

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета информационных
технологий и компьютерной безопасности
П.Ю. Гусев
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Оптимизация в САПР»

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль Системы автоматизированного проектирования

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы Собенина О.В. /Собенина О.В./

Заведующий кафедрой
Компьютерных
интеллектуальных
технологий проектирования Чижов М.И. /Чижов М.И./

Руководитель ОПОП Бредихин А.В. /Бредихин А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины изучение методов постановки и решения задач параметрической оптимизации в САПР.

1.2. Задачи освоения дисциплины изучение постановок, методов и алгоритмов решения оптимизационных задач в САПР с применением прикладных программ, приобретение навыков программной реализации алгоритмов решения оптимизационных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптимизация в САПР» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Оптимизация в САПР» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3- Способен применять методы моделирования в профессиональной деятельности;

ПК-6- Способен разрабатывать и использовать техническую документацию в соответствии со спецификой образовательной программы.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать: - основные классы задач оптимизации, особенности их использования в САПР; - правила построения математических моделей задач оптимизации; - основные методы оптимизации, области их применения в САПР, их сравнительный анализ.
	Уметь: - строить математические модели для оптимизационных задач САПР; - идентифицировать оптимизационные задачи САПР и выбирать методы их решения.
	Владеть: приемами построения и типизации математических моделей для оптимизационных задач.
ПК-6	Знать основные методы оптимизации, области их применения в САПР, их сравнительный анализ.

	Уметь составлять алгоритмы для решения экстремальных задач различных типов с использованием пакетов прикладных программ и языков программирования.
	Владеть навыками использования стандартного программного обеспечения и математических пакетов прикладных программ для решения оптимизационных задач САПР.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Оптимизация в САПР» составляет 5з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	54	54
Самостоятельная работа	54	54
Расчетно-графическая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа	153	153
Расчетно-графическая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Оптимизация в САПР, этапы проектирования и инженерные задачи принятия решений	<p>Математическое обеспечение синтеза проектных решений. Место процедур синтеза в проектировании. Связь иерархических уровней проектирования и задач оптимизации в САПР. Постановка задач параметрического синтеза. Структурная и параметрическая оптимизация. Управляемые параметры инженерных задач.</p> <p>Постановка базовой задачи оптимизации. Особенности постановки задач при внешнем и внутреннем проектировании. Инженерные задачи оптимизации. Обзор методов оптимизации.</p>	6	8	10	24
2	Линейная оптимизация в САПР	<p>Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Каноническая запись ЗЛП. Свойства задач линейного программирования. Графический способ решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Двойственная задача линейного программирования.</p> <p>Прикладные задачи линейного программирования в САПР.</p>	8	8	10	26
3	Дискретная оптимизация в САПР	<p>Задачи целочисленного линейного программирования.</p> <p>Методы отсечений. Метод Гомори решения задач линейного целочисленного программирования.</p> <p>Метод ветвей и границ для решения задачи целочисленного линейного программирования. Задача о назначениях. Квадратичная задача о назначениях. Задача коммивояжера.</p> <p>Прикладные задачи дискретной оптимизации в САПР.</p>	8	12	10	30
4	Многокритериальная оптимизация в САПР	<p>Многокритериальная оптимизация. Математическая постановка. Множество Парето. Способы сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. Обзор методов решения многокритериальных задач. Метод уступок для решения задач многокритериальной оптимизации.</p> <p>Преимущества и недостатки метода уступок. Метод минимизации уступок. Природа многокритериальности в задачах автоматизированного проектирования.</p> <p>Причины, которые приводят к необходимости постановки многокритериальных задач в САПР. Оптимизация параметров объекта проектирования, работающего в</p>	6	8	16	30

		различных режимах функционирования.				
5	Нелинейная оптимизация САПР	<p>Постановка задач и обзор методов решения. Методы одномерной оптимизации. Прикладные задачи одномерного поиска в САПР.</p> <p>Методы безусловной оптимизации (методы Розенброка, конфигураций (Хука-Дживса), деформируемого многогранника (Нелдера-Мида), случайного поиска, наискорейшего спуска, метод Ньютона).</p> <p>Прикладные задачи безусловной оптимизации в САПР.</p> <p>Методы поиска условных экстремумов (метод множителей Лагранжа, методы штрафных функция, методы проекции градиента). Теорема Куна-Таккера о седловой точке.</p> <p>Градиентные методы.</p> <p>Методы решения задач выпуклого линейного программирования. Прикладные задачи выпуклого программирования в САПР.</p>	8	18	8	34
Итого			36	54	54	144

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Оптимизация в САПР, этапы проектирования и инженерные задачи принятия решений	<p>Математическое обеспечение синтеза проектных решений. Место процедур синтеза в проектировании. Связь иерархических уровней проектирования и задач оптимизации в САПР. Постановка задач параметрического синтеза. Структурная и параметрическая оптимизация. Управляемые параметры инженерных задач.</p> <p>Постановка базовой задачи оптимизации. Особенности постановки задач при внешнем и внутреннем проектировании. Инженерные задачи оптимизации. Обзор методов оптимизации.</p>	2	-	25	27
2	Линейная оптимизация в САПР	<p>Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Каноническая запись ЗЛП. Свойства задач линейного программирования. Графический способ решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Двойственная задача линейного программирования.</p> <p>Прикладные задачи линейного программирования в САПР.</p>	2	4	30	36
3	Дискретная оптимизация САПР	<p>Задачи целочисленного линейного программирования.</p> <p>Методы отсечений. Метод Гомори решения задач линейного целочисленного программирования.</p> <p>Метод ветвей и границ для решения задачи целочисленного линейного программирования. Задача о назначениях. Квадратичная задача о назначениях.</p> <p>Задача коммивояжера.</p>	-	4	32	36

		Прикладные задачи дискретной оптимизации в САПР.				
4	Многокритериальная оптимизация в САПР	Многокритериальная оптимизация. Математическая постановка. Множество Парето. Способы сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. Обзор методов решения многокритериальных задач. Метод уступок для решения задач многокритериальной оптимизации. Преимущества и недостатки метода уступок. Метод минимизации уступок. Природа многокритериальности в задачах автоматизированного проектирования. Причины, которые приводят к необходимости постановки многокритериальных задач в САПР. Оптимизация параметров объекта проектирования, работающего в различных режимах функционирования.	2	4	30	36
5	Нелинейная оптимизация в САПР	Постановка задач и обзор методов решения. Методы одномерной оптимизации. Прикладные задачи одномерного поиска в САПР. Методы безусловной оптимизации (методы Розенброка, конфигураций (Хука-Дживса), деформируемого многогранника (Нелдера-Мида), случайного поиска, наискорейшего спуска, метод Ньютона). Прикладные задачи безусловной оптимизации в САПР. Методы поиска условных экстремумов (метод множителей Лагранжа, методы штрафных функция, методы проекции градиента). Теорема Куна-Таккера о седловой точке. Градиентные методы. Методы решения задач выпуклого линейного программирования. Прикладные задачи выпуклого программирования в САПР.	-	-	36	36
Итого			6	12	153	171

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Построение математических моделей для линейных оптимизационных задач САПР.
2. Постановка задачи выбора количественного состава оборудования как ЗЛП.
3. Решение задач линейного программирования графическим методом. Анализ полученного решения на устойчивость.
4. Исследование возможностей пакетов прикладных программ для решения задач линейного программирования.
5. Моделирование и решение задач целочисленного программирования в САПР с помощью пакетов прикладных программ.
6. Решение задачи о назначениях в Excel.
7. Моделирование и решение задачи раскроя в Excel.
8. Решение многокритериальных задач линейного программирования с помощью Excel.

9. Исследование возможностей пакетов прикладных программ для решения задач нелинейного программирования.
10. Методы одномерной оптимизации.
11. Методы многомерной оптимизации.
12. Оптимизация геометрии в NX.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение расчетно-графической работы. Примерный вариант расчетно-графической работы.

Задание 1. Определить количественный состав оборудования с помощью уравнений баланса для системы со следующими технологическими характеристиками.

Технологический участок с полезной площадью $S_0 = 120$ и стоимостью, выделенной на оборудование $P_0 = 170$. На участке намечен выпуск продукции трех модификаций ($L = 3$), и всего на участке пять различных групп оборудования ($N=5$). Технологические маршруты заданы следующими матрицами

$$C_{ij}^1 = \begin{vmatrix} 00100 \\ 00100 \\ 00010 \\ 00000 \\ 00010 \end{vmatrix}, \quad C_{ij}^2 = \begin{vmatrix} 00100 \\ 00000 \\ 00010 \\ 00000 \\ 00010 \end{vmatrix}, \quad C_{ij}^3 = \begin{vmatrix} 00010 \\ 00010 \\ 00000 \\ 00001 \\ 00000 \end{vmatrix}$$

Пусть производительности будут равны $\Gamma_1 = \Gamma_2 = \Gamma_3 = 10$.

В соответствии с матрицам C_{ij}^l заданы матрицы производительности каждой группы оборудования γ_{ij}^l

$$\gamma_{ij}^1 = \begin{vmatrix} 00200 \\ 00300 \\ 00010 \\ 00000 \\ 00020 \end{vmatrix}, \quad \gamma_{ij}^2 = \begin{vmatrix} 00200 \\ 00000 \\ 00010 \\ 00000 \\ 00030 \end{vmatrix}, \quad \gamma_{ij}^3 = \begin{vmatrix} 00010 \\ 00020 \\ 00000 \\ 00002 \\ 00000 \end{vmatrix}$$

Время обработки для каждой группы оборудования заданы следующей таблицей

l	T_1^l	T_2^l	T_3^l	T_4^l	T_5^l
1	1,0	1,5	3,0	1,6	1,0
2	1,2	1,3	2,0	1,6	1,0
3	1,3	1,2	3,0	1,2	2,0

Площади и стоимости станков каждой группы заданы следующей таблицей.

N	1	2	3	4
S	1,0	2,0	1,5	2,0
P	1,0	1,5	2,0	1,0

Задание 2. Построить математическую модель задачи

Поставим задачу выбора количественного состава технологического оборудования с учетом разбаланса между группами и времени переналадки оборудования.

Задание 3. Решить задачу о назначениях венгерским методом.

Цеху металлообработки нужно выполнить срочный заказ на производство деталей. Каждая деталь обрабатывается на 4-х станках C_1 , C_2 , C_3 и C_4 . На каждом станке может работать любой из четырех рабочих А, В, С и D. Однако, каждый из них имеет на каждом станке различный процент брака. Из документации ОТК имеются данные о проценте брака каждого рабочего на каждом станке, которые представлены в таблице. Необходимо так распределить рабочих по станкам, чтобы суммарный процент брака, который равен сумме процентов брака всех 4-х рабочих, был минимален. Чему равен этот процент?

Рабочие	Станки			
	C_1	C_2	C_3	C_4
А	1,3	1,9	1,2	1,7
В	1,8	2,2	2,0	1,8
С	1,5	2,0	2,2	2,3
D	2,0	2,4	2,4	1,8

Задание 4. Решить задачу нелинейного программирования методом наискорейшего спуска. Решение проверить графически и в Mathcad.

$$3x_1 - 2x_2 - 0.5x_1^2 - x_2 + x_1x_2 \rightarrow \max$$

$$2x_1 + x_2 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 \leq 2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Задание 5. Найти оптимальное решение для многокритериальной задачи:

$$Z_1 = x_1 + 8x_2 - 5x_3 \rightarrow \min,$$

$$Z_2 = 4x_1 - 5x_2 + 9x_3 \rightarrow \min,$$

$$Z_3 = -8x_1 - 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 12, \\ 2x_1 - x_2 + 5x_3 \leq 25, \\ 2x_1 + 5x_2 \leq 14, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$$

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«неаттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Неаттестован
ПК-6	Знать основные методы оптимизации, области их применения в САПР, их сравнительный анализ.	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь составлять алгоритмы для решения экстремальных задач различных типов с использованием пакетов прикладных программ и языков программирования.	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками использования стандартного программного обеспечения и математических пакетов прикладных программ для решения оптимизационных задач САПР.	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать: - основные классы задач оптимизации, особенности их использования в САПР; - правила построения математических моделей задач оптимизации; - основные методы оптимизации, области их применения в САПР, их сравнительный анализ.	Расчетно-графическая работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: - строить математические	Расчетно-графическая работа	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

<p>модели для оптимизационных задач САПР;</p> <p>- идентифицировать оптимизационные задачи САПР и выбирать методы их решения.</p>		предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
<p>Владеть:</p> <p>- приемами построения и типизации математических моделей для оптимизационных задач;</p> <p>- навыками использования стандартного программного обеспечения и математических пакетов прикладных программ для решения оптимизационных задач САПР.</p>	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по четырех балльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии и оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-6	Знать основные методы оптимизации, области их применения в САПР, их сравнительный анализ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь составлять алгоритмы для решения экстремальных задач различных типов с использованием пакетов прикладных программ и языков программирования.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками использования стандартного программного обеспечения и математических пакетов прикладных программ для решения оптимизационных задач САПР.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать: - основные классы задач оптимизации, особенности их использования в САПР;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

<p>- правила построения математических моделей задач оптимизации;</p> <p>- основные методы оптимизации, области их применения в САПР, их сравнительный анализ.</p>					
<p>Уметь:</p> <p>- строить математические модели для оптимизационных задач САПР;</p> <p>- идентифицировать оптимизационные задачи САПР и выбирать методы их решения.</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>
<p>Владеть:</p> <p>- приемами построения и типизации математических моделей для оптимизационных задач;</p> <p>- навыками использования стандартного программного обеспечения и математических пакетов прикладных программ для решения оптимизационных задач САПР.</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Один из алгоритмов нахождения решения задачи целочисленного программирования группы методов отсекающих плоскостей называется

1. Алгоритм двойственного симплекс-метода
2. Алгоритм метода ветвей и границ
3. Алгоритм метода Гомори
4. Алгоритм симплекс-метода

2. Алгоритм последовательного улучшения плана, позволяющий осуществлять переход от одного допустимого базисного решения к другому таким образом, что значение целевой функции непрерывно возрастают (убывают) и за конечное число шагов находится оптимальное решение называется

1. Алгоритм двойственного симплекс-метода
2. Алгоритм метода ветвей и границ
3. Алгоритм метода Гомори

4. Алгоритм симплекс-метода

3. В САПР основными методами оптимизации являются –...

1. Программные методы.
2. Векторные методы.
3. **Поисковые методы.**
4. Правильного ответа нет.

4. Критерий оптимальности решения задачи линейного программирования при отыскании максимума линейной функции с выражением линейной функции через неосновные переменные ..., то решение задачи оптимально.

1. Отсутствуют отрицательные коэффициенты при неосновных переменных
2. Отсутствуют положительные коэффициенты при основных переменных
3. **Отсутствуют положительные коэффициенты при неосновных переменных**
4. Присутствуют положительные коэффициенты при основных переменных.

5. Алгоритм перехода к новому опорному плану транспортной задачи, дающему меньшее значение функции потерь, до обнаружения оптимального плана называется

1. Алгоритм двойственного симплекс-метода
2. **Алгоритм улучшения плана транспортной задачи**
3. Алгоритм метода Гомори
4. Алгоритм симплекс-метода

6. Область, в пределах которой выполняются все условия реализуемости называется ...

1. Областью САПР.
2. Областью Парето.
3. **Областью работоспособности.**
4. Все ответы правильные.

7. Множество точек пространства выходных параметров, из которых невозможно перемещения, приводит к улучшению всех выходных параметров называют ...

1. Областью САПР.
2. Областью работоспособности.
3. **Областью Парето.**
4. Другое.

8. Множество, которое вместе с двумя принадлежащими ему точками обязательно содержит отрезок, соединяющий эти точки, это

1. Выпуклая комбинация точек
2. Выпуклая оболочка
3. **Выпуклое множество**

4. Выпуклое программирование

9. Интерпретация зависимостей, имеющих место в задаче линейного программирования в виде геометрических фигур (точек, прямых, полуплоскостей, многоугольников) в декартовой системе координат называется

1. Аналитическая интерпретация задачи линейного программирования
2. **Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования**
3. Опорный план
4. Правильного ответа нет

10. Раздел математического программирования, занимающийся задачами наиболее плотного расположения объектов в заданной двумерной или трехмерной области называется

1. **Геометрическое программирование**
2. Выпуклое программирование
3. Булево программирование
4. Динамическое программирование

11. Раздел математического программирования, в котором на экстремальные задачи налагается условие дискретности переменных при конечной области допустимых значений это

1. Выпуклое программирование
2. Булево программирование
3. Динамическое программирование
4. **Дискретное программирование**

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Задача определения оптимальной очередности разработки встает перед проектировщиками на этапе:

1. Начального проектирования.
2. **Проектирования после составления титульного списка задач, подлежащих автоматизации.**
3. Организации деятельности транспортных предприятий.

2. В какой системе заявка, застав все обслуживающие каналы занятыми, становится в очередь и дожидается до тех пор, пока один из обслуживающих каналов не освободится:

- 1) система с отказами;
- 2) система смешанного типа;
- 3) **система с неограниченным временем ожидания;**
- 4) система самоопределения?

3. В какой системе заявка, застав все обслуживающие каналы занятыми,

покидает систему:

- 1) **система с отказами;**
 - 2) система смешанного типа;
 - 3) система с неограниченным временем ожидания;
 - 4) система самоопределения?
4. Характеристика обслуживающего канала, которая определяет его пропускную способность, называется:
- 1) **время обслуживания;**
 - 2) длительность интервала;
 - 3) число реализаций событий;
 - 4) число выполненных операций.

5. Какой метод применяется для решения уравнений или систем уравнений в случаях, когда искомые параметры не могут быть выражены в явном виде:

- 1) трапеций;
- 2) прямоугольников;
- 3) **последовательных приближений;**
- 4) поиска оптимального значения функции?

6. Численный метод, в котором производится последовательное уточнение первоначального грубого приближения, называется:

- 1) **метод итераций;**
- 2) метод интерпретаций;
- 3) метод приближения;
- 4) последовательный метод.

7. Какой метод не относится к методу поиска оптимального значения функции:

- 1) метод деления отрезка пополам;
- 2) метод золотого сечения;
- 3) метод прямого поиска;
- 4) **метод последовательных приближений?**

8. Применение минимаксного критерия бывает оправдано в ситуациях, которые характеризуются следующими обстоятельствами:

- 1) **решение реализуется лишь один раз;**
- 2) вводится критерий для оценки выбираемого варианта;
- 3) минимаксный критерий использует оценочную функцию;
- 4) о возможности появления внешних состояний ничего не известно.

9. В задачах линейного программирования решаемых симплекс-методом искомые переменные должны быть

1. неотрицательными
2. положительными
3. свободными от ограничений

4. любыми

10. Критерием остановки вычислений в алгоритме поиска оптимального решения методами одномерной оптимизации является условие

1. Отношение длины текущего интервала неопределенности к длине первоначального интервала меньше заданной величины ϵ .
2. Значение целевой функции (ЦФ), вычисленное в текущей точке, меньше значения ЦФ, вычисленного в последующей точке.
3. Отношение длины текущего интервала неопределенности к длине первоначального интервала больше заданной величины ϵ .
4. Значение ЦФ, вычисленное в текущей точке, меньше значения ЦФ, вычисленного в предыдущей точке

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 Цех выпускает три вида деталей – А, В, С. Каждая деталь обрабатывается тремя станками. Организация производства в цехе характеризуется следующей таблицей:

Станок	Длительность обработки детали, мин.			Фонд времени, час
	А	В	С	
1	12	10	9	220
2	15	18	20	400
3	6	4	4	100
Отпускная цена на одну деталь	30	32	30	

Составить план загрузки станков, обеспечивающий цеху получение максимальной прибыли.

2 На заводе выпускаются изделия четырех типов. От реализации 1 ед. каждого изделия завод получает прибыль соответственно 2, 1, 3 и 5 ед. На изготовление изделий расходуются ресурсы трех типов: энергия, материалы, труд. Данные о технологическом процессе приведены в таблице:

Ресурсы	Затраты ресурсов на единицу изделия				Запасы ресурсов,
	1	2	3	4	
Энергия	2	3	1	2	30
Материалы	4	2	1	2	40
Труд	1	2	3	1	25

Спланируйте производство деталей так, чтобы прибыль от их реализации была наибольшей.

3 Рассматривается пять проектов, которые могут быть осуществлены в течение последующих трех лет. Ожидаемые величины прибыли от реализации каждого из проектов и распределение необходимых капиталовложений по годам (в тыс. руб.) приводятся в таблице.

Проект	Распределение капиталовложений			Прибыль
	год 1	год 2	год 3	
1	5	1	8	20
2	4	7	10	40
3	3	9	2	20
4	7	4	1	15

	5	8	6	10	30
Максимальный объем капиталовложений		25	25	25	

Требуется выбрать совокупность проектов, которой соответствует максимум суммарной прибыли.

4 Известен рыночный спрос на определенное изделие в количестве 180 штук. Это изделие может быть изготовлено двумя предприятиями по различным технологиям. При производстве x_1 первым предприятием его затраты составят $(4x_1 + x_1^2)$ руб., а при изготовлении x_2 изделий вторым предприятием они составят $(8x_2 + x_2^2)$ руб. Определить сколько изделий, изготовленных по каждой технологии, может предложить концерн, чтобы общие издержки его производства были минимальными.

5 Имеется в наличие $b=5$ единиц одного ресурса, который в начале планового периода необходимо распределить между тремя предприятиями. Известны a_k - количество единиц ресурса, идущего на изготовление единицы продукции k -м предприятием ($k=1,2,3$), $a_1 = 2$, $a_2 = a_3 = 1$ и $g_k(y_k)$ - доход от выпуска y_k единиц k -м предприятием. $g_1(y_1) = 1,4y_1 - 0,2y_1^2$, $g_2(y_2) = 2y_2$, $g_3(y_3) = 2y_3 - 0,3y_3^2$. Требуется распределить имеющийся ресурс между предприятиями так, чтобы в конце планового периода получить максимальный доход.

6 Имеется три механизма А, В, С, каждый из которых может быть использован на каждом из трех видов работ P1, P2, P3 с производительностью (в условных единицах), представленной в таблице.

	P1	P2	P3
A	3	5	4
B	4	4	6
C	6	2	7

Требуется так распределить механизмы по одному на каждую из работ, чтобы суммарная производительность всех механизмов была максимальной

7 Цеху металлообработки нужно выполнить срочный заказ на производство деталей. Каждая деталь обрабатывается на 4-х станках C_1 , C_2 , C_3 и C_4 . На каждом станке может работать любой из четырех рабочих А, В, С и D. Однако, каждый из них имеет на каждом станке различный процент брака. Из документации ОТК имеются данные о проценте брака каждого рабочего на каждом станке, которые представлены в таблице. Необходимо так распределить рабочих по станкам, чтобы суммарный процент брака, который равен сумме процентов брака всех 4-х рабочих, был минимален. Чему равен этот процент?

Рабочие	Станки			
	C_1	C_2	C_3	C_4
A	1,3	1,9	1,2	1,7
B	1,8	2,2	2,0	1,8
C	1,5	2,0	2,2	2,3
D	2,0	2,4	2,4	1,8

8 Предприятие может выпускать 3 вида изделий (П1, П2 и П3). В таблице приведены данные о производственных мощностях, имеющихся на предприятии (в штуках изделий).

	П1	П2	П3
Штамповка	20000	30000	12000
Отделка	30000	10000	10000
Сборка	20000	12000	8000
Объем выпуска	X_1	X_2	X_3
Удельная прибыль (на одно изделие)	15	12	14

При этом штамповка и отделка проводятся на одном и том же оборудовании. Оно позволяет штамповать за заданное время или 20000 изделий П1, либо 30000 изделий П2, либо 12000 изделий П3, либо и то, и другое, не в меньшем количестве. А вот сборка проводится на отдельных участках.

9 Решить задачу линейного программирования симплекс-методом.

$$f(X) = 4x_1 + 6x_2 \rightarrow \max;$$

$$3x_1 + 4x_2 \leq 16;$$

$$3x_1 + 3x_2 \leq 12;$$

$$x_1 - x_2 \leq 2;$$

$$x_2 \leq 2;$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

10 В таблице представлено количество изделий А и В, которое может быть изготовлено из единицы сырья одним из технологических способов. Определить минимальное количество сырья, позволяющее изготовить 574 изделий А и 328 изделий В и используемые при этом технологические способы.

Изделия	Выход изделий на единицу сырья			
	1 способ	2 способ	3 способ	4 способ
А	2	1	7	4
В	6	12	2	3

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации.
2. Оптимизационные модели. Структурная и параметрическая оптимизация. Особенности постановки задач при внешнем и внутреннем проектировании.
3. Постановка задач параметрического синтеза.
4. Место процедур синтеза в проектировании. Управляемые параметры инженерных задач.
5. Формализация технико-эксплуатационных требований, предъявляемых к объекту проектирования.
6. Характер оптимизационных задач на различных этапах проектирования.
7. Классификация методов математического программирования.
8. Характеристики алгоритмов оптимизации (сходимость, точность, чувствительность к изменению параметра сходимости).
9. Постановка задачи линейного программирования. Графический метод

- решения.
10. Анализ моделей задач линейного программирования на чувствительность.
 11. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
 12. Двойственная задача линейного программирования. Теоремы двойственности.
 13. Постановка задачи оптимизации режимов резания.
 14. Оптимальное проектирование технологических процессов по экономическим показателям с учетом технико-эксплуатационных характеристик
 15. Назначение системы допусков на управляемые переменные объекта проектирования
 16. Задачи целочисленного линейного программирования. Обзор методов решения.
 17. Методы отсечений. Метод Гомори.
 18. Метод ветвей и границ для решения задачи целочисленного линейного программирования.
 19. Задача о назначениях. Венгерский метод.
 20. Квадратичная задача о назначениях. Обзор методов решения квадратичной задачи о назначениях.
 21. Постановка задачи оптимизации расстановки оборудования на участке ГПС.
 22. Задача коммивояжера. Обзор методов решения задачи коммивояжера.
 23. Задача определения оптимальной последовательности выпуска изделий.
 24. Многокритериальная оптимизация. Обзор методов решения.
 25. Метод последовательных уступок для решения задач многокритериальной оптимизации.
 26. Метод минимизации уступок для решения задач многокритериальной оптимизации.
 27. Природа многокритериальности в задачах автоматизированного проектирования.
 28. Методы одномерной оптимизации (метод дихотомического деления, золотого сечения, чисел Фибоначчи).
 29. Нелинейное программирование. Постановка задач и обзор методов решения.
 30. Методы безусловной оптимизации (методы Розенброка, конфигураций (Хука-Дживса).
 31. Методы случайного поиска, наискорейшего спуска, метод Ньютона.
 32. Методы поиска условных экстремумов (метод множителей Лагранжа, методы штрафных функция, методы проекции градиента).
 33. Методы спуска. Градиентные методы.
 34. Производная по направлению и градиент.
 35. Выпуклые функции. Свойства выпуклых функций. Критерий Сильвестра.

36. Задача выпуклого нелинейного программирования. Методы решения.
37. Приближенное решение задач выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации.
38. Примеры прикладных задач одномерного поиска в САПР.
39. Примеры прикладных задач безусловной оптимизации в САПР.
40. Примеры прикладных задач выпуклого программирования в САПР.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса и задачу. Оценивается по принятой шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Оценка «отлично» - за правильное выполнение всех заданий билета и правильный ответ на дополнительные вопросы по всей дисциплине.

Оценка «хорошо» - за правильное решение задачи и ответ на теоретические вопросы билета при не ответе на дополнительные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» - за правильное решение задачи и раскрытии одного теоретического вопроса.

Оценка «неудовлетворительно» - если не решена задача.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы(темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Оптимизация в САПР, этапы проектирования и инженерные задачи принятия решений	ПК-3, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
2	Линейная оптимизация в САПР	ПК-3, ПК-6	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных работ
3	Дискретная оптимизация в САПР	ПК-3, ПК-6	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных работ
4	Многокритериальная оптимизация в САПР	ПК-3, ПК-6	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных работ
5	Нелинейная оптимизация в САПР	ПК-3, ПК-6	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется

проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 45 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 45 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Львович Я.Е. Методы и алгоритмы решения задач оптимального проектирования [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Воронеж ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2016.

2. Пантелеев А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пантелеев А.В., Летова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2011.— 424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Розова В.Н. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Розова В.Н., Максимова И.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2010.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11536.html>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Электронный ресурс]/ Струченков В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 315 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8722.html>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Б.А. Есипов. Методы исследования операций : Учеб. пособие / Б. А. Есипов. - М. : Лань / 2010.

6. С.Ю. Белецкая. Технология автоматизированного решения задач оптимизации: Учеб. пособие / С. Ю. Белецкая. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет". 2009.

7. В.В. Быков, В.П. Быков . Исследовательское проектирование в машиностроении. 2011.

8. Ю. В. Литвиненко. Решение оптимизационных задач средствами системы МATHCAD: Учеб. пособие / Ю. В. Литвиненко. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет". 2016.

9. О.В. Собенина 219-2014 Методические указания к практическим

занятиям по дисциплине «Оптимизация в САПР» для студентов направления подготовки бакалавров 230100 «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении») очной и заочной форм обучения.

10. О.В. Собенина. 382-2014 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Оптимизация в САПР» для студентов направления подготовки бакалавров 230100 «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении») очной и заочной форм обучения.

11. О.В. Собенина. 383-2014 Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Оптимизация в САПР» для студентов направления подготовки бакалавров 230100 «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении») очной и заочной форм обучения.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Среда разработки приложений Visual Studio
- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Mathcad

Свободное программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio Community Edition
- OpenOffice
- Qt
- MathCadExpress

Отечественное программное обеспечение:

- Яндекс.Браузер

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Образовательный портал ВГТУ
- <https://docs.microsoft.com/>

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru/>
- <https://wiki.cchgeu.ru>

Современные профессиональные базы данных:

- eLIBRARY.RU
- База ГОСТ docplan.ru

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория, оснащенная ПК, подключенными к локальной сети кафедры, интернет, проектор:

- 215/2 “Лаборатория интеллектуальных систем проектирования”
- 213/2 ”Учебный центр ВГТУ, академия Софтлайн, сетевой академии CISCO”.

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

По дисциплине «Оптимизация в САПР» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

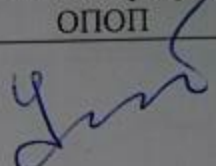
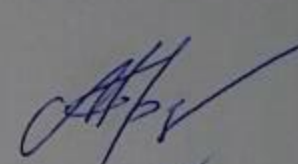
Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, ненашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически,

промежуточной аттестации	в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--------------------------	--

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственного за реализацию программы ОПОП
1	Актуализация на основании Приказов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.11.2020 г. №1456 «о внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования - бакалавриат по направлениям подготовки»	31.08.2021	 
2	Актуализация раздела 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем.	31.08.2022	