

**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 - программа магистратуры  
по направлению подготовки  
09.04.01 Информатика и вычислительная техника,  
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО  
РУТ (МИИТ) Тимониним В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Численные методы прочностного анализа инженерных сооружений**

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Информационные технологии в строительстве

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 ФГАОУ ВО РУТ  
(МИИТ)

ID подписи: 2899

Подписал: заведующий кафедрой Нестеров Иван  
Владимирович

Дата: 01.09.2026

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

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение студентами математическое описание задач оптимизации несущих конструкций;
- изучение студентами особенности анализа и корректировки напряженно-деформированного состояния.

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):

**ПК-5** - Знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности.

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

### **Знать:**

- постановку и математическое описание задач оптимизации несущих конструкций;
- наиболее эффективные численные методы оптимизации;
- особенности анализа и корректировки напряженно-деформированного состояния;
- влияние типа сечения и других факторов на оптимизационный ресурс.

### **Уметь:**

- моделировать несущие конструкции с помощью переменных проектирования, переменных состояния и других параметров;
- выполнить расчет, а также автоматизированный анализ и классификацию ограничений, отражающих требования к проектируемой конструкции;
- анализировать чувствительность переменных состояния (расчетных напряжений и перемещений) к небольшим изменениям переменных проектирования.

### **Владеть:**

- способностью вычислять оптимизирующие приращения независимых и зависимых переменных проектирования;
- способностью определять адекватным способом такие корректирующие приращения переменных проектирования, которые обеспечивают удовлетворение основных требований проектирования;
- способностью использовать компьютерные программы для оптимизации проектных решений.

### 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            | Семестр №2 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 32               | 32         |
| В том числе:                                              |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 16               | 16         |
| Занятия семинарского типа                                 | 16               | 16         |

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 148 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                               |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Постановка задач оптимизации несущих конструкций<br>Вариантно-оптимальное проектирование (переменные проектирования и состояния, параметры конструкции, зависимые переменные проектирования, целевая функция). |
| 2        | Исходные данные для расчета и оптимизации<br>Координаты, топология, крепления, нагрузки, типы материалов, сечений и площадей, ограничения унификации.                                                          |
| 3        | Анализ напряженного состояния<br>Вычисление и анализ расчетных напряжений для каждого элемента конструкции при каждом нагружении.                                                                              |
| 4        | Линеаризация уравнений состояния и вычисление градиентов расчетных перемещений.                                                                                                                                |
| 5        | Точный и приближенный способы вычисления градиентов расчетных напряжений.                                                                                                                                      |
| 6        | Теория и практическая реализация оптимизации конструкций<br>Анализ и классификация ограничений (активные, пассивные и нарушенные ограничения, классификация по невязкам и коэффициентам активности)            |
| 7        | Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования (матрица пассивных ограничений, определение длины шага спуска).                                                                                |
| 8        | Определение корректирующих приращений переменных проектирования (матрица нарушенных ограничений, стандартная, лучевая и специальная корректировки).                                                            |
| 9        | Определение оптимизирующего направления изменения переменных проектирования (матрица активных ограничений, особенности вычисления множителей Лагранжа, определение направления спуска).                        |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Вариантно-оптимальное проектирование (переменные проектирования и состояния, параметры конструкции, зависимые переменные проектирования, целевая функция). |
| 2        | Исходные данные для расчета и оптимизации (координаты, топология, крепления, нагрузки, типы материалов, сечений и площадей, ограничения унификации).       |
| 3        | Анализ напряженного состояния (вычисление и анализ расчетных напряжений для каждого элемента конструкции при каждом нагружении).                           |
| 4        | Линеаризация уравнений состояния и вычисление градиентов расчетных перемещений.                                                                            |
| 5        | Точный и приближенный способы вычисления градиентов расчетных напряжений.                                                                                  |
| 6        | Анализ и классификация ограничений (активные, пассивные и нарушенные ограничения, классификация по невязкам и коэффициентам активности)                    |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7        | Определение корректирующих приращений переменных проектирования (матрица нарушенных ограничений, стандартная, лучевая и специальная корректировки).                                     |
| 8        | Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования (матрица пассивных ограничений, определение длины шага спуска).                                                         |
| 9        | Определение оптимизирующего направления изменения переменных проектирования (матрица активных ограничений, особенности вычисления множителей Лагранжа, определение направления спуска). |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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

1. Исследование спектра частот и форм собственных колебаний статически неопределимых балок
2. Исследование спектра частот и форм собственных колебаний статически неопределимых рам
3. Исследование спектра частот и форм собственных колебаний статически неопределимых ферм
4. Исследование спектра частот и форм собственных колебаний статически неопределимых комбинированных систем
5. Исследование спектра частот и форм собственных колебаний статически неопределимых балок, лежащих на упругих опорах
6. Определение перемещений и внутренних усилий при динамическом действии нагрузок
7. Исследование прочности материала опасного поперечного сечения
8. Расчет статически неопределимых рамных систем на устойчивость. Анализ предельного состояния

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

| №<br>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/>).

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 во 2 семестре.

Курсовой проект во 2 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»

И.В. Нестеров

Согласовано:

Заведующий кафедрой САПвС

И.В. Нестеров

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова