

**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)**

**Системы прочностного анализа инженерных сооружений**

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: И.о. заведующего кафедрой Нестеров Иван Владимирович  
Дата: 22.05.2024

## 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):

**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;

**ПК-4** - Способен разрабатывать и модифицировать программное обеспечение.

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 3 з.е. (108 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 №7
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 44 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	Постановка задач оптимизации несущих конструкций Вариантно-оптимальное проектирование (переменные проектирования и состояния, параметры конструкции, зависимые переменные проектирования, целевая функция).
2	Исходные данные для расчета и оптимизации Координаты, топология, прикрепления, 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	Теория и практическая реализация оптимизации конструкций 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

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Вариантно-оптимальное проектирование Рассмотрение и анализ вариантно-оптимального проектирования: -переменные проектирования и состояния, -параметры конструкции, -зависимые переменные проектирования, -целевая функция.
2	Исходные данные для расчета и оптимизации Подготовка исходных данных для расчета и оптимизации: -координаты,

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	-топология, -прикрепления, -нагрузки, -типы материалов, сечений и площадей, -ограничения унификации.
3	Анализ напряженного состояния Расчет напряженного состояния: -вычисление и анализ расчетных напряжений -для каждого элемента конструкции -при каждом нагружении.
4	Вычисление градиентов расчетных перемещений. Определение перемещений: -линеаризация уравнений состояния и -вычисление градиентов расчетных перемещений.
5	Точный и приближенный способы вычисления градиентов расчетных напряжений. Сравнение различных способов вычисления: -точный способ вычисления градиентов расчетных напряжений, -приближенный способ вычисления градиентов расчетных напряжений.
6	Анализ и классификация ограничений Анализ и классификация ограничений: -активные, -пассивные и нарушенные ограничения, -классификация по невязкам и коэффициентам активности
7	Определение корректирующих приращений переменных проектирования Определение корректирующих приращений переменных проектирования: -матрица нарушенных ограничений, -стандартная, -лучевая и -специальная корректировки.
8	Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования: -матрица пассивных ограничений, -определение длины шага спуска.
9	Определение оптимизирующего направления изменения переменных проектирования Определение оптимизирующего направления изменения переменных проектирования: -матрица активных ограничений, -особенности вычисления множителей Лагранжа, -определение направления спуска.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Струченков В.И. Методы оптимизации трасс в САПР линейных сооружений / В.И. Струченков. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. - 272 с. - ISBN 978-5-91359-139-5. - URL: <a href="https://ibooks.ru/bookshelf/344925/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/344925/reading</a> . - Текст: электронный.	<a href="https://ibooks.ru/bookshelf/344925/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/344925/reading</a> . - Текст: электронный
2	Терехов М.В. Модели и методы анализа проектных решений. Практикум / М.В. Терехов, Л.Б. Филиппова, А.А. Мартыненко, В.А. Шкаберин, Е.Э. Аверченкова, А.А. Тищенко. - Москва : Флинта, 2018. - 147 с. - ISBN 978-5-9765-4023-1. - URL: <a href="https://ibooks.ru/bookshelf/359433/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/359433/reading</a> . - Текст: электронный.	<a href="https://ibooks.ru/bookshelf/359433/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/359433/reading</a> . - Текст: электронный.
3	Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/536292">https://urait.ru/bcode/536292</a>	<a href="https://urait.ru/bcode/536292">https://urait.ru/bcode/536292</a>

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:

Экзамен в 7 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»

О.В. Смирнова

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой САП

И.В. Нестеров

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова