СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет ***Математики и информационных технологий***
Кафедра ***Математического моделирования***

Оценочные материалы по дисциплине (модулю)

дисциплина ***Исследование операций и методы оптимальных решений***

Блок Б1, часть, формируемая участниками образовательных отношений, Б1.В.06
цикл дисциплины и его часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

Направление

09.03.03 ***Прикладная информатика***
код наименование направления

Программа

Мобильные и сетевые технологии

Форма обучения

Заочная

Для поступивших на обучение в
2020 г.

Разработчик (составитель)
кандидат химических наук, доцент кафедры математического моделирования
Иремадзе Э. О.
ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2023

1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Формируемая компетенция (с указанием кода)	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Результаты обучения по дисциплине (модулю)**	**Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**				**Вид оценочного средства**
1	**2**	**3**	**4**				**5**
			неуд.	**удовл.**	**хорошо**	**отлично**	
ПК-3. Способен проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	ПК-3.2. Умения	Обучающийся должен: знать основные прикладные процессы и информационное обеспечение решения прикладных задач.	Отсутствует фрагментарное и несистематическое применение методологических принципов, категорий и терминов теории решения оптимизационных задач математическим и средствами к анализу разнообразных фактов.	В целом успешное, но не систематическое применение методологических принципов, категорий и терминов теории решения оптимизационных задач математическим и средствами к анализу разнообразных фактов.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения методологических принципов, категорий и терминов теории решения оптимизационных задач математическим и средствами к анализу разнообразных фактов.	Сформированное умение применять методологические принципы, категории и термины теории решения оптимизационных задач математическим и средствами к анализу разнообразных фактов.	Практические задания для аудиторной работы, контрольные вопросы..
	ПК-3.1. Знания	Обучающийся должен: уметь	Отсутствует фрагментарные	Неполные представления о	Сформированные, но	Сформированные	Тестовые задания.

		проводить описание прикладных процессов.	представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате теории решения оптимизационных задач математическими средствами.	понятийно-категориальном и терминологическом аппарате теории решения оптимизационных задач математическими средствами.	содержащие отдельные пробелы представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате теории решения оптимизационных задач математическими средствами.	систематические представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате теории решения оптимизационных задач математическими средствами.	контрольные вопросы.
	ПК-3.3. Владения	Обучающийся должен: владеть навыками использования информационного обеспечения для решения прикладных задач предприятий или организаций.	Отсутствует фрагментарное и непоследовательное владение основными принципами решения оптимизационных задач моделирования с применением соответствующего программного обеспечения.	В целом успешное, но непоследовательное владение основными принципами решения оптимизационных задач моделирования с применением соответствующего программного обеспечения.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения основными принципами решения оптимизационных задач моделирования с применением соответствующего программного обеспечения	Успешное и последовательное владение основными принципами решения оптимизационных задач моделирования с применением соответствующего программного обеспечения	Лабораторная работа

2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

<u>Раздел (модуль) №1</u>

1) В каком из методов одномерного поиска общее число вычислений функции для заданной точности требуется выбрать заранее
   а) метод половинного деления;
   б) метод Фибоначчи;
   в) метод золотого сечения;
   г) метод локализации оптимума.
2) Сколько чисел Золотого сечения возникает в задаче одномерной оптимизации
   а) одно;
   б) два;
   в) три;
   г) четыре.
3) Числа золотого сечения подвержены закону:
   а) симметричны относительно середины интервала;
   б) находятся в центре интервала;
   в) находятся за пределами интервала;
   г) находятся на концах интервала.
4) Какой из методов относится к методам последовательного сокращения отрезка унимодальности
   а) метод Ньютона
   б) метод квадратичной аппроксимации
   в) метод половинного деления
   г) метод Ньютона-Рафсона
5) Какой из методов относится к методам с использованием производных
   а) метод Ньютона;
   б) метод Фибоначчи;
   в) метод Розенброка;
   г) метод дихотомии.
6) Какой из методов относится к методам первого порядка
   а) метод дихотомии;
   б) метод наискорейшего градиентного спуска;
   в) метод конфигураций;
   г) метод половинного деления.
7) Стратегия выбора точек называется пассивной, если
   а) Все точки задаются до начала вычислений.
   б) Если точки выбираются последовательно с учетом результатов предыдущих вычислений.
   в) Ни одно из определений не верно.
8) Для функции $f(x) = 2x^2 - 12x$ найти значения x_2^c и $f(x_2^c)$ (результаты второй итерации) методом деления отрезка пополам. Начальный интервал неопределенности задан в виде $L_0 = [0,10]$
   а) $x_2^c = 5$ $\quad f(x_2^c) = -10$,

б) $x_2^c = 1{,}25 \quad f(x_2^c) = -11{,}875$,

в) $x_2^c = 2{,}5 \quad f(x_2^c) = -17{,}5$.

9) Для функции $f(x) = 2x^2 - 12x$ найти $L_2[a_1, b_1]$методом дихотомии. Начальный интервал неопределенности задан в виде $L_0 = [0{,}10]$, $\varepsilon = 0{,}2$, $l = 1$

а) $L_2[a_1, b_1] = [0;4{,}9]$.

б) $L_2[a_1, b_1] = [0;5{,}1]$.

в) $L_2[a_1, b_1] = [4{,}9;5{,}1]$.

10) Для точек x_1 и x_2 на отрезке унимодальности $[a_0, b_0]$ функции $f(x)$ выполняется условие $f(x_1) > f(x_2)$. Чему соответствует меньший отрезок $[a_1, b_1]$ с точкой минимума x^*

а) $a_1 = a_0 \le x^* \le x_2 = b_1$.

б) $a_1 = x_1 \le x^* \le b_0 = b_1$.

в) $a_1 = x_1 \le x^* \le x_2 = b_1$.

11) Расставьте методы одномерного поиска в порядке уменьшения числа расчетов целевой функции для определения экстремума с точностью

а) золотого сечения (3)

б) равномерного поиска (1)

в) Фибоначчи (4)

г) половинного деления (2)

12) Укажите правильную последовательность реализации методов сокращения отрезка унимодальности:

а) вычисление значений функции в двух точках внутри отрезка унимодальности; (4)

б) определение нового отрезка; (5)

в) выбор двух точек на начальном отрезке унимодальности; (3)

г) проверка критерия останова алгоритма; (6)

д) выбор начального отрезка унимодальности; (1)

е) задание точности решения. (2)

13) От чего зависит скорость поиска экстремума для одномерных функций

а) вид целевой функции.

б) задание начальной точки.

в) задание точности поиска экстремума.

14) grad $f(X) = 0$ является

а) Необходимым условием экстремума функции.

б) Достаточным условием экстремума функции.

в) Необходимым и достаточным условием экстремум функции.

15) Положительно определенная матрица Гессе соответствует:

а) Выпуклой функции.

б) Вогнутой функции.

в) Строго выпуклой функции.

16) Выделите отрицательно определенную матрицу.

а) $H = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ б) $H = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ в) $H = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

17) Выделите положительно определенную матрицу

а) $H = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ б) $H = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ в) $H = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

18) Выделите матрицу, которая не является ни положительно определенной, ни отрицательно определенной.

а) $H = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ б) $H = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ в) $H = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

19) Если функция строго выпуклая, является ли она выпуклой
   а) Да.
   б) Нет.
   в) Не знаю.

20) Если функция сильно выпуклая, то для нее выполняется условие
   а) $H(x) \geq 0, \ \forall x \in R^n$.
   б) $H(x) > 0, \ \forall x \in R^n$.
   в) $H(x) \geq lE, \ \forall x \in R^n$.

21) Функция называется выпуклой, если

а) Для любых двух точек $x^1, x^2 \in \Omega$ и любого $\lambda \in [0,1]$ выполнено неравенство $f(\lambda x^1 + (1-\lambda)x^2) \leq \lambda f(x^1) + (1-\lambda) f(x^2)$.

б) Для любых двух точек $x^1, x^2 \in \Omega$ и любого $\lambda \in [0,1]$ выполнено неравенство $f(\lambda x^1 + (1-\lambda)x^2) < \lambda f(x^1) + (1-\lambda) f(x^2)$.

в) Для любых двух точек $x^1, x^2 \in \Omega$ и любого $\lambda \in [0,1]$ выполнено неравенство $f(\lambda x^1 + (1-\lambda)x^2) \geq \lambda f(x^1) + (1-\lambda) f(x^2)$.

г) Для любых двух точек $x^1, x^2 \in \Omega$ и любого $\lambda \in (0,1)$ выполнено неравенство $f(\lambda x^1 + (1-\lambda)x^2) \leq \lambda f(x^1) + (1-\lambda) f(x^2)$.

22) Матрица вторых частных производных функции нескольких переменных носит название
   а) положительно определенная.
   б) отрицательно определенная.
   в) Гессе.
   г) Якоби.

23) Какая из ниже перечисленных функций не является выпуклой
   а) $x_1^2 + x_2^2$.
   б) $(x_1 - 2)^2 + x_2^2$.
   в) $x_1^2 + (x_2 - 2)^2$.
   г) $-x_1^2 - x_2^2$.

24) Какая из ниже перечисленных функций является выпуклой
   а) $x_1^2 + x_2^2$.
   б) $-x_1^2 - x_2^2$.
   в) $-x_1^2 + x_2^2$.
   г) $x_1^2 - x_2^2$.

25) Какое из перечисленных множеств не является выпуклым
   а) Круг.
   б) Окружность.
   в) Шар.
   г) Отрезок.

26) Найти безусловный минимум функции $f(x)=4x_1^2+3x_2^2-4x_1x_2+x_1$

а) Точка минимума имеет координаты $(-\frac{3}{16},-\frac{1}{8})$.

б) Точка минимума имеет координаты $(\frac{3}{16},-\frac{1}{8})$.

в) Точка минимума имеет координаты $(-\frac{3}{16},\frac{1}{8})$.

г) Точка минимума имеет координаты $(\frac{3}{16},\frac{1}{8})$.

27) Какими свойствами обладает данная фнукция $f(x)=\frac{x_1^2}{4}+x_2^2$

а) Выпуклая.
б) Вогнутая.
в) Сильно выпуклая.
г) Строго выпуклая.

28) Проверить знакоопределенность матрицы Гессе целевой функции $f(x)=x_1^3+x_2^3-3x_1x_2$ в точке (0,0)

а) неопределенная.
б) положительно определенная.
в) отрицательно определенная.
г) положительно полуопределенная.
д) отрицательно полуопределенная.

29) Ограничение $g_j(x)\le 0$ называется активным в точке x^*, если

а) $g_j(x^*)\le 0$. б) $g_j(x^*)\ge 0$.

в) $g_j(x^*)=0$. г) $g_j(x^*)<0$.

30) Точками экстремума функции $f(x)=x_1^2+x_2^2$ на множестве $X=\{x|x_1+x_2-2=0\}$ являются

а) (1,1) – локальный минимум, максимумов нет.
б) (0,0) – локальный минимум, максимумов нет.
в) (1,1) – локальный максимум, минимумов нет.
г) (1,1) – локальный максимум и (0,0) – локальный минимум.

31) Точками экстремума функции $f(x)=x_1+x_2$ на множестве $X=\{x|x_1^2+x_2^2-2=0\}$ являются

а) (1,1) – локальный максимум.
б) (-1,-1) – локальный минимум.
в) (1,1) - локальный максимум и (-1,-1) – локальный минимум.
г) (1,1) - локальный минимум и (-1,-1) – локальный максимум.

32) Точками экстремума функции $f(x)=x_1^2+x_2^2$ на множестве $X=\{x|x_1+x_2-2\le 0\}$ являются

а) (1,1) –условный локальный минимум, максимумов нет.
б) (0,0) – условный локальный минимум, максимумов нет.
в) (1,1) – условный локальный максимум, минимумов нет.
г) (1,1) – условный локальный максимум и (0,0) – локальный минимум.

33) Точками экстремума функции $f(x) = x_1 + x_2$ на множестве $X = \{x | x_1^2 + x_2^2 - 1 \le 0\}$ являются

а) $(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2})$ – локальный минимум, максимумов нет.

б) $(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2})$ – локальный максимум, $(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2})$ локальный минимум.

в) $(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2})$ – локальный максимум, минимумов нет.

г) локального максимума и минимума нет.

Раздел (модуль) №2

34) Что такое задача линейного программирования?
   а) Составление программ без разветвлений.
   б) Решение систем линейных алгебраических уравнений.
   в) Безусловная минимизация линейных функций.
   г) Минимизация линейных функций при наличии ограничений.

35) Где достигается минимум в задаче линейного программирования?
   а) Внутри допустимого множества решений.
   б) В точке равенства нулю градиента.
   в) В крайней точке множества допустимых решений.
   г) В изолированной точке множества допустимых решений.

36) Как перейти от ограничения в виде неравенства к ограничению в виде равенства?
   а) Изменить знак неравенства на знак равенства.
   б) Ввести дополнительную переменную со знаком, зависящим от типа неравенства.
   в) Изменить знак ограничений на обратный.
   г) Ввести дополнительный множитель, зависящий от типа неравенства.

37) Решением задачи
$$f(x) = -x_1 + x_2 \to \min$$
$$x_1 + x_2 \le 1,$$
$$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$$
является

   а) точка с координатами (0,1).
   б) точка с координатами (0,0).
   в) точка с координатами (-1,0).
   г) точка с координатами (1,0).

38) Решением задачи
$$f(x) = -x_1 + x_2 \to \max$$
$$x_1 + x_2 \le 1,$$
$$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$$
является

   а) точка с координатами (0,1).
   б) точка с координатами (0,0).
   в) точка с координатами (-1,0).
   г) точка с координатами (1,0).

39) Сколько решений имеет задача
$$f(x) = -x_1 - x_2 \to \min$$
$$x_1 \ge 1,\ x_2 \ge 1$$

   а) не имеет решений, так как множество допустимых решений не ограничено.
   б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
   в) точка с координатами (1,1).

г) бесконечное множество решений.

40) Решением задачи
$$\begin{aligned} & f(x) = -x_1 - x_2 \to \max \\ & -x_1 + 2x_2 \ge 4, \\ & 3x_1 + 2x_2 \le 14, \\ & x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{aligned}$$
является ответ:

а) не имеет решений, так как множество допустимых решений не ограничено.
б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
в) точка с координатами (2,5; 3,25).
г) точка с координатами (3,25; 2,5).

41) Решением задачи
$$\begin{aligned} & f(x) = x_1 - x_2 \to \max \\ & -x_1 + 2x_2 \ge 4, \\ & 3x_1 + 2x_2 \le 14, \\ & x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{aligned}$$
является ответ

а) точка с координатами (2,5; 3,25).
б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
в) не имеет решений, так как множество допустимых решений задачи не ограничено.
г) точка с координатами (3,25; 2,5).

42) Для задачи
$$\begin{aligned} & f(x) = x_1 + x_2 \to \max \\ & x_1 - x_2 \le 1, \\ & x_1 - 2x_2 \le 1, \\ & x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{aligned}$$
построена последняя симплекс-таблица

B	C_B	в	A^1	A^2	A^3	A^4
A^2	-1	0	0	1	1	-1
A^1	-1	1	1	0	2	-1
Δ		-1	0	0	-3	2

По ней решение задачи определяется как:

а) точка с координатами (-1;-1).
б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
в) не имеет решений, так как функция не ограничена.
г) точка с координатами (1;1).

43) Продолжить решение задачи и записать ответ, начиная с симплекс-таблицы:

B	в	A^1	A^2	A^3	A^4
A^1	1	1	0	0	2
A^2	2	0	1	0	1
A^3	3	0	0	1	1
Δ	2	0	0	0	-1

а) точка с координатами (1;2;3) и значением функции, равной 2.
б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
в) не имеет решений, так как функция не ограничена.

г) точка с координатами (3;2;1) и значением функции, равной 2.

44) Продолжить решение задачи, начиная с симплекс-таблицы:

B	в	A^1	A^2	A^3	A^4
A^1	4	1	0	0	-2
A^2	2	0	1	0	-1
A^3	3	0	0	1	0
Δ	2	0	0	0	1

а) точка с координатами (4;2;3) и значением функции, равной 2.
б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
в) не имеет решений, так как функция не ограничена.
г) точка с координатами (3;2;4).

45) Продолжить решение задачи, начиная с симплекс-таблицы:

B	в	A^1	A^2	A^3	A^4
U^1	1	0	0	-1	1
A^1	2	1	0	1	0
A^2	3	0	1	-1	0
Δ	0	0	0	2	0
M	1	0	0	-1	0

а) точка с координатами (1;2;3) и значением функции, равной 0.
б) не имеет решений, так как множество допустимых решений пусто.
в) не имеет решений, так как функция не ограничена.
г) точка с координатами (3;2;1).

46) Двойственной задачей к данной
$$\begin{aligned}&f(x)=4x_1+2x_2\to\max\\&x_1+x_2\le 6,\\&x_1\le 4,\\&2x_1+x_2\le 12,\\&x_1\ge 0,\ x_2\ge 0\end{aligned}$$
является

а) $$\begin{aligned}&F(x)=6u_1+4u_2+12u_3\to\min\\&u_1+u_2+2u_3\ge 4,\\&u_1+u_3\ge 2,\\&u_1\ge 0, u_2\ge 0, u_3\ge 0\end{aligned}$$

б) $$\begin{aligned}&F(x)=6u_1+4u_2+12u_3\to\min\\&u_1+u_2+2u_3=4,\\&u_1+u_3=2,\\&u_1\ge 0, u_2\ge 0, u_3\ge 0\end{aligned}$$

в) $$\begin{aligned}&F(x)=6u_1+4u_2+12u_3\to\min\\&u_1+u_2+2u_3=4,\\&u_1+u_3=2\end{aligned}$$

г) $$\begin{aligned}&F(x)=6u_1+4u_2+12u_3\to\min\\&u_1+u_2+2u_3\ge 4,\\&u_1+u_3\ge 2\end{aligned}$$

47) Двойственной задачей к данной
$$\begin{aligned}&f(x)=2x_1-x_2\to\min\\&x_1+x_2\ge 3,\\&x_1+3x_2=5,\\&2x_1+x_2\ge 6,\\&x_1\ge 0,\ x_2, x_3 - \textit{свободны от ограничений}\end{aligned}$$
является:

а)
$$\begin{aligned}&F(x)=3u_1+5u_2+6u_3\to\max\\&u_1+u_2+2u_3\le 2,\\&u_1+3u_2+u_3=-1,\\&u_1\ge 0,\ u_3\ge 0, u_2-\textit{свободно от ограничений}\end{aligned}$$

б)
$$\begin{aligned}&F(x)=3u_1+5u_2+6u_3\to\max\\&u_1+u_2+2u_3\le 2,\\&u_1+3u_2+u_3=-1,\\&u_1\ge 0,\ u_3,\ u_2-\textit{свободно от ограничений}\end{aligned}$$

в)
$$\begin{aligned}&F(x)=3u_1+5u_2+6u_3\to\max\\&u_1+u_2+2u_3\le 2,\\&u_1+3u_2+u_3=-1,\\&u_1,\ u_3,\ u_2-\textit{свободно от ограничений}\end{aligned}$$

г)
$$\begin{aligned}&F(x)=3u_1+5u_2+6u_3\to\max\\&u_1+u_2+2u_3\le 2,\\&u_1+3u_2+u_3=-1,\\&u_1\ge 0,\ u_3\ge 0, u_2\ge 0\end{aligned}$$

48) Как определить число базисных переменных в задаче линейного программирования?
   а) Спросить у заведующего базой.
   б) Как разницу между числом неизвестных и числом условий $Ax=b$.
   в) Как размерность матрицы A в условиях $Ax=b$.
   г) Как размерность вектора x функции $f(x)$.

49) Транспортной задачей с открытой моделью называется задача, для которой выполняется:
   а) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i > \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$ *или* $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i < \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.
   б) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i > \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.
   в) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i < \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.
   г) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i = \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.

50) Транспортной задачей с закрытой моделью называется задача, для которой выполняется:
   а) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i > \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$ *или* $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i < \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.
   б) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i > \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.
   в) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i < \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.
   г) $\sum\limits_{i=1}^{n} a_i = \sum\limits_{j=1}^{m} b_j$.

51) Возможно ли решение задачи при неограниченности сверху
   а) Нет.
   б) Да.
   в) Да, при задаче минимизации.

52) Возможно ли решение задачи при неограниченности снизу
   а) Нет.
   б) Да.
   в) Да, при задаче минимизации.

53) Как называют расширенную задачу в методе искусственного базиса?
   а) N – задачей.
   б) K – задачей.
   в) P – задачей.
   г) M – задачей.

54) Что из ниже перечисленного не относится к свойствам задач ЛП?
   а) Множество планов любой задачи ЛП является выпуклым, если оно не пусто.
   б) Экстремальное значение целевая функция задачи принимает в одной из вершин многогранника решений.
   в) Экстремальное значение целевая функция задачи принимает в любой точке многогранника решений.
   г) Любая игра имеет равновесие.
55) Каким свойством обладает линия уровня в графическом методе решения задачи ЛП?
   а) Показывает направление убывания целевой функции
   б) Целевая функция принимает постоянное значение для любой точки линии уровня
   в) Показывает направление возрастания целевой функции
   г) Целевая функция принимает нулевое значение
   д) Целевая функция принимает только значение, большее нуля
56) Что в ЛП называют оптимальным планом?
   а) Произвольный набор чисел
   б) Набор чисел, доставляющий экстремальное значение целевой функции
   в) Набор чисел, удовлетворяющий системе ограничений задачи
   г) Набор чисел, удовлетворяющий системе ограничений и доставляющий экстремальное значение целевой функции
57) В каком случае можно считать, что найдено решение ЗЛП на минимум симплексным методом
   а) если в строке целевой функции все элементы положительные
   б) если в строке целевой функции все элементы отрицательные, либо равные нулю
   в) если в строке целевой функции все элементы равны нулю
   г) если в строке целевой функции все элементы положительные, либо равны нулю
   д) нет правильного ответа
58) В каком случае можно считать, что найдено решение ЗЛП на максимум симплексным методом
   а) если в строке целевой функции все элементы положительные
   б) если в строке целевой функции все элементы отрицательные
   в) если в строке целевой функции все элементы равны нулю
   г) если в строке целевой функции все элементы положительные, либо равны нулю
   д) Нет правильного ответа
59) В канонической форме задачи линейного программирования число переменных n и ограничений m должно находиться в соотношении
   а) $n > m$;
   б) $n = m$;
   в) $n < m$.
60) Решение задачи линейного программирования (если оно единственно) находится:
   а) внутри области ограничений;
   б) на одном из ребер многогранника ограничений;
   в) в одной из вершин многогранника ограничений.
61) Что из ниже сформулированного не имеет никакого отношения к основной теореме двойственности?
   а) Экстремальные значения целевых функций двойственных задач совпадают
   б) Если одна из двойственных задач ЛП имеет решение, то имеет решение и другая задача
   в) Положительную двойственную оценку могут иметь лишь ресурсы, полностью используемые в оптимальном плане
   г) решения двойственных задач совпадают
   д) решения двойственных задач не совпадают
62) Если одна из симметричных взаимодвойственных задач имеет решение, то

а) не имеет решение и другая
б) имеет решение и другая
в) решение другой -пустое множество
г) решение другой не зависит от решения исходной задачи
д) нет правильного ответа

63) К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача. Выберите ситуацию, возможную при данном условии
а) Оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой функции двойственной задачи
б) Оптимальные планы прямой и двойственной задач различны
в) Оптимальные значения целевых функций планы прямой и двойственной задач достигаются в одной и той же точке

Практические задания

1. Имеет ли функция f(x) = xe^{-x} экстремум в интервале (0,3)? Если имеет, то в какой точке?

2. Проверьте, являются ли унимодальными следующие функции:
а) f(x) = x^2 -2x-1 на [0,2] , [1.5,2],
б) f(x) = $\left||x-1|-1\right|$ на отрезках [-3,3], [-3,1], [1,3], [0,2].

3. Имеет ли функция

$$f(x)=\begin{cases}0, x=0,\\ x^4\sin\dfrac{1}{x}, x\neq 0\end{cases}$$

минимум в точке x=0. Выполняются ли в этой точке необходимые и достаточные условия экстремума?

4. L – нормированное пространство. Доказать, что любое множество E вида E= $\{x\in L: \|x - x^0\| < r\}$, где $\|x\|$ - норма L, является выпуклым?

5. Является ли выпуклой квадратичная функция

$$f(x_1,x_2)=3x_1^2-4x_1x_2+2x_2^2+x_1-2x_2\,?$$

6. Существует ли выпуклое множество $\Omega\subset R^2$, на котором функция $f(x_1,x_2)=x_1^3+x_2^3-x_1x_2+1$ является строго выпуклой?

7. Является ли выпуклой квадратичная функция

$$f(x_1,x_2,x_3)=x_1^2+x_2^2+x_3^2-x_1x_2-x_2x_3-x_3x_1+x_1+x_2+x_3+1\,?$$

8. Является ли функция f(x)=$|x-y|^2$ сильно выпуклой на множестве R^n (здесь $y\in R^n$ произвольная фиксированная точка)?

9. Установите, являются ли выпуклыми множества:
а) $\Omega=\{(x_1,x_2)\in R^2: 2x_1+x_2\le 2,\ 2x_1-x_2\ge -2,\ x_2\ge 0\}$,
б) $\Omega=\{(x_1,x_2)\in R^2: x_1-x_2\le 2,\ x_1^2+x_2^2\le 4\}$?

10. Покажите, что произведение выпуклых функций необязательно выпукло?

11. С помощью необходимых и достаточных условий экстремума выделите среди стационарных точек заданных функций те, которые являются точками локального минимума или локального максимума:

а) $f(x_1, x_2) = (x_1^2 - x_2)^2 + (x_1 - 1)^2$.

б) $f(x_1, x_2) = (x_1 - x_2^2)^2 + (x_1 - 1)^2$.

12. Найдите и классифицируйте стационарные точки следующих функций:

$$f(x_1, x_2) = x_1^3 - x_1 x_2 + x_2^2 - 2x_1 + 3x_2 - 4.$$

13. Найдите и классифицируйте стационарные точки следующих функций:

$$f(x_1, x_2) = 2x_1^3 + 4x_1 x_2^3 - 10x_1 x_2 + x_2^2.$$

14. Найдите и классифицируйте стационарные точки следующих функций:

$$f(x_1, x_2) = 2x_1^3 + 4x_1 x_2^3 - 10x_1 x_2 + x_2^3.$$

15. Минимизируйте функцию $f(x_1, x_2) = x_1 - x_2$ при ограничениях $x_1^2 + x_2^2 = 1$. Найдите стационарные точки и точки экстремума?

16. Решите задачу и проверьте решение графически:

$$\begin{cases} (x_1 + 1)^2 + (x_2 - 3)^2 \to \min \\ x_1^2 + x_2^2 = 1 \end{cases}.$$

17. Решите задачу и проверьте решение графически:

$$\begin{cases} (x_1 + 1)^2 + (x_2 - 3)^2 \to \min \\ x_1 + 2x_2 = 2 \end{cases}.$$

18. Найдите решение следующей задачи:

$$\begin{aligned} &\max f = 2x_1 + 3x_2 \\ &x_1, x_2 \ge 0 \\ &2x_1 + 2x_2 \le 12 \\ &x_1 + 2x_2 \le 8 \\ &4x_1 \le 16 \\ &4x_2 \le 12 \end{aligned}$$

19. Найдите решение следующей задачи:

$$\begin{aligned} &\max f = x_1 + 2x_2 \\ &x_1, x_2 \ge 0 \\ &2x_1 + 2x_2 \le 12 \\ &x_1 + 2x_2 \le 8 \\ &4x_1 \le 16 \\ &4x_2 \le 12 \end{aligned}$$

20. Найдите решение следующей задачи:

$$\max f = x_1 - 2x_2$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$
$$x_1 + 2x_2 \geq 2$$
$$2x_1 - x_2 \geq 4$$

21. Найдите решение следующей задачи:

$$\min f = x_1 + x_2$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$
$$x_1 + 2x_2 \leq 4$$
$$-x_1 + x_2 \leq 3$$
$$x_1 + x_2 \geq 9$$

22. Найдите решение следующей задачи симплекс-методом:

$$\max f = x_1 + x_2$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$
$$x_1 - x_2 \leq 1$$
$$x_1 - 2x_2 \leq 1$$

23. Найдите решение следующей задачи симплекс-методом:

$$\min f = x_1 + 2x_2$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$
$$2x_1 + x_2 \geq 8$$
$$x_1 + x_2 \leq 2$$
$$x_1 - x_2 \leq 3$$

Контрольная работа

Раздел (модуль) №1

Вариант 1.

1. Найти минимум функции $f(x) = x^4 + e^{-x}$ методом парабол на отрезке [0,1], e = 0.025.
2. Найти экстремум функции $f(x) = x_1^3 - x_1x_2 + x_2^2 - 2x_1 + 3x_2 - 4$ на R^2
3. Найти условный экстремум функции $f(x) = x_1^2 - x_2^2 \longrightarrow extr,\quad g(x) = x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$

Вариант 2.

1. Найти минимум функции $f(x) = \dfrac{127}{4}x^2 - \dfrac{61}{4}x + 2$ методом золотого сечения на отрезке [0,0.5], e = 0.1.
2. Найти экстремум функции $f(x) = 2x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2$ на R^2
3. Найти условный экстремум функции $f(x) = x_1^2 + x_2^2 \longrightarrow extr,\quad g(x) = x_1 + x_2 - 4 = 0$

Вариант 3.

1. Найти минимум функции $f(x) = x^4 + e^{-x}$ методом дихотомии на отрезке [0,1], e = 0.05, δ=0.02.

2. Найти экстремум функции $f(x) = (1 - x_1)^2 + 10(x_2 - x_1^2)^2$ на R^2

3. Найти условный экстремум функции

$f(x) = 9x_1^2 + 2x_1x_2 + 7x_2^2 \longrightarrow extr, \quad g(x) = 4x_1^2 + 3x_2^2 - 9 = 0$

Вариант 4.

1. Найти минимум функции $f(x) = \frac{127}{4}x^2 - \frac{61}{4}x + 2$ методом дихотомии на отрезке [0,0.5], e = 0.4.

2. Найти экстремум функции $f(x) = (1 - x_1)^2 + (x_2 - x_1^2)^2$ на R^2

3. Найти условный экстремум функции $f(x) = x_1^2 + x_2^2 \longrightarrow extr, \quad g(x) = x_1 + x_2 - 5 = 0$

Раздел (модуль) №2

Вариант 1.

1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом:

$$f(x) = 5x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 8x_4 \rightarrow max$$
$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 7x_3 + 6x_4 \le 210 \\ 6x_1 + 8x_2 + 5x_3 + x_4 \le 540 \\ 6x_1 + 4x_2 + 8x_3 + 7x_4 \le 370 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \ge 0 \end{cases}$$

2. К задаче задания 1 составить двойственную задачу и найти ее решение, используя теоремы двойственности.

3. Для транспортной задачи составить начальный план перевозок методами северо-западного угла и наименьшей стоимости, а затем найти оптимальный план, используя метод потенциалов.

B / A	B1	B2	B3	B4	B5	Запасы
A1	5	7	4	2	5	200
A2	7	2	3	2	10	175
A3	5	3	6	8	7	210
Потребности	100	130	80	190	100	**?**

Вариант 2.

1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом:

$$f(x) = 7x_1 + 9x_2 + 11x_3 + 8x_4 \rightarrow max$$
$$\begin{cases} 10x_1 + 12x_2 + 9x_3 + 13x_4 \le 600 \\ 9x_1 + 8x_2 + 11x_3 + 7x_4 \le 600 \\ 14x_1 + 15x_2 + 10x_3 + 8x_4 \le 800 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \ge 0 \end{cases}$$

2. К задаче задания 1 составить двойственную задачу и найти ее решение, используя теоремы двойственности.

3. Для транспортной задачи составить начальный план перевозок методами северо-западного угла и наименьшей стоимости, а затем найти оптимальный план, используя метод потенциалов.

B / A	B1	B2	B3	B4	B5	Запасы
A1	10	8	12	9	6	80
A2	5	7	11	6	7	320
A3	12	8	9	12	10	225
Потребности	215	110	120	90	125	**?**

Вариант 3.

1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом:

$$f(x) = 12x_1 + 7x_2 + 18x_3 + 10x_4 \to max$$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 18 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 30 \\ x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 2x_4 \leq 40 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

2. К задаче задания 1 составить двойственную задачу и найти ее решение, используя теоремы двойственности.
3. Для транспортной задачи составить начальный план перевозок методами северо-западного угла и наименьшей стоимости, а затем найти оптимальный план, используя метод потенциалов.

B / A	B1	B2	B3	B4	B5	Запасы
A1	15	6	4	8	10	250
A2	4	11	7	8	9	300
A3	12	9	6	7	7	275
Потребности	115	310	135	290	75	**?**

Вариант 4.

1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом:

$$f(x) = 5x_1 + 7x_2 + 3x_3 + 10x_4 \to max$$
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \leq 200 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 8x_4 \leq 160 \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 + x_4 \leq 170 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

2. К задаче задания 1 составить двойственную задачу и найти ее решение, используя теоремы двойственности.
3. Для транспортной задачи составить начальный план перевозок методами северо-западного угла и наименьшей стоимости, а затем найти оптимальный план, используя метод потенциалов.

B / A	B1	B2	B3	B4	B5	Запасы
A1	10	15	10	5	8	225
A2	11	12	17	10	12	385
A3	10	8	16	20	21	300
Потребности	120	220	120	300	250	**?**

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Нахождение наименьшего и наибольшего значения функции одной переменной.

1. Решить задачу своего варианта аналитически.
2. Решить задачу своего варианта с помощью MS Excel.

Задачи.

1. Требуется изготовить коническую воронку с образующей l=10 см. Каков должен быть радиус основания воронки, чтобы ее объем был наибольшим?
2. Проволоку длины l согнули так, что получился круговой сектор максимальной площади. Найдите центральный угол сектора.
3. Найдите отношение высоты к радиусу основания цилиндра наибольшего объема, вписанного в данный конус. Высота конуса H, радиус основания R.
4. Требуется изготовить коническую воронку с образующей l=15 см. Какова должна быть высота воронки, чтобы ее объем был наибольшим?
5. Из всех прямоугольников с площадью 9 дм найдите тот, у которого периметр наименьший.
6. Из всех прямоугольников с диагональю 4 дм найдите тот, у которого площадь наибольшая.
7. Какой из прямоугольников периметром 80 см имеет наибольшую площадь? Вычислите площадь этого прямоугольника.
8. В полушар радиуса 3 вписан конус так, что вершина конуса лежит в центре полушара. При каком радиусе основания этот конус будет иметь максимальный объем?
9. В полушар радиуса 4 вписан цилиндр так, что плоскость основания цилиндра совпадает с плоскостью, ограничивающей полушар. Чему должна быть равна высоте цилиндра, чтобы этот цилиндр имел наибольший объем?
10. Найдите отношение высоты к радиусу основания цилиндра, который при заданном объеме имеет наименьшую полную поверхность.
11. Найдите отношение высоты к радиусу основания конуса, который при заданном объеме имеет наименьшую боковую поверхность.
12. Картина высоты 1,5 м повешена на стену так, что ее нижний край на 1,2 м выше глаза наблюдателя. На каком расстоянии от стены должен стать наблюдатель, чтобы его положение было наиболее благоприятно для осмотра картины (т.е. чтобы угол зрения был наибольшим)?
13. Требуется изготовить ящик с крышкой, объем которого был бы равен V, причем стороны основания относились бы как 2:3. Каковы должны быть размеры всех сторон, чтобы полная поверхность была наименьшей?

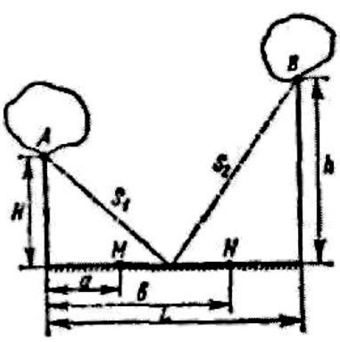

Рис. 1

14. Рыбаку нужно переправиться с острова A на остров B (рис. 1). Чтобы пополнить свои запасы, он должен попасть на участок берега MN. Найти кратчайший путь рыбака $S=S_1+S_2$ при a=600, b=900, H=1200, h=900, L=2100.
15. При подготовке к экзамену студент за t дней изучает t/(t+k)-ю часть курса, а забывает αt-ю часть. Сколько дней нужно затратить на подготовку, чтобы была изучена максимальная часть курса? (k=2, α=2/49.)
16. Тело массой m=3000 кг падает с высоты H м и теряет массу (сгорает) пропорционально времени падения. Коэффициент пропорциональности k=100 кг/с^2. Считая, что начальная скорость нулевая, ускорение g=10 м/с^2 и пренебрегая сопротивлением воздуха, найти наибольшую кинетическую энергию тела при H=720м.
17. Для монтажа оборудования необходима подставка объемом 1296 дм^3 в форме прямоугольного параллелепипеда. Квадратное основание подставки будет вмонтировано в пол, а ее задняя стенка в стену цеха. Для соединения подставки по

ребрам, не вмонтированным в пол или стену, используется сварка. Определите размеры подставки, при которых общая длина сварочного шва будет наименьшей.

18. Из квадратного листа жести со стороной а надо изготовить открытую сверху коробку, вырезав по углам квадратики и загнув образовавшиеся кромки. Какой должна быть сторона основания коробки, чтобы ее объем был максимальным.
19. Открытый бак, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием, должен вмещать 13.5 л жидкости. При каких размерах бака на его изготовление потребуется наименьшее количество металла.
20. Из круглого бревна вырезают балку с прямоугольным сечением наибольшей площади. Найти размеры сечения балки, если радиус сечения бревна равен 20 см.
21. Буровая вышка расположена в поле в 9 км от ближайшей точки шоссе. С буровой надо направить курьера в населенный пункт, расположенный по шоссе в 15 км от упомянутой точки. Скорость курьера на велосипеде по полю 8 км/ч, а по шоссе – 10 км/ч. К какой точке шоссе ему надо ехать, чтобы в кратчайшее время достичь населенного пункта.
22. Докажите, что из всех прямоугольных треугольников с заданной гипотенузой наибольшую площадь имеет равнобедренный треугольник.
23. Докажите, что из всех равнобедренных треугольников, вписанных в данный круг, наибольшую площадь имеет равносторонний треугольник.
24. В равнобедренный треугольник с основанием 60 см и боковой стороной 50 см вписан прямоугольник наибольшей площади. Две вершины прямоугольника лежат на основании треугольника, а две другие – на боковых сторонах. Найдите длины сторон прямоугольника.
25. Лодка находится на озере на расстоянии 3 км от ближайшей точки А берега. Пассажир лодки желает достигнуть села В, находящегося на берегу на расстоянии 5 км от А (участок АВ берега считаем прямолинейным). Лодка движется со скоростью 4 км/ч, а пассажир, выйдя из лодки, - 5 км/ч. К какому пункту берега должна пристать лодка, чтобы пассажир достиг села в кратчайшее время.

Лабораторная работа № 2. Многомерная безусловная минимизация функций

1. Найти приближенное наибольшее (наименьшее) значение функции $f(x)$ на промежутке $[a,b]$ (заданные значения $a,b, f(x)$ см. в таб. 1) заданным в табл.1 методом (Д – метод деления пополам (дихотомии), З – метод золотого сечения, Пб – метод парабол, СТ – метод средней точки, Х – метод хорд); реализовать решение задачи, запрограммировав алгоритм с использованием среды MathCad.
2. Решить данную задачу с помощью MS Excel и сравнить результаты с заданием п. 1.

Таблица 1.

№	Функция $f(x)$	a	b	Значение функции, подлежащее вычислению, метод	№	Функция $f(x)$	a	b	Значение функции, подлежащее вычислению, метод
1	$3(\frac{x^4}{2}-x^2)$	-3	-0,5	наименьшее Д	15	$\frac{2x^3-6x^2-18x+15}{10}$	-2	1	наибольшее З
2	$3(\frac{x^4}{2}-x^2)$	-0,5	0,6	наибольшее З	16	$\frac{2x^3-6x^2-18x+15}{10}$	0,5	5	наименьшее Пб
3	$3(\frac{x^4}{2}-x^2)$	0,2	3	наименьшее Пб	17	$\frac{3-x^2}{x+2}$	-4	-2,5	наименьшее З
4	$\frac{(x-3)^2}{x-2}$	0	1,5	наибольшее З	18	$\frac{3-x^2}{x+2}$	-1,5	2	наибольшее Пб
5	$\frac{(x-3)^2}{x-2}$	2,1	5	наименьшее Пб	19	x^5-x^3-2x	-3	0,5	наибольшее Д
6	$x^4-8x^3+16x^2$	-3	1	наименьшее Д	20	x^5-x^3-2x	0	4	наименьшее СТ
7	$x^4-8x^3+16x^2$	0,5	3	наибольшее З	21	$\ln(x^2+9)$	-2	5	наименьшее З
8	$x^4-8x^3+16x^2$	2,5	5	наименьшее СТ	22	$\frac{5x^2}{x^2-25}$	-2	2,5	наибольшее Д
9	$\frac{3x}{1+x^2}$	-5	0	наименьшее Д	23	$1-x^2+\frac{x^4}{8}$	-4	-1	наименьшее Д
10	$\frac{3x}{1+x^2}$	0	5	наибольшее Х	24	$1-x^2+\frac{x^4}{8}$	-1	1,5	наибольшее З
11	$x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{x^4}{4}$	-2	-0,5	наибольшее Д	25	$1-x^2+\frac{x^4}{8}$	1	5	наименьшее Х
12	$x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{x^4}{4}$	-0,5	1,5	наименьшее З	26	$x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{x^4}{4}$	-2	-0,5	наибольшее Пб
13	$x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{x^4}{4}$	1,5	5	наибольшее Х	27	$x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{x^4}{4}$	-0,5	1,5	наименьшее СТ
14	$\ln x-\frac{1}{2}x^2$	0,5	3	наибольшее Д	28	$x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{x^4}{4}$	1,5	5	наибольшее Пб

Лабораторная работа № 3. Численные методы одномерной минимизации. Общие принципы численной многомерной минимизации

1. Найти экстремум функции двух переменных z(x,y) согласно варианту из табл. 2. Выполнить проверку в MS Excel.

Таблица 2.

№	$z(x,y)$	№	$z(x,y)$
1	$x^3+8y^2+\frac{3}{x}-\frac{2}{y}$	8	$\ln(x+y)-2x^4-2y^4$
2	$-3x^4-3y^4+12x+12y$	9	$x^2y^2-xy+\frac{1}{x}+\frac{1}{y}$
3	$3x^2+y-6\ln x-8\ln y$	10	$3xy+\frac{4}{x}+\frac{5}{y}$
4	$3x^3+3y^3+x^2y+xy^2-3x-3y$	11	$\ln(x^2y)-x^2-9y^3,\quad (x>0)$
5	$5xy+\frac{6}{x}+\frac{5}{y}$	12	$4+xy+\frac{4}{x^2}-\frac{2}{y}$
6	$1+\frac{1}{x}+\frac{1}{2y^2}+xy$	13	$4x^4+y^3-\ln x-3\ln y$
7	$x^3+y^3+x^2y+xy^2-24x-24y$	14	$2x^3+2y^3+x^2y+xy^2-9x-9y$
15	$x^3+y^3+x^2y+xy^2-6x-6y$	22	$xy+\frac{1}{x}+\frac{7}{y}$
16	$x^2y+\frac{2}{x}+\frac{1}{y}$	23	$x^3+y^3+2x^2y+2xy^2-9x-9y$
17	$x^2+y^3-32\ln x-24\ln y$	24	$x^2+y^3-8\ln x-81\ln y$
18	$2x^4+2y^4-64x-64y$	25	$3xy+\frac{7}{x}+\frac{9}{y}$
19	$4xy+\frac{5}{x}+\frac{6}{y}$	26	$2x^3+2y^3+3x^2y+3xy^2-5x-5y$
20	$9x^3+2y^2-\ln(xy)$	27	$x^3+y^2-3\ln x-54\ln y$
21	$5x+6y-\ln x-12\ln y$	28	$xy+\frac{8}{x}+\frac{9}{y}$

2. Найти экстремум функции трех переменных u(x,y,z) согласно варианту из табл. 3. Выполнить проверку в MS Excel.

Таблица 3.

№	$u(x,y,z)$	№	$u(x,y,z)$
1	$x^2+2y^2+2z^2+2xy+2y-4z$	10	$x^2+y^2+4z^2+xy-8z+3y$
2	$x^4+y^4+z^4+2x^3+x^2+4y+4z$	11	$\sqrt[6]{xyz}-\frac{x+y+z}{6},(x>0,y>0,z>0)$
3	$\sqrt[4]{xyz}-\frac{x+y+z}{4},\ (x>0,\ y>0,\ z>0)$	12	$x^2+4y^2+\frac{z^2}{9}-2xy-6y-\frac{2z}{9}$
4	$x^2+y^2+z^2+xz+zy-3x-3y-4z$	13	$x^4+y^4+z^4+2x^3-2x^2-\frac{y}{2}+4z$
5	$x^2+4y^2+9z^2-162\ln x-288\ln y-72\ln z$	14	$\sqrt[3]{xyz}-\frac{x+y+z}{3},\ (x>0,y>0,z>0)$
6	$x^2+y^2+z^2-xy-zy+xz-3x+y-4z$	15	$\frac{1}{xyz}+\frac{x+y+z}{16}$
7	$\sqrt[5]{xyz}-\frac{x+y+z}{5},\ (x>0,\ y>0,\ z>0)$	16	$x+\frac{y^2}{x}+\frac{2z^2}{y}+\frac{1}{z},\ (z>0)$
8	$x^2+y^2+z^2+\frac{xy}{2}-\frac{zy}{3}-xz-4x-12y-2z$	17	$\frac{1}{x}+\frac{x}{y}+\frac{y}{z}+z$
9	$x^4+y^4+z^4-2x^3+x^2+4y-4z$	18	$\frac{1}{x^3y^3z^3}+3(x+y+z)$

№	$u(x,y,z)$	№	$u(x,y,z)$
19	$x+\frac{y^2}{x}+\frac{8z^2}{y}+\frac{2}{z},\ (z>0)$	24	$\frac{2x^2}{z}+\frac{16z^2}{y}-\frac{2}{x}+y,\ (x>0)$
20	$x^4+y^4+z^4-2x^3-2x^2+\frac{y}{2}+\frac{z}{2}$	25	$\frac{5x}{z}+\frac{y}{x}+\frac{1}{y}+\frac{z}{5}$
21	$\frac{x}{y}+\frac{y}{z}+\frac{16}{x}+z$	26	$\frac{8}{x}+\frac{2x^2}{y}+\frac{16y^2}{z}+z,\ (x>0)$
22	$\frac{2x}{z}+\frac{y}{x}+\frac{z}{2}+\frac{1}{y},\ (y>0)$	27	$\frac{1}{x^4y^4z^4}+4(x+y+z)$
23	$\frac{1}{x^2y^2z^2}+2(x+y+z)$	28	$y+\frac{x^2}{y}+\frac{2z^2}{x}-\frac{4}{z},\ (z>0)$

Лабораторная работа № 4. Условный экстремум функций многих переменных при ограничениях типа равенств, типа неравенств

Задание 1. Найти условный экстремум при ограничениях типа равенств.

1. Найти условный экстремум в задаче

$$f(x)=x_1+x_2\to extr,$$
$$g_1(x)=x_1^2+x_2^2-8=0$$

2. Проверить, является ли точка $x^*=(-2,\ 2)^T$ решением задачи

$$f(x)=x_1x_2\to\min,$$
$$g_1(x)=x_1^2+x_2^2-8=0$$

3. Решить задачу

$$f(x)=x_1^2+x_2^2\to extr,$$
$$g_1(x)=x_1^2+2x_2^2-8=0$$

4. Проверить, является ли точка $x^*=(0,\ 2)^T$ решением задачи

$$f(x)=x_1^2+x_2^2\to\min,$$
$$g_1(x)=x_2-x_1^2-2=0$$

5. Решить задачу

$$f(x)=x_1^2+x_2^2\to\min,$$
$$g_1(x)=x_2^2-x_1=0$$

6. Решить задачу

$$f(x)=2x_1^2-4x_1+x_2^2-8x_2+3\to extr,$$
$$g_1(x)=x_1+x_2+6=0$$

7. Решить задачу

$$f(x)=-4x_1^2-4x_1-x_2^2+8x_2-5\to extr,$$
$$g_1(x)=2x_1-x_2-6=0$$

8. Решить задачу

$$f(x) = -4x_1^2 - 8x_1 + x_2 + 3 \to \max,$$
$$g_1(x) = -x_1 - x_2 - 2 = 0$$

9. Найти условный максимум в задаче

$$f(x) = -8x_1^2 + 4x_1 - x_2^2 + 12x_2 - 7 \to \max,$$
$$g_1(x) = 2x_1 + 3x_2 + 6 = 0$$

10. Найти условный экстремум в задаче

$$f(x) = x_1^2 - x_2^2 \to extr,$$
$$g_1(x) = x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

Задание 2. Найти условный экстремум при ограничениях типа неравенств.

1. Найти условный экстремум в задаче

$$f(x) = (x_1 + 4)^2 + (x_2 - 4)^2 + 1 \to extr,$$
$$g_1(x) = 2x_1 - x_2 - 2 \le 0,\ g_2(x) = -x_1 \le 0,\ g_3(x) = -x_2 \le 0.$$

2. Найти условный экстремум в задаче

$$f(x) = (x_1 + 2)^2 + (x_2 - 2)^2 \to extr,$$
$$g_1(x) = x_1^2 + x_2^2 - 1 \le 0,\ g_2(x) = -x_1 \le 0,\ g_3(x) = x_2 \le 0.$$

3. Решить задачу

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \min,$$
$$g_1(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - 16 \le 0,\ g_2(x) = -x_1 \le 0,\ g_3(x) = -x_2 \le 0.$$

4. Решить задачу

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \min,$$
$$(x_1 - 2)^2 + 4x_2^2 \le 16.$$

5. Решить задачу

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \min,$$
$$2x_1^2 + (x_2 - 4)^2 \le 1.$$

6. Решить задачу

$$f(x) = x_1 + x_2 \to \min,$$
$$2x_1 + x_2 \le 4, \quad x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0.$$

7. Решить задачу

$$f(x) = x_1^2 + (x_2 - 4)^2 \to \min,$$
$$x_1^2 + x_2^2 \le 4,\ 4x_1^2 + x_2^2 \ge 4.$$

8. Решить задачу

$$f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 \to \min,$$
$$x_1^2 + x_2^2 \le 4,\ 4x_1^2 + x_2^2 \ge 4.$$

9. **Проверить, является ли точка $x^* = (0, 4)^T$ решением задачи**

$$f(x) = x_1^2 - x_2^2 \to \min,$$
$$x_1^2 + x_2^2 \le 16,\ \ x_1 + x_2 \ge 4.$$

10. **Проверить, является ли точка $x^* = (0, 2)^T$ решением задачи**

$$f(x) = x_1^2 - (x_2 - 2)^2 \to \min,$$
$$x_1^2 + 2(x_2 - 2)^2 \le 8,\ \ x_1^2 + 2x_2^2 \le 8.$$

Лабораторная работа № 5. Геометрическое истолкование задач линейного программирования

Задание. Решить графическим методом задачу линейного программирования ($x_1 \ge 0$, $x_2 \ge 0$). Выполнить проверку в MS Excel.

1.
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \le 3 \\ 7x_1 + 5x_2 \le 35 \\ 2x_1 + 4x_2 \le -8 \\ -4x_1 + 6x_2 \le 24 \end{cases}$$
$$\max Z = x_1 + 2x_2$$

2.
$$\begin{cases} \frac{1}{2}x_1 + 3x_2 \ge \frac{3}{2} \\ -\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 \ge -\frac{3}{2} \\ 3x_1 + 10x_2 \le 30 \\ -3x_1 + 9x_2 \le 27 \end{cases}$$
$$\min Z = 3x_1 + x_2$$

3.
$$\begin{cases} \frac{1}{2}x_1 + 2x_2 \ge 1 \\ 6x_1 + 10x_2 \le 60 \\ -2x_1 + x_2 \ge -2 \\ -3x_1 + 5x_2 \le 15 \end{cases}$$
$$\max Z = 3x_1 + x_2$$

4.
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \ge 6 \\ 9x_1 + 6x_2 \le 54 \\ -\frac{7}{2}x_1 + \frac{9}{2}x_2 \ge -\frac{63}{4} \\ 3x_1 - 4x_2 \ge -12 \end{cases}$$
$$\min Z = -6x_1 + x_2$$

5.
$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 \ge 6 \\ -\frac{1}{3}x_1 + 3x_2 \ge -1 \\ -x_1 + \frac{5}{2}x_2 \le \frac{5}{2} \\ 7x_1 + 11x_2 \le 77 \end{cases}$$
$$\max Z = 3x_1 + x_2$$

6.
$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 \ge 5 \\ 5x_1 + 15x_2 \le 75 \\ -4x_1 + 5x_2 \ge -20 \\ x_1 - 2x_2 \ge -2 \end{cases}$$
$$\min Z = -3x_1 + 4x_2$$

7.
$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 \ge 6 \\ x_2 \le 3 \\ -\frac{3}{2}x_1 + \frac{9}{2}x_2 \ge -\frac{27}{4} \\ 11x_1 + 7x_2 \le 77 \end{cases}$$
$$\max Z = x_1 + 2x_2$$

8.
$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \ge 8 \\ 4x_1 + 8x_2 \le 32 \\ x_1 \le 7 \\ x_2 \le 2 \end{cases}$$
$$\min Z = 2x_1 - 3x_2$$

9.
$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 \ge 4 \\ 8x_1 + 12x_2 \le 96 \\ 3x_1 - 4x_2 \le 12 \\ -5x_1 + 2x_2 \le 10 \end{cases}$$
$$\max Z = 4x_1 + x_2$$

10.
$$\begin{cases} x_1 \le 6 \\ x_1 + 6x_2 \ge 6 \\ x_1 + 2x_2 \le 12 \\ x_1 - x_2 \ge -1 \end{cases}$$
$$\max Z = x_1 + \frac{3}{2}x_2$$

11.
$$\begin{cases} x_1 + 12x_2 \ge 5 \\ -3x_1 + 3x_2 \ge -24 \\ 4x_1 + 10x_2 \le 50 \\ 5x_1 - 12x_2 \ge -35 \end{cases}$$
$$\max Z = 5x_1 + \frac{1}{2}x_2$$

12.
$$\begin{cases} x_1 \le 8 \\ 5x_1 + 7x_2 \ge 35 \\ -3x_1 + \frac{9}{2}x_2 \ge -\frac{27}{2} \\ x_1 - 3x_2 \ge -12 \end{cases}$$
$$\min Z = -6x_1 + 2x_2$$

13.
$$\begin{cases} -8x_1 + 5x_2 \le 29 \\ 5x_1 + 2x_2 \le 54 \\ x_1 + 4x_2 \ge 4 \\ -9x_1 + 3x_2 \ge -30 \end{cases}$$
$$\max Z = 2x_1 + 3x_2$$

14.
$$\begin{cases} -2x_1 + 2x_2 \ge -14 \\ x_1 + 3x_2 \ge 7 \\ x_1 - x_2 \le 5 \\ x_2 \le 3 \end{cases}$$
$$\max Z = 2x_1 + \frac{1}{2}x_2$$

15.
$$\begin{cases} -2x_1 + 2x_2 \ge -8 \\ -3x_1 + x_2 \ge -14 \\ 2x_1 + 2x_2 \ge 4 \\ -\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 \le \frac{21}{2} \end{cases}$$
$$\min Z = -7x_1 + 7x_2$$

Лабораторная работа № 6. Симплекс-метод решения классической транспортной задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса

Задание 1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом. Выполнить проверку в MS Excel.

1.

$$Z(X) = x_1 - x_2 + 3x_3 - x_4 \to \max,$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + x_3 = 2, \\ 3x_1 - 2x_2 + x_4 = 6, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

2.

$$Z(X) = -11x_1 - 5x_2 + 8x_3 + 2x_4 \to \min,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = 4, \\ -2x_1 + 5x_3 + x_4 = 10, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

3.

$$Z(X) = x_1 + 5x_2 + x_3 - x_4 \to \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 3, \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 4, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

4.

$$Z(X) = 2x_1 - 3x_2 + 5x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 3, \\ -2x_1 + 3x_2 + x_3 \geq -4, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

5.

$$Z(X) = -4x_1 - 2x_2 + x_3 \to \min,$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 18, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

6.

$$Z(X) = 3x_1 + 4x_2 + x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 10, \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 6, \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 12, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

7.

$$Z(X) = 6x_1 + 12x_2 + 3x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 12, \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 15, \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 10, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

8.

$$Z(X) = x_1 + x_2 + x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 7, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 9, \\ 3x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 12, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

9.

$$Z(X) = x_1 + 2x_2 + x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 \leq 2, \\ -x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 3, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 1, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

10.

$$Z(X) = 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} -3x_1 + x_2 + x_3 \leq 1, \\ -x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 7, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 1, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

Задание 2. Решить задачу линейного программирования методом ИБ. Выполнить проверку в MS Excel.

1.

$$Z(X) = -2x_1 + x_2 + 8x_3 - 2x_4 \to \min,$$

$$\begin{cases} 5x_1 - x_2 - 7x_3 + 2x_4 = 6, \\ 3x_1 - x_2 - 4x_3 + x_4 = 2, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

2.

$$Z(X) = x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 6x_4 \to \min,$$

$$\begin{cases} 2x_2 + 3x_3 + 7x_4 = 26, \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + 5x_4 = 12, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

3.

$$Z(X) = x_2 + 5x_3 + 2x_4 \to \max,$$
$$\begin{cases} 9x_1 + 2x_2 - 4x_3 - 3x_4 = 6, \\ 5x_1 + x_2 - 3x_3 - 2x_4 = 1, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

4.

$$Z(X) = 2x_1 - 8x_2 + 2x_3 + x_4 \to \max,$$
$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + 4x_3 + x_4 = 8, \\ -2x_2 + 2x_3 + x_4 = 6, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

5.

$$Z(X) = x_1 + x_2 + x_3 - 2x_4 \to \min,$$
$$\begin{cases} 2x_1 - 7x_2 + x_3 - 3x_4 = 8, \\ x_1 - 4x_2 + 2x_3 - 2x_4 = 2, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

6.

$$Z(X) = 2x_1 + 8x_2 + 3x_3 + 4x_4 \to \min,$$
$$\begin{cases} 13x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 7x_4 = 4, \\ 7x_1 - 2x_2 + x_3 - 4x_4 = 1, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

7.

$$Z(X) = 2x_1 + 6x_2 + x_3 + x_4 \to \max,$$
$$\begin{cases} 4x_1 - 5x_2 - 2x_3 + x_4 = 2, \\ -5x_1 + 4x_2 + x_3 - x_4 = 1, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

8.

$$Z(X) = x_1 + 2x_2 + 4x_3 + x_4 \to \min,$$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 2, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 8, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

9.

$$Z(X) = 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 3x_4 + x_5 \to \max,$$
$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 2, \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 = 4, \\ 2x_1 - x_3 + x_4 + x_5 = 4, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

10.

$$Z(X) = x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 - x_5 \to \max,$$
$$\begin{cases} x_1 - x_3 + x_4 = 2, \\ 2x_1 - 2x_2 - x_4 + x_5 = 2, \\ 3x_1 - 2x_2 - x_3 + x_5 = 4, \end{cases}$$
$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Лабораторная работа № 7. Метод северо-западного угла и метод наименьшего элемента для решения транспортной задачи.

Задание.

Компания, занимающаяся ремонтом автомобильных дорог, в следующем месяце будет проводить ремонтные работы на пяти участках автодорог. Песок на участки ремонтных работ может доставляться из трех карьеров, месячные объемы предложений по карьерам известны. Из планов производства ремонтных работ известны месячные объемы потребностей по участкам работ. Имеются экономические оценки транспортных затрат (в у.е.) на перевозку 1тонны песка с карьеров на ремонтные участки. Числовые данные для решения содержатся ниже в матрице планирования (повариантно).

Требуется:

1) Составить начальный план перевозок песка на участки ремонта автодорог, используя метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости.
2) Предложить план перевозок песка на участки ремонта автодорог, который обеспечивает минимальные совокупные транспортные издержки.

Вариант 1

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	5	7	4	2	5	200
A2	7	2	3	2	10	175
A3	5	3	6	8	7	210
Потребности	100	130	80	190	100	

Вариант 2

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	11	5	8	3	5	700
A2	7	8	5	10	9	250
A3	10	7	3	6	9	510
Потребности	100	130	80	190	100	

Вариант 3

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	8	7	12	5	7	300
A2	11	9	5	5	8	315
A3	12	9	7	8	6	405
Потребности	200	145	180	330	315	

Вариант 4

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	10	8	12	9	6	80
A2	5	7	11	6	7	320
A3	12	8	9	12	10	225
Потребности	215	110	120	90	125	

Вариант 5

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	15	6	4	8	10	250
A2	4	11	7	8	9	300
A3	12	9	6	7	7	275
Потребности	115	310	135	290	75	

Вариант 6

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	3	12	9	5	7	420
A2	7	14	12	5	8	425
A3	4	11	4	10	9	425
Потребности	300	225	275	310	220	

Вариант 7

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
А1	17	8	6	12	22	250
А2	14	10	9	8	13	200
А3	12	7	6	9	10	175
Потребности	120	130	100	160	140	

Вариант 8

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
А1	15	17	14	12	15	400
А2	17	11	13	11	10	265
А3	12	13	16	18	17	515
Потребности	220	230	250	220	310	

Вариант 9

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
А1	10	15	10	5	8	225
А2	11	12	17	10	12	385
А3	10	8	16	20	21	300
Потребности	120	220	120	300	250	

Вариант 10

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
А1	9	17	11	11	26	220
А2	21	11	17	19	8	450
А3	17	12	17	19	10	425
Потребности	150	215	225	200	320	

Вариант 11

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	9	8	12	10	9	300
A2	13	15	10	7	12	420
A3	14	20	8	18	9	105
Потребности	215	110	125	230	100	

Вариант 12

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	12	10	12	18	10	300
A2	20	9	15	20	14	250
A3	15	8	10	12	9	400
Потребности	120	130	320	200	180	

Вариант 13

Участки работ / Карьеры	B1	B2	B3	B4	B5	Предложение
A1	5	8	6	10	6	120
A2	12	7	5	10	9	250
A3	8	10	8	9	10	180
Потребности	90	100	80	150	180	

Перечень вопросов

1. Задача оптимизации функции одной переменной. Постановка задачи. Основные понятия и определения.
2. Унимодальные функции. Выпуклые функции.
3. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции одной переменной.
4. Прямые численные методы одномерной минимизации. Метод дихотомии.
5. Прямые численные методы одномерной минимизации. Метод золотого сечения.
6. Прямые численные методы одномерной минимизации. Метод парабол.
7. Численные методы одномерной минимизации, использующие информацию о производных целевой функции. Метод средней точки.
8. Численные методы одномерной минимизации, использующие информацию о производных целевой функции. Метод хорд.
9. Задача оптимизации функции многих переменных. Постановка задачи. Основные понятия и определения.
10. Квадратичная форма. Классификация квадратичных форм.
11. Свойства выпуклых множеств и выпуклых функций.
12. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции многих переменных.
13. Численные методы безусловного экстремума функции многих переменных. Метод градиентного спуска.
14. Численные методы безусловного экстремума функции многих переменных. Метод конфигураций (Хука-Дживса).

15. Условный экстремум функции многих переменных при ограничениях типа равенств.
16. Условный экстремум функции многих переменных при ограничениях типа неравенств.
17. Задача линейного программирования. Постановка задачи, основные понятия и определения.
18. Задача линейного программирования. Графический метод.
19. Задача линейного программирования. Симплекс-метод.
20. Задача линейного программирования. Метод искусственного базиса.
21. Двойственная задача линейного программирования. Теоремы двойственности
22. Транспортная задача. Основные понятия и определения.
23. Транспортная задача. Методы северо-западного угла и наименьшей стоимости.
24. Транспортная задача. Метод потенциалов.
25. Применение Microsoft Excel при решении задач оптимизации.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	**Виды учебной деятельности студентов**	**Балл за конкретное задание**	**Число заданий за семестр**	**Баллы**	
				Минимальный	**Максимальный**
Модуль 1.				**0**	**49**
Текущий контроль				**0**	**24**
Аудиторная работа (работа на практических занятиях)		2	6	0	12
Выполнение лабораторных работ		6	2	0	12
Рубежный контроль				**0**	**25**
Тест №1		10	1	0	10
Контрольная работа №1		15	1	0	15
Модуль 2.				**0**	**51**
Текущий контроль				**0**	**26**
Аудиторная работа (работа на практических занятиях)		2	6	0	12
Выполнение лабораторных работ		7	2	0	14
Рубежный контроль				**0**	**25**
Тест №2		10	1	0	10
Контрольная работа №2		15	1	0	15
Итого:				**0**	**100**
Поощрительные баллы					**10**

Активная работа на практических занятиях			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических и лабораторных занятий			0	-10
Итоговый контроль				
Итого:			**0**	**110**

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

Рейтинговый балл = k × Максимальный балл,

где k = 0,2 при уровне освоения «неудовлетворительно», k = 0,4 при уровне освоения «удовлетворительно», k = 0,8 при уровне освоения «хорошо» и k = 1 при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов УУНиТ:

На экзамене и дифференцированном зачете выставляется оценка:

• отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

• хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,

• удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,

• неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.