

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИПСС

 Т.В. Шепитько

26 мая 2020 г.

Кафедра «Системы автоматизированного проектирования»

Автор Тарарушкин Юрий Фёдорович, к.т.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация в САПР

Направление подготовки:	09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
Профиль:	Системы автоматизированного проектирования
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2020

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 5 25 мая 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии  М.Ф. Гуськова	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 10 15 мая 2020 г. Заведующий кафедрой  И.В. Нестеров
--	---

Рабочая программа учебной 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: 15.05.2020

Москва 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Изучив дисциплину, студент должен знать:

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

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

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Оптимизация в САПР" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

2.2. Наименование последующих дисциплин

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКР-4 Способность выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы.	ПКР-4.1 Знать Языки программирования и работы с базами данных; инструменты и методы проектирования и дизайна ИС; инструменты и методы верификации структуры программного кода; возможности ИС; предметную область автоматизации; основы современных систем управления базами данных; теорию баз данных; основы программирования; современные объектно-ориентированные языки программирования; современные структурные языки программирования; языки современных бизнес-приложений; современные методики тестирования разрабатываемых ИС; инструменты и методы модульного тестирования, инструменты и методы тестирования нефункциональных и функциональных характеристик ИС; источники информации, необходимой для профессиональной деятельности; современный отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности; основы бухгалтерского учета и отчетности организаций; основы налогового законодательства Российской Федерации; основы управленческого учета; основы международных стандартов финансовой отчетности (МСФО); основы управления торговлей, поставками и запасами; основы организации производства; основы управления персоналом, включая вопросы оплаты труда; основы финансового учета и бюджетирования; основы управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); современные инструменты и методы управления организацией, в том числе методы планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; методологию ведения документооборота в организациях; инструменты и методы определения финансовых и производственных показателей деятельности организаций. ПКР-4.2 Уметь разрабатывать структуру баз данных; кодировать на языках программирования; верифицировать структуру программного кода.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетные единицы (144 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 8
Контактная работа	56	56,15
Аудиторные занятия (всего):	56	56
В том числе:		
лекции (Л)	24	24
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	32	32
Самостоятельная работа (всего)	88	88
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1), ТК	КП (1), ТК
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Диф.зачёт	Диф.зачёт

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	Раздел 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	7	5			60	72	
2	8	Тема 1.1 Вариантно-оптимальное проектирование (переменные проектирования и состояния, параметры конструкции, зависимые переменные проектирования, целевая функция).	2	1			2	5	
3	8	Тема 1.2 Исходные данные для расчета и оптимизации (координаты, топология, крепления, нагрузки, типы материалов, сечений и площадей, ограничения унификации).	2	1			6	9	
4	8	Тема 1.3 Анализ напряженного состояния (вычисление и анализ расчетных напряжений для каждого элемента конструкции при каждом нагружении).	1	1			12	14	ТК
5	8	Тема 1.4 Линеаризация уравнений состояния и вычисление градиентов расчетных перемещений.	1	1			12	14	
6	8	Тема 1.5 Точный и приближенный способы вычисления градиентов расчетных напряжений.	1	1			12	14	
7	8	Раздел 2 Теория и	17	27			28	72	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		практическая реализация оптимизации конструкций							
8	8	Тема 2.1 Анализ и классификация ограничений (активные, пассивные и нарушенные ограничения, классификация по невязкам и коэффициентам активности)	1	1			12	14	КП
9	8	Тема 2.1 Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования (матрица пассивных ограничений, определение длины шага спуска).	2	2			11	15	
10	8	Тема 2.1 Определение корректирующих приращений переменных проектирования (матрица нарушенных ограничений, стандартная, лучевая и специальная корректировки).	1	4				5	
11	8	Тема 2.2 Определение оптимизирующего направления изменения переменных проектирования (матрица активных ограничений, особенности вычисления множителей Лагранжа, определение направления спуска).	13	20				33	
12	8	Раздел 3 Дифференцированный зачет						0	Диф.зачёт

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13		Всего:	24	32			88	144	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 32 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Вариантно-оптимальное проектирование (переменные проектирования и состояния, параметры конструкции, зависимые переменные проектирования, целевая функция).	1
2	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Исходные данные для расчета и оптимизации (координаты, топология, прикрепления, нагрузки, типы материалов, сечений и площадей, ограничения унификации).	1
3	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Анализ напряженного состояния (вычисление и анализ расчетных напряжений для каждого элемента конструкции при каждом нагружении).	1
4	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Линеаризация уравнений состояния и вычисление градиентов расчетных перемещений.	1
5	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Точный и приближенный способы вычисления градиентов расчетных напряжений.	1
6	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Анализ и классификация ограничений (активные, пассивные и нарушенные ограничения, классификация по невязкам и коэффициентам активности)	1
7	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Определение корректирующих приращений переменных проектирования (матрица нарушенных ограничений, стандартная, лучевая и специальная корректировки).	4
8	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования (матрица пассивных ограничений, определение длины шага спуска).	2
9	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Определение оптимизирующего направления изменения переменных проектирования (матрица активных ограничений, особенности вычисления множителей Лагранжа, определение направления спуска).	20
ВСЕГО:				32/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В качестве основной формы проведения практических занятий по учебной дисциплине рекомендуется индивидуальное выполнение лабораторных работ, а также обсуждение докладов, подготовленных студентами в ходе самостоятельной работы.

Во вводной части занятия необходимо проверить наличие студентов и их готовность к лабораторному занятию, объявить тему, цели и учебные вопросы занятия. Далее следует разобрать пример задания, а затем выдать задания для самостоятельного решения.

В конце занятия рекомендуется объявить тему для самостоятельной работы и выдать задания для самостоятельного решения дома.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Вариантно-оптимальное проектирование (переменные проектирования и состояния, параметры конструкции, зависящие от переменных проектирования, целевая функция).	2
2	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Исходные данные для расчета и оптимизации (координаты, топология, крепления, нагрузки, типы материалов, сечений и площадей, ограничения унификации).	6
3	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Анализ напряженного состояния (вычисление и анализ расчетных напряжений для каждого элемента конструкции при каждом нагружении).	12
4	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Линеаризация уравнений состояния и вычисление градиентов расчетных перемещений.	12
5	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Точный и приближенный способы вычисления градиентов расчетных напряжений.	12
6	8	РАЗДЕЛ 1 Постановка задач оптимизации несущих конструкций	Вариантно-оптимальное проектирование, параметры конструкции, зависящие от переменных проектирования, целевая функция	16
7	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Анализ и классификация ограничений (активные, пассивные и нарушенные ограничения, классификация по невязкам и коэффициентам активности)	12
8	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Определение оптимизирующих приращений переменных проектирования (матрица пассивных ограничений, определение длины шага спуска).	11
9	8	РАЗДЕЛ 2 Теория и практическая реализация оптимизации конструкций	Метод градиентного спуска	5
ВСЕГО:				88

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Методы оптимизации	Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М.	М.: Наука, , 1978	Все разделы
2	Весовая оптимизация конструкций	Сост.: Ю.Ф. Тарарушкин, А.С. Братусь; МИИТ. Каф. "САПР транспортных конструкций и сооружений"	МИИТ, 1994 НТБ (уч.1)	Все разделы
3	Оптимизация в САПР	Ю.Ф. Тарарушкин; МИИТ. Каф. "САПР транспортных конструкций и сооружений"	МИИТ, 1994 НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Использование программы Variant для оптимизации конструкций	Ю.Ф. Тарарушкин	МИИТ, 2007	Все разделы
5	Оптимизация упругих систем	Малков В.П. , Угодчиков А.Г.	М.: Наука, 1981	Все разделы
6	Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции	Э. Хог, Я. Арора	М.: Мир, 1985	Все разделы
7	Строительная механика	А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников	Высшая школа, 1986 НТБ (уч.1); НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)	Все разделы

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<http://www.academiaxxi.ru/> - интернет-сообщество Academia XXI для обмена идеями и методами, относящимися к образованию, науке и инженерному творчеству.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения занятий необходимо, чтобы на компьютере было установлено следующее программное обеспечение: MS Visual Studio C++.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения занятий необходима аудитория, оснащенная компьютером и проектором для проведения лекций и компьютерный класс.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучения по освоению дисциплины представлены в методических указаниях и учебном пособии, разработанном на кафедре.