

**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)**

**Математические методы оптимизации**

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Системы автоматизированного проектирования

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: 2899  
Подписал: заведующий кафедрой Нестеров Иван Владимирович  
Дата: 08.02.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Основная цель дисциплины – приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для разработки систем автоматизированного оптимального проектирования транспортных конструкций и сооружений.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение наиболее эффективными численными методами оптимизации;
- формирование навыков вычисления градиентов расчетных напряжений и перемещений.

## 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;

**ПК-1** - Способен участвовать в исследовательской деятельности в области совершенствования информационных систем.

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

### **Знать:**

- методы решения задач безусловной оптимизации;
- основные методы решения задач условной оптимизации.
- постановку и основные методы решения задачи оптимизации несущих конструкций (в форме задачи нелинейного программирования).

### **Уметь:**

- составлять математическое описание задач оптимизации различных видов в обычной и стандартной форме;
- использовать методы нулевого, первого и второго порядка для решения задач безусловной оптимизации;
- использовать методы нелинейного программирования для решения задач оптимизации несущих конструкций.

### **Владеть:**

- способностью составлять математическое описание задач оптимизации различных видов в обычной и стандартной форме;

- способностью использовать методы нулевого, первого и второго порядка для решения задач безусловной оптимизации;
- способностью использовать методы нелинейного программирования для решения задач оптимизации несущих конструкций.

### 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	Сем. №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	52	52
В том числе:		
Занятия лекционного типа	26	26
Занятия семинарского типа	26	26

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 92 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	<b>Введение</b> Примеры постановки и математического описания задач оптимизации. Стандартные обозначения неизвестных, ограничений и целевой функции. Понятие допустимой области и ее графическая иллюстрация. Классификация задач оптимизации и методов их решения по типу допустимой области.
2	<b>Численные методы безусловной оптимизации</b> Методы решения задач одномерной оптимизации (методы "золотого" сечения и квадратичной интерполяции). Методы безусловной оптимизации нулевого, первого и второго порядка
3	<b>Численные методы условной оптимизации</b> Классификация методов и элементы теории локальных экстремумов: конусы возможных, касательных и допустимых направлений, конусы направлений убывания и спуска
4	<b>Численные методы условной оптимизации</b> Методы внутренних и внешних штрафных функций. Вычисление длины шага спуска и стандартная корректировка. Анализ и классификация ограничений и определение направления спуска в методе проекции градиента.
5	<b>Специальные методы</b> Метод динамического программирования Р.Беллмана

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Примеры постановки и математического описания задач оптимизации. Стандартные обозначения неизвестных, ограничений и целевой функции.
2	Понятие допустимой области и ее графическая иллюстрация. Классификация задач оптимизации и методов их решения по типу допустимой области.
3	Методы решения задач одномерной оптимизации (методы "золотого" сечения и квадратичной интерполяции).
4	Методы безусловной оптимизации нулевого, первого и второго порядка
5	Классификация методов и элементы теории локальных экстремумов: конусы возможных, касательных и допустимых направлений, конусы направлений убывания и спуска
6	Анализ и классификация ограничений и определение направления спуска в методе проекции градиента.
7	Вычисление длины шага спуска и стандартная корректировка
8	Методы внутренних и внешних штрафных функций.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

- Расчетная схема: размеры, нагрузка, материал, нумерация элементов и узлов, расчетное перемещение (перемещение нагруженного узла по направлению нагрузки)

- Варьируемые параметры – площади поперечных сечений:  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

- Постановка задачи - определить такие значения варьируемых параметров, которые

удовлетворяют ограничениям

- на переменные проектирования:  $X_j \geq X_{\min}, j = 1, 2, \dots, n$

- на расчетное перемещение:  $-Z_d \leq Z(x) \leq Z_d$

и при этом обеспечивают минимальную материалоемкость

$F(x) = L_1 \cdot x_1 + L_2 \cdot x_2 + \dots + L_n \cdot x_n \rightarrow \min,$

где  $L_1, L_2, \dots, L_n$  – длины стержней,

$n$  – число элементов (стержней),

$Z_d$  - допустимое перемещение, которое вычисляется методом Мора

при исходных значениях варьируемых параметров:  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

- Решение задачи

П1. Выполнить расчет на ЭВМ при исходных значениях  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$

- построить грузовую и единичную эпюры продольных сил  $N$

- используя формулу Мора, получить зависимость  $Z(x) = Z(x_1, x_2, \dots, x_n)$

в виде  $Z(x) = k_1/x_1 + k_2/x_2 + \dots + k_n/x_n,$

где  $k_1, k_2, \dots, k_n$  - числа точностью 4 - 5 значащих цифр

- вычислить расчетное перемещение в текущей точке  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

по формуле  $Z(x)$ , сравнить его со значением, вычисленным на ЭВМ,

и принять в качестве допустимого значения ?.

П2. Постановка задачи оптимизации. Целевая функция, а также ограничения

в обычной и стандартной форме, их анализ (вычисление невязок)

и классификация: А - активные, П - пассивные, Н - нарушенные.

П3. Вычислить исходную материалоемкость  $F_{исх}$  и определить такое направление

изменения варьируемых параметров - задается вектором  $u = [u_1, u_2, \dots, u_n]$ ,

которое не нарушает активные (в текущей точке) ограничения, гарантирует

уменьшение материалоемкости и называется - направление спуска.

П4. Вычислить длину шага спуска  $d$ , а затем новую точку:  $x = x + d \cdot u$

П5. Если имеются нарушенные ограничения, то выполнить лучевую корректировку,

затем вычислить оптимальную материалоемкость  $F_{опт}$

и оценить эффективность оптимизации:  $EF = 100 \cdot (F_{исх} - F_{опт}) / F_{исх}$

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Методы оптимизации Н.Н. Моисеев, Ю.П. Иванюков, Е.М. Столярова Однотомное издание Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. , 1978	НТБ (фб.)
2	Весовая оптимизация плоских стержневых систем Ю.Ф. Тарарушкин; МИИТ. Каф. "САПР транспортных конструкций и сооружений" Однотомное издание МИИТ , 2006	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.1)
3	Оптимизация в САПР Ю.Ф. Тарарушкин; МИИТ. Каф. "САПР транспортных конструкций и сооружений" Однотомное издание МИИТ , 1994	НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)

4	Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции Э. Хог, Я. Арора; Под ред. Н.В. Баничука Однотомное издание Мир , 1983	НТБ (фб.)
---	--	-----------

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) (<http://ibooks.ru/>).

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

Курсовой проект в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Системы автоматизированного  
проектирования»

Ю.Ф. Тарарушкин

доцент, к.н. кафедры «Системы  
автоматизированного  
проектирования»

Е.С. Бадьина

Согласовано:

Заведующий кафедрой САП

И.В. Нестеров

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова