

Оглавление

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И СДАЧИ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «МАТЕМАТИКА (СПЕЦГЛАВЫ)»	3
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ПРЕДМЕТУ МАТЕМАТИКА (СПЕЦГЛАВЫ).....	4
1. Теоретические основы методов линейного программирования	4
2. Симплексный метод решения задач линейного программирования	4
3. Геометрический метод решения задачи линейного программирования	5
4. Задача, двойственная основной задаче линейного программирования	5
5. Анализ устойчивости двойственных оценок	6
6. Экономико-математическая модель транспортной задачи ...	6
ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	8
Задача 1	8
Вариант 1	8
Вариант 2	8
Вариант 3	8
Вариант 4	8
Вариант 5	8
Вариант 6	9
Вариант 7	9
Вариант 8	9
Вариант 9	9
Вариант 10	9
Вариант 11	9
Вариант 12	9
Вариант 13	9
Вариант 14	10
Вариант 15	10
Задача 2. (Транспортная задача)	10
Вариант 1	10
Вариант 2	11
Вариант 3	11

Вариант 4.....	11
Вариант 5.....	11
Вариант 6.....	11
Вариант 7.....	11
Вариант 8.....	11
Вариант 9.....	12
Вариант 10.....	12
Вариант 11.....	12
Вариант 12.....	12
Вариант 13.....	12
Вариант 14.....	12

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И СДАЧИ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «МАТЕМАТИКА (СПЕЦГЛАВЫ)»

Студент должен выполнять контрольную работу по варианту, номер которого приведен в следующей таблице.

№ ВАРИАНТА	ФАМИЛИЯ, ИМЯ, ОТЧЕСТВО
1.	Виноградов Виктор Сергеевич
2.	Глинкин Виктор Сергеевич
3.	Горелов Андрей Игоревич
4.	Жаднов Артем Юрьевич
5.	Загидулин Наиль Халитович
6.	Захаров Роман Валерьевич
7.	Измайлов Ринат Равильевич
8.	Ковалев Александр Сергеевич
9.	Кудлай Роман Павлович
10.	Логунов Александр Валериевич
11.	Мастеров Алексей Андреевич
12.	Мильшин Николай Геннадиевич
13.	Ролдугин Евгений Петрович
14.	Соколов Анатолий Николаевич

Для каждой задачи:

- полностью привести ее условие;
- привести содержательное решение;
- явным образом записать ответ.

В том случае, когда несколько задач имеют общую формулировку, следует заменить общие данные конкретными из соответствующего варианта.

Чистовой вариант работы выполняют в одном экземпляре, на белой бумаге форматом стандартного писчего листа (формат А-4, 210 x 297 мм).

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ПРЕДМЕТУ МАТЕМАТИКА (СПЕЦГЛАВЫ)

1. Теоретические основы методов линейного программирования

- Математическое программирование как наука.
- Линейное программирование как раздел математического программирования.
- Производственная задача — задача об оптимальном использовании ресурсов.
- Экономико-математическая модель производственной задачи.
- Целевая функция в задачах линейного программирования.
- Система ограничений основной задачи линейного программирования.
- Математическая формулировка основной задачи линейного программирования
- Каноническая форма постановки основной задачи линейного программирования.
- Матричная форма записи основной задачи линейного программирования.
- Табличная форма постановки производственной задачи.
- Решения системы линейных ограничений - её базисные решения.

2. Симплексный метод решения задач линейного программирования

- Общая идея симплексного метода.
- Два этапа симплексного метода:
 - 1) нахождение допустимого базисного решения системы линейных ограничений;
 - 2) нахождение оптимального решения.
- Нетабличное представление симплекс-метода.
- Первое опорное решение.
- Принцип замены базисной переменной на свободную.
- Второе базисное решение и проверка его на оптимальность.
- Алгоритм симплексного метода.
- Условие неединственности оптимального решения.
- Условие неограниченности функции цели.
- Табличная форма симплексного метода.
- Нахождение в симплекс-таблице ключевого столбца и его роль.
- Ключевая строка и её назначение.
- Разрешающий элемент в симплекс-таблице и его использование.

- Правило прямоугольников преобразования элементов симплекс-таблицы.
- Условие неопределённости системы линейных ограничений и количество её решений.
- Условие несовместимости системы линейных ограничений.
- Условия неизменного переноса в новую симплекс-таблицу из старой соответствующего столбца или строки.
- Основные правила при составлении и преобразовании симплекс-таблиц.

3. Геометрический метод решения задачи линейного программирования

- Основные теоремы линейного программирования
- В чём достоинство и недостаток геометрического метода решения задачи.
- Нахождение области допустимых решений системы линейных ограничений.
- Нахождение постоянных уровней функции цели.
- Направление возрастания функции цели.
- Геометрическое нахождение оптимального решения основной задачи линейного программирования.
- Геометрическое представление единственного оптимального плана.
- Геометрическая интерпретация множества оптимальных решений.
- Геометрическое представление отсутствия оптимального решения из-за неограниченности функции цели.
- Геометрический аналог отсутствия оптимального решения из-за несовместимости линейных ограничений (область допустимых решений - пустое множество).
- Свойства оптимальных решений основной задачи линейного программирования на плоскости.

4. Задача, двойственная основной задаче линейного программирования

- Постановка двойственной задачи..
- Математическая формулировка двойственной задачи.
- Сравнение прямой и двойственной задач линейного программирования.
- Сравнительные свойства двойственных задач.
- Правила составления задачи, двойственной по отношению к исходной.
- Соответствие между переменными в исходной и двойственной задачах.
- Основные теоремы двойственности.
- Выводы из основных теорем двойственности.
- Двойственные оценки и их смысл.
- Нахождение двойственных оценок и их экономическая интерпретация.
- Свойства двойственных оценок сырья.

5. Анализ устойчивости двойственных оценок

- Экономический смысл двойственных оценок сырья.
- Вектор изменения запасов сырья
- Матрица изменения оптимального плана производства.
- Вывод условия устойчивости двойственных оценок.
- Определение допустимого изменения запаса сырья одного вида, при котором двойственные оценки не изменяются.
- Геометрическое определение допустимого изменения запаса сырья одного вида, при котором двойственные оценки не изменяются.
- Определение допустимых изменений величин запасов сырья всех видов одновременно, при которых двойственные оценки сырья сохраняют свой значения.
- Изменение функции цели при изменении запасов сырья.
- Нахождение нового оптимального плана производства при изменении запасов сырья.

6. Экономико-математическая модель транспортной задачи

1. Постановка транспортной задачи

- Формулировка транспортной задачи.
- Матрица планирования перевозок.
- Соотношения между запасами и потребностями в грузе.
- Закрытые и открытые модели транспортной задачи.
- Транспортные задачи сбалансированные и несбалансированные.
- Введение ограничений на перевозки, связанные с наличием грузов.
- Ограничения на перевозки, связанные с потребностями в грузе.
- Целевая функция транспортной задачи.
- Полная математическая постановка транспортной задачи.
- Условие разрешимости транспортной задачи.
- Сведение открытой модели задачи к закрытой (случай, когда запасы превосходят потребности).
- Переход от несбалансированной транспортной задачи к сбалансированной (когда потребности превышают запасы грузов).
- Особенности постановки экономико-математической модели транспортной задачи.
- Два этапа исследования и решения транспортной задачи.

2. Построение исходного опорного плана транспортной задачи

- Различные способы отыскания исходного опорного плана.
- Метод северо-западного угла.
- Метод наименьшей стоимости.
- Вырождение опорного плана поставок.
- Преодоление вырождения опорного плана и заикливания.
- Цикл в транспортной задаче и его различные конфигурации.

3. Нахождение оптимального плана транспортной задачи

- Различные способы улучшения исходного опорного плана.
- Критерий оптимальности в транспортной задаче.
- Проверка опорного плана на оптимальность.
- Потенциалы строк и столбцов.
- Алгоритм метода потенциалов.
- Схема перемещения перевозки в незаполненную клетку.
- Цель применения метода потенциалов.
- Алгоритм нахождения оптимального плана перевозок транспортной задачи.

4. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЗАДАЧА 1

Предприятие выпускает два вида продукции А и D.

На изготовление единицы изделия А требуется затратить a_1 кг сырья первого типа, a_2 кг сырья второго типа и a_3 кг сырья третьего типа.

На изготовление единицы изделия D требуется затратить d_1 кг сырья первого типа, d_2 кг сырья второго типа и d_3 кг сырья третьего типа.

Производство обеспечено сырьём каждого типа в количестве b_1 кг, b_2 кг, b_3 кг соответственно.

Стоимость единицы изделия А составляет c_1 ден. ед., а единицы изделия D — c_2 ден. ед.,

Требуется составить план производства изделий А и D, обеспечивающий максимальную сумму от их реализации.

1. Решить задачу геометрически.
2. Решить задачу симплекс-методом.

Вариант 1

$a_1 = 2$ кг; $d_1 = 5$ кг; $b_1 = 432$ кг; $\Delta b_1 = 118$ кг; $c_1 = 34$ ден. ед.

$a_2 = 3$ кг; $d_2 = 4$ кг; $b_2 = 424$ кг; $\Delta b_2 = 37$ кг; $c_2 = 50$ ден. ед.

$a_3 = 5$ кг; $d_3 = 3$ кг; $b_3 = 582$ кг; $\Delta b_3 = -100$ кг.

Вариант 2

$a_1 = 4$ кг; $d_1 = 1$ кг; $b_1 = 240$ кг; $\Delta b_1 = 70$ кг; $c_1 = 40$ ден. ед.

$a_2 = 2$ кг; $d_2 = 3$ кг; $b_2 = 180$ кг; $\Delta b_2 = 120$ кг; $c_2 = 30$ ден. ед.

$a_3 = 1$ кг; $d_3 = 5$ кг; $b_3 = 251$ кг; $\Delta b_3 = 150$ кг.

Вариант 3

$a_1 = 2$ кг; $d_1 = 7$ кг; $b_1 = 560$ кг; $\Delta b_1 = 0$ кг; $c_1 = 55$ ден. ед.

$a_2 = 3$ кг; $d_2 = 3$ кг; $b_2 = 300$ кг; $\Delta b_2 = 60$ кг; $c_2 = 35$ ден. ед.

$a_3 = 5$ кг; $d_3 = 1$ кг; $b_3 = 332$ кг; $\Delta b_3 = 68$ кг.

Вариант 4

$a_1 = 1$ кг; $d_1 = 3$ кг; $b_1 = 300$ кг; $\Delta b_1 = 65$ кг; $c_1 = 52$ ден. ед.

$a_2 = 3$ кг; $d_2 = 4$ кг; $b_2 = 477$ кг; $\Delta b_2 = 195$ кг; $c_2 = 39$ ден. ед.

$a_3 = 4$ кг; $d_3 = 1$ кг; $b_3 = 441$ кг; $\Delta b_3 = 117$ кг.

Вариант 5

$a_1 = 2$ кг; $d_1 = 3$ кг; $b_1 = 298$ кг; $\Delta b_1 = 140$ кг; $c_1 = 22$ ден. ед.

$a_2 = 6$ кг; $d_2 = 2$ кг; $b_2 = 600$ кг; $\Delta b_2 = 0$ кг; $c_2 = 40$ ден. ед.

$a_3 = 1$ кг; $d_3 = 5$ кг; $b_3 = 401$ кг; $\Delta b_3 = 259$ кг.

Вариант 6

$a_1 = 3 \text{ кг}; d_1 = 1 \text{ кг}; b_1 = 330 \text{ кг}; \Delta b_1 = 130 \text{ кг}; c_1 = 33 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 2 \text{ кг}; d_2 = 8 \text{ кг}; b_2 = 800 \text{ кг}; \Delta b_2 = -130 \text{ кг}; c_2 = 24 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 5 \text{ кг}; d_3 = 6 \text{ кг}; b_3 = 745 \text{ кг}; \Delta b_3 = 125 \text{ кг.}$

Вариант 7

$a_1 = 3 \text{ кг}; d_1 = 4 \text{ кг}; b_1 = 600 \text{ кг}; \Delta b_1 = 84 \text{ кг}; c_1 = 42 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 3 \text{ кг}; d_2 = 1 \text{ кг}; b_2 = 357 \text{ кг}; \Delta b_2 = 129 \text{ кг}; c_2 = 26 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 1 \text{ кг}; d_3 = 5 \text{ кг}; b_3 = 600 \text{ кг}; \Delta b_3 = -90 \text{ кг.}$

Вариант 8

$a_1 = 5 \text{ кг}; d_1 = 4 \text{ кг}; b_1 = 810 \text{ кг}; \Delta b_1 = 110 \text{ кг}; c_1 = 34 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 4 \text{ кг}; d_2 = 2 \text{ кг}; b_2 = 980 \text{ кг}; \Delta b_2 = -65 \text{ кг}; c_2 = 36 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 2 \text{ кг}; d_3 = 6 \text{ кг}; b_3 = 786 \text{ кг}; \Delta b_3 = 220 \text{ кг.}$

Вариант 9

$a_1 = 2 \text{ кг}; d_1 = 4 \text{ кг}; b_1 = 580 \text{ кг}; \Delta b_1 = 100 \text{ кг}; c_1 = 30 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 4 \text{ кг}; d_2 = 4 \text{ кг}; b_2 = 680 \text{ кг}; \Delta b_2 = 40 \text{ кг}; c_2 = 44 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 3 \text{ кг}; d_3 = 2 \text{ кг}; b_3 = 438 \text{ кг}; \Delta b_3 = -50 \text{ кг.}$

Вариант 10

$a_1 = 5 \text{ кг}; d_1 = 2 \text{ кг}; b_1 = 750 \text{ кг}; \Delta b_1 = -92 \text{ кг}; c_1 = 30 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 4 \text{ кг}; d_2 = 5 \text{ кг}; b_2 = 807 \text{ кг}; \Delta b_2 = 115 \text{ кг}; c_2 = 49 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 1 \text{ кг}; d_3 = 7 \text{ кг}; b_3 = 840 \text{ кг}; \Delta b_3 = 230 \text{ кг.}$

Вариант 11

$a_1 = 5 \text{ кг}; d_1 = 2 \text{ кг}; b_1 = 432 \text{ кг}; \Delta b_1 = 118 \text{ кг}; c_1 = 25 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 4 \text{ кг}; d_2 = 3 \text{ кг}; b_2 = 424 \text{ кг}; \Delta b_2 = 37 \text{ кг}; c_2 = 17 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 3 \text{ кг}; d_3 = 5 \text{ кг}; b_3 = 582 \text{ кг}; \Delta b_3 = -100 \text{ кг.}$

Вариант 12

$a_1 = 1 \text{ кг}; d_1 = 4 \text{ кг}; b_1 = 240 \text{ кг}; \Delta b_1 = 70 \text{ кг}; c_1 = 15 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 3 \text{ кг}; d_2 = 2 \text{ кг}; b_2 = 180 \text{ кг}; \Delta b_2 = 120 \text{ кг}; c_2 = 20 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 5 \text{ кг}; d_3 = 1 \text{ кг}; b_3 = 251 \text{ кг}; \Delta b_3 = 150 \text{ кг.}$

Вариант 13

$a_1 = 7 \text{ кг}; d_1 = 2 \text{ кг}; b_1 = 560 \text{ кг}; \Delta b_1 = 0 \text{ кг}; c_1 = 70 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 3 \text{ кг}; d_2 = 3 \text{ кг}; b_2 = 300 \text{ кг}; \Delta b_2 = 60 \text{ кг}; c_2 = 110 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 1 \text{ кг}; d_3 = 5 \text{ кг}; b_3 = 332 \text{ кг}; \Delta b_3 = 68 \text{ кг.}$

Вариант 14

$a_1 = 3 \text{ кг}; d_1 = 1 \text{ кг}; b_1 = 300 \text{ кг}; \Delta b_1 = 65 \text{ кг}; c_1 = 39 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 4 \text{ кг}; d_2 = 3 \text{ кг}; b_2 = 477 \text{ кг}; \Delta b_2 = 195 \text{ кг}; c_2 = 52 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 1 \text{ кг}; d_3 = 4 \text{ кг}; b_3 = 441 \text{ кг}; \Delta b_3 = 117 \text{ кг.}$

Вариант 15

$a_1 = 3 \text{ кг}; d_1 = 2 \text{ кг}; b_1 = 298 \text{ кг}; \Delta b_1 = 140 \text{ кг}; c_1 = 20 \text{ ден. ед.}$

$a_2 = 2 \text{ кг}; d_2 = 6 \text{ кг}; b_2 = 600 \text{ кг}; \Delta b_2 = 0 \text{ кг}; c_2 = 11 \text{ ден. ед.}$

$a_3 = 5 \text{ кг}; d_3 = 1 \text{ кг}; b_3 = 401 \text{ кг}; \Delta b_3 = 259 \text{ кг.}$

ЗАДАЧА 2. (ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА)

На трёх базах A_1, A_2, A_3 находится однородный груз в количестве $a_1 \text{ т}, a_2 \text{ т}, a_3 \text{ т}$. Этот груз необходимо развести пяти потребителям B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 , потребности которых в данном грузе составляют $b_1 \text{ т}, b_2 \text{ т}, b_3 \text{ т}, b_4 \text{ т}, b_5 \text{ т}$ соответственно.

Стоимость перевозок пропорциональна расстоянию и количеству перевозимого груза.

Матрица тарифов c_{ij} ден. ед./т и значения $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ приведены в табл. 1 и условия задачи по вариантам.

Таблица 1

Потребители. Поставщики	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Запасы груза
A_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	c_{13} x_{13}	c_{14} x_{14}	c_{15} x_{15}	a_1
A_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	c_{23} x_{23}	c_{24} x_{24}	c_{25} x_{25}	a_2
A_3	c_{31} x_{31}	c_{32} x_{32}	c_{33} x_{33}	c_{34} x_{34}	c_{35} x_{35}	a_3
Потребность в грузе	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	Σ

Требуется спланировать первоначальные планы перевозок x_{ij} двумя способами (северо-западного угла и наименьшей стоимости) и улучшить их так, чтобы общая стоимость транспортных расходов была минимальной (использовать метод потенциалов).

Вариант 1

$$\begin{array}{ll}
 a_1 = 200 \text{ т}; & b_1 = 80 \text{ т}; \\
 a_2 = 250 \text{ т}; & b_2 = 260 \text{ т}; \\
 a_3 = 250 \text{ т}; & b_3 = 100 \text{ т}; \\
 & b_4 = 140 \text{ т}; \\
 & b_5 = 120 \text{ т};
 \end{array}
 \quad
 c_{ij} = \begin{pmatrix} 7 & 9 & 15 & 4 & 18 \\ 13 & 25 & 8 & 15 & 5 \\ 5 & 11 & 6 & 20 & 12 \end{pmatrix}$$

Вариант 2

$$\begin{aligned}a_1 &= 150 \text{ m}; & b_1 &= 60 \text{ m}; \\a_2 &= 200 \text{ m}; & b_2 &= 140 \text{ m}; \\a_3 &= 150 \text{ m}; & b_3 &= 100 \text{ m}; \\& & b_4 &= 80 \text{ m}; \\& & b_5 &= 120 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 19 & 8 & 14 & 5 & 9 \\ 6 & 10 & 5 & 25 & 11 \\ 7 & 13 & 8 & 12 & 14 \end{pmatrix}$$

Вариант 3

$$\begin{aligned}a_1 &= 200 \text{ m}; & b_1 &= 220 \text{ m}; \\a_2 &= 300 \text{ m}; & b_2 &= 120 \text{ m}; \\a_3 &= 300 \text{ m}; & b_3 &= 160 \text{ m}; \\& & b_4 &= 100 \text{ m}; \\& & b_5 &= 200 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 10 & 6 & 13 & 8 \\ 7 & 5 & 11 & 16 & 4 \\ 12 & 15 & 18 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

Вариант 4

$$\begin{aligned}a_1 &= 100 \text{ m}; & b_1 &= 100 \text{ m}; \\a_2 &= 150 \text{ m}; & b_2 &= 40 \text{ m}; \\a_3 &= 250 \text{ m}; & b_3 &= 140 \text{ m}; \\& & b_4 &= 60 \text{ m}; \\& & b_5 &= 160 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 15 & 8 & 9 & 11 & 12 \\ 4 & 10 & 7 & 5 & 8 \\ 6 & 3 & 4 & 15 & 20 \end{pmatrix}$$

Вариант 5

$$\begin{aligned}a_1 &= 300 \text{ m}; & b_1 &= 120 \text{ m}; \\a_2 &= 200 \text{ m}; & b_2 &= 180 \text{ m}; \\a_3 &= 200 \text{ m}; & b_3 &= 100 \text{ m}; \\& & b_4 &= 140 \text{ m}; \\& & b_5 &= 160 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 25 & 9 & 12 & 6 & 18 \\ 4 & 7 & 5 & 11 & 19 \\ 10 & 15 & 18 & 13 & 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 6

$$\begin{aligned}a_1 &= 150 \text{ m}; & b_1 &= 100 \text{ m}; \\a_2 &= 200 \text{ m}; & b_2 &= 180 \text{ m}; \\a_3 &= 200 \text{ m}; & b_3 &= 40 \text{ m}; \\& & b_4 &= 120 \text{ m}; \\& & b_5 &= 110 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 15 & 8 & 5 & 21 & 15 \\ 4 & 12 & 7 & 8 & 10 \\ 11 & 20 & 13 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$

Вариант 7

$$\begin{aligned}a_1 &= 100 \text{ m}; & b_1 &= 40 \text{ m}; \\a_2 &= 180 \text{ m}; & b_2 &= 120 \text{ m}; \\a_3 &= 120 \text{ m}; & b_3 &= 60 \text{ m}; \\& & b_4 &= 100 \text{ m}; \\& & b_5 &= 80 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 20 & 22 & 9 & 6 & 13 \\ 5 & 13 & 7 & 4 & 10 \\ 30 & 18 & 15 & 12 & 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 8

$$\begin{aligned}a_1 &= 220 \text{ m}; & b_1 &= 80 \text{ m}; \\a_2 &= 180 \text{ m}; & b_2 &= 140 \text{ m}; \\a_3 &= 200 \text{ m}; & b_3 &= 200 \text{ m}; \\& & b_4 &= 60 \text{ m}; \\& & b_5 &= 120 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 16 & 7 & 10 & 9 & 14 \\ 11 & 5 & 3 & 8 & 15 \\ 9 & 20 & 15 & 11 & 6 \end{pmatrix}$$

Вариант 9

$$\begin{aligned}a_1 &= 240 \text{ m}; \\a_2 &= 160 \text{ m}; \\a_3 &= 200 \text{ m};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_1 &= 180 \text{ m}; \\b_2 &= 40 \text{ m}; \\b_3 &= 160 \text{ m}; \\b_4 &= 120 \text{ m}; \\b_5 &= 100 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 5 & 8 & 15 & 20 & 9 \\ 8 & 7 & 6 & 12 & 14 \\ 16 & 11 & 19 & 10 & 5 \end{pmatrix}$$

Вариант 10

$$\begin{aligned}a_1 &= 100 \text{ m}; \\a_2 &= 200 \text{ m}; \\a_3 &= 300 \text{ m};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_1 &= 100 \text{ m}; \\b_2 &= 200 \text{ m}; \\b_3 &= 80 \text{ m}; \\b_4 &= 60 \text{ m}; \\b_5 &= 160 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 4 & 3 & 6 \\ 8 & 5 & 15 & 9 & 10 \\ 4 & 6 & 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 11

$$\begin{aligned}a_1 &= 200 \text{ m}; \\a_2 &= 175 \text{ m}; \\a_3 &= 225 \text{ m};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_1 &= 100 \text{ m}; \\b_2 &= 130 \text{ m}; \\b_3 &= 80 \text{ m}; \\b_4 &= 190 \text{ m}; \\b_5 &= 100 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 5 & 7 & 4 & 2 & 5 \\ 7 & 1 & 3 & 1 & 10 \\ 2 & 3 & 6 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

Вариант 12

$$\begin{aligned}a_1 &= 200 \text{ m}; \\a_2 &= 450 \text{ m}; \\a_3 &= 250 \text{ m};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_1 &= 100 \text{ m}; \\b_2 &= 125 \text{ m}; \\b_3 &= 325 \text{ m}; \\b_4 &= 250 \text{ m}; \\b_5 &= 100 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 5 & 8 & 7 & 10 & 3 \\ 4 & 2 & 2 & 5 & 6 \\ 7 & 3 & 5 & 9 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 13

$$\begin{aligned}a_1 &= 250 \text{ m}; \\a_2 &= 200 \text{ m}; \\a_3 &= 200 \text{ m};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_1 &= 120 \text{ m}; \\b_2 &= 130 \text{ m}; \\b_3 &= 100 \text{ m}; \\b_4 &= 160 \text{ m}; \\b_5 &= 140 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 27 & 36 & 35 & 31 & 29 \\ 22 & 23 & 26 & 32 & 35 \\ 35 & 42 & 38 & 32 & 39 \end{pmatrix}$$

Вариант 14

$$\begin{aligned}a_1 &= 350 \text{ m}; \\a_2 &= 330 \text{ m}; \\a_3 &= 270 \text{ m};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_1 &= 210 \text{ m}; \\b_2 &= 170 \text{ m}; \\b_3 &= 220 \text{ m}; \\b_4 &= 150 \text{ m}; \\b_5 &= 200 \text{ m};\end{aligned}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 12 & 9 & 1 & 7 \\ 2 & 4 & 11 & 2 & 10 \\ 7 & 14 & 12 & 5 & 8 \end{pmatrix}$$

В а р и а н т 15

$$\begin{array}{ll} a_1 = 300 \text{ m}; & b_1 = 210 \text{ m}; \\ a_2 = 250 \text{ m}; & b_2 = 150 \text{ m}; \\ a_3 = 200 \text{ m}; & b_3 = 120 \text{ m}; \\ & b_4 = 135 \text{ m}; \\ & b_5 = 135 \text{ m}; \end{array}$$

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 13 & 2 & 7 \\ 9 & 4 & 11 & 9 & 17 \\ 3 & 16 & 10 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$