

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: 03.03.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Основная цель дисциплины – приобретение знаний, умений и

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) является выработка у обучающегося:

- целостного представления об основных способах оптимизации конструкций;

- умения анализировать инженерные сооружения и связанную с их построением технику с точки зрения геометрического моделирования и надежности.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- выработка умений составления алгоритмов решения конструктивных задач, возникающих при проектировании инженерных сооружений;

- выработка навыков, необходимых для разработки систем автоматизированного оптимального проектирования транспортных конструкций и сооружений.

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 общинженерные 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 5 з.е. (180 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):	60	60
В том числе:		
Занятия лекционного типа	30	30
Занятия семинарского типа	30	30

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 120 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	Введение 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	Численные методы безусловной оптимизации Методы решения задач одномерной оптимизации (методы "золотого" сечения и квадратичной интерполяции). Методы безусловной оптимизации нулевого, первого и второго порядка
3	Численные методы условной оптимизации Классификация методов и элементы теории локальных экстремумов: конусы возможных, касательных и допустимых направлений, конусы направлений убывания и спуска
4	Численные методы условной оптимизации 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	Специальные методы 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.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
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	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.1)

	конструкций и сооружений" Однотомное издание МИИТ , 2006	
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/>).

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