффективных решений многокритериальной задачи. - Схемы построения эффективных и слабо эффективных решений. Доказательство теоремы использования метода главного критерия как интерпретации эффективного решения. - Теорема о решении задачи минимаксных целевых функционалов как слабо эффективного вектора. Доказательство и следствия.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
8	<p>Тема 8. Задачи линейной свертки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теорема о решении задачи линейной свертки как слабо эффективного вектора - Теорема о непустом множестве решений задачи минимаксных целевых функционалов и принадлежащем ему эффективному векторе. - Теорема о решении задачи линейной свертки и выделении из него эффективного вектора
9	<p>Тема 9. Нелинейного программирование</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теорема о непустом множестве решения задачи оптимизации и принадлежности его слабо эффективному вектору - Методы исключения ограничений. Ограничения в задачах оптимизации. Их принципиальное значение. - Общая постановка задачи нелинейного программирования.
10	<p>Тема 10. Задачи поиска экстремума</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификация задач нелинейного программирования - Поиск экстремума функции одной переменной в задаче нелинейного программирования. - Обобщенный алгоритма перемещения к экстремуму в задаче нелинейного программирования.
11	<p>Тема 11. Нелинейное программирование и штрафные функции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Метод штрафных функций в задаче нелинейного программирования - Пример решения задачи нелинейного программирования
12	<p>Тема 12. Математическая модель ИУС</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Математическая модель ИУС 1 типа (преобразователь информации). - Математическая модель ИУС 2 типа (СУ с объектом). - Способ поиска экстремума функции одного переменного с наложением поисковых колебаний.
13	<p>Тема 13. Автоматическое совмещение и настройки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пример системы автоматической настройки радиоприёмного контура - Система автоматического совмещения изображения как задача поиска экстремума функции нескольких переменных.
14	<p>Тема 14. Автоматическое совмещение и настройки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Способ поиска экстремума функции n переменных. Понятие градиента функции. - Условия квазистационарности процесса поиска экстремума.
15	<p>Тема 15. Синхронное детектирование</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Метод синхронного детектирования - Использование естественных возмущений (флуктуаций) в качестве поисковых составляющих (на примере производственного процесса).
16	<p>Тема 16. Максимальное быстроедействие</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поиск $\text{extr } Q(X_1, \dots, X_n)$ по способу производной. - Геометрическая трактовка задачи о максимальном быстроедействии.
17	<p>Тема 17. Оптимальные системы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Виды оптимальных систем (в зависимости от критерия оптимальности). Равномерно-оптимальные и статистически-оптимальные системы. Задачи конечномерной оптимизации в теории управления.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Постановка Задачи стабилизации, задачи слежения, задачи экстремального управления и задачи оптимизации в теории управления.
18	Тема 18. Экстремумы одной переменной Рассматриваемые вопросы: - Методы и способы поиска экстремума функции одной переменной. Способ последовательных шагов. - Методы и способы поиска экстремума функции одной переменной. Способ производной.
19	Тема 19. Поиск экстремума одной переменной Рассматриваемые вопросы: - Методы и способы поиска экстремума функции одной переменной. Способ наложения модулированных колебаний. - Схема самонастраивающейся системы управления непрерывным производственным процессом нахождения экстремума функции нескольких переменных. Возможности случайного поиска
20	Тема 20. Экстремальные задачи Рассматриваемые вопросы: - Схема экстремального регулирования тяги ЖРД - Способы
21	Тема 21. Методы организации движения к точке экстремума Рассматриваемые вопросы: - Методы организации движения к точке экстремума. Метод исключения касательными - Методы организации движения к точке экстремума. Градиентный метод. Метод Гаусса- Зейделя. Наискорейший спуск
22	Тема 22. Методы отыскания Рассматриваемые вопросы: - Методы организации движения к точке экстремума. Метод Ньютона. Метод секущих. Овражный метод - Методы отыскания экстремума в условиях помех

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Тема 1. Постановка задачи оптимизации Рассматриваемые вопросы: - Применение качественных и количественных свойств задачи оптимизации. Многовариантный и оптимальный расчеты. - Математическая постановка задачи оптимизации. Применение ограничений, граничных условий и целевых функций.
2	Тема 2. Методы оптимизации и линейное программирование Рассматриваемые вопросы: - Решение задач оптимизации. Примеры функционалов. - Оптимизация функций и функционалов. - Линейное программирование.
3	Тема 3. Решение задач линейного программирования Рассматриваемые вопросы: - Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования - Решение с помощью Симплекс-метода задач линейного программирования

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Решение задач линейного программирования геометрическим методом. - Решение задач линейного программирования Симлекс-методом
4	<p>Тема 4. Решение задач линейного программирования Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Одномерная оптимизация. Установление границ интервала. Метод Свенна. - Поиск экстремума функции одной переменной методом половинного деления и методом золотого сечения.
5	<p>Тема 5. Многокритериальная оптимизация Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поиск экстремума функции одной переменной методом Фибоначчи - Декомпозиция задачи принятия решения и оценка свойств альтернатив
6	<p>Тема 6. Проблемы многокритериальной оптимизации Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Композиция оценок и сравнение. Область Парето. Приемы выбора в пространстве критериев. - Применение метода главного критерия, линейная свертка, использование минимаксных целевых функционалов. - Принцип и множество Парето. Метод «уступок».
7	<p>Тема 7. Построение решения Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Компромиссы Парето. Множество эффективных и слабоэффективных решений многокритериальной задачи. - Построение эффективных и слабо эффективных решений. Доказательство теоремы использования метода главного критерия как интерпретации эффективного решения. - Применение теоремы о решении задачи минимаксных целевых функционалов как слабо эффективного вектора.
8	<p>Тема 8. Задачи линейной свертки Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение теоремы о решении задачи линейной свертки как слабо эффективного вектора - Применение теоремы о непустом множестве решений задачи минимаксных целевых функционалов и принадлежащем ему эффективном векторе. - Применение теоремы о решении задачи линейной свертки и выделении из него эффективного вектора
9	<p>Тема 9. Нелинейного программирование Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение теоремы о непустом множестве решения задачи оптимизации и принадлежности его слабо эффективному вектору - Применение метода исключения ограничений.
10	<p>Тема 10. Задачи поиска экстремума Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поиск экстремума функции одной переменной в задаче нелинейного программирования. - Использование обобщенного алгоритма перемещения к экстремуму в задаче нелинейного программирования.
11	<p>Тема 11. Нелинейное программирование и штрафные функции Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение метода штрафных функций в задаче нелинейного программирования - Решение задач нелинейного программирования
12	<p>Тема 12. Математическая модель ИУС Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение математической модели ИУС 1 типа (преобразователь информации).

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Применение математической модели ИУС 2 типа (СУ с объектом). - Поиск экстремума функции одного переменного с наложением поисковых колебаний.
13	<p>Тема 13. Автоматическое совмещение и настройки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Система автоматической настройки радиоприёмного контура - Система автоматического совмещения изображения как задача поиска экстремума функции нескольких переменных.
14	<p>Тема 14. Автоматическое совмещение и настройки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поиск экстремума функции n переменных. - Применение условия квазистационарности процесса поиска экстремума.
15	<p>Тема 15. Синхронное детектирование</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение метода синхронного детектирования - Использование естественных возмущений (флуктуаций) в качестве поисковых составляющих (на примере производственного процесса).
16	<p>Тема 16. Максимальное быстродействие</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поиск $\text{ext}_r Q(X_1, \dots, X_n)$ по способу производной. - Геометрическая трактовка задачи о максимальном быстродействии.
17	<p>Тема 17. Оптимальные системы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Решение задач конечномерной оптимизации в теории управления. - Решение задач стабилизации, задач слежения, задач экстремального управления и задач оптимизации в теории управления.
18	<p>Тема 18. Экстремумы одной переменной</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение методов и способов поиска экстремума функции одной переменной. Решение способом последовательных шагов. - Применение методов и способов поиска экстремума функции одной переменной. Решение способом производной.
19	<p>Тема 19. Поиск экстремума одной переменной</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение методов и способов поиска экстремума функции одной переменной. Решение способом наложения модулированных колебаний.
20	<p>Тема 20. Экстремальные задачи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение способов экстремального регулирования тяги ЖРД
21	<p>Тема 21. Методы организации движения к точке экстремума</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение методов организации движения к точке экстремума. Метод исключения касательными - Применение методов организации движения к точке экстремума. Градиентный метод. Метод Гаусса- Зейделя. Наискорейший спуск
22	<p>Тема 22. Методы отыскания</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применение методов организации движения к точке экстремума. Метод Ньютона. Метод секущих. Овражный метод - Применение методов отыскания экстремума в условиях помех

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с учебной литературой
2	Поиск алгоритмов обработки данных в открытых источниках
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Введение в исследование операций Хэмди А. Таха; Пер. с англ. Однотомное издание "Вильямс" , 2001	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)
2	Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 140 с. — ISBN 978-5-7262-2128-1.	https://e.lanbook.com/book/119485
3	Баллод, Б. А. Методы и алгоритмы принятия решений в экономике :	https://e.lanbook.com/book/213074

	учебное пособие / Б. А. Баллод, Н. Н. Елизарова. — 2-е изд., перераб. — Санкт- Петербург : Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-3132- 8	
4	Экономика фирмы: Учебник / МГУ им. М.В. Ломоносова; Под общ. ред. Н.П. Иващенко. - Москва : ИНФРА-М, 2006. - 528 с. (Учебники экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова). ISBN 5-16- 002031-4	https://znanium.ru/catalog/document?id=27402&ysclid=lwkajya6dr142859968#bib

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<https://habr.com/ru> - база знаний в виде статей, обзоров

<https://journal.tinkoff.ru/short/ai-for-all/> - база данных нейронных сетей

<https://vc.ru/services/916617-luchshie-neyroseti-bolshaya-podborka-iz-top-200-ii-generatorov-po-kategoriyam> - база данных нейронных сетей

<https://github.com/abalmumcu/bert-rest-api> - профессиональная платформа для командой работы над проектов (нейронная сеть bert)

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ

<https://proglib.io/p/raspoznavanie-obektov-s-pomoshchyu-yolo-v3-na-tensorflow-2-0-2020-11-08> - профессиональная библиотека программистов

https://yandex.cloud/ru/blog/posts/2022/12/andrey-berger-and-yandex-cloud?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F – библиотека профессиональных статей разработчиков Яндекс

<https://yandex.cloud/ru/blog> - библиотека профессиональных статей разработчиков Яндекс

<https://tproger.ru/translations/opencv-python-guide> - библиотека основных команд OpenCV

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

MicrosoftOffice не ниже MicrosoftOffice 2007 (2013).

Wolfram Matematika

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Компьютер преподавателя,

Компьютеры студентов,

экран для проектора, маркерная доска,

Проектор

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. Академии "Высшая инженерная школа"

Б.В. Игольников

доцент, к.н. Академии "Высшая инженерная школа"

О.Б. Проневич

Согласовано:

Заместитель директора академии

Д.В. Паринов

Председатель учебно-методической комиссии

Д.В. Паринов