

Министерство науки
и высшего образования
Российской Федерации

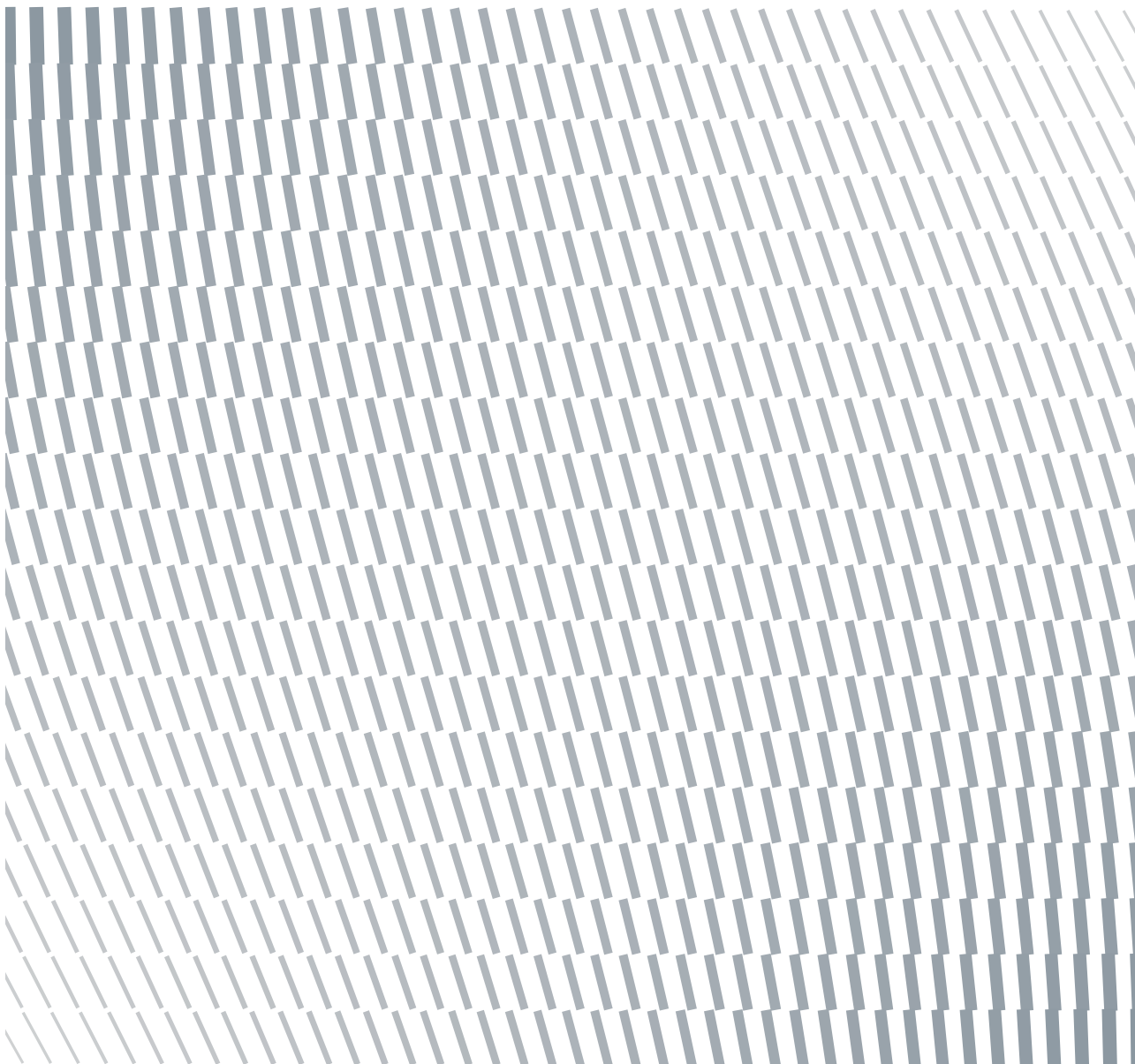
Московский
государственный
университет геодезии
и картографии
(МИИГАиК)

Н.А. Политикова

Экономико- математические методы и модели в землеустройстве и кадастрах

методические указания по выполнению
контрольной работы по направлению подготовки
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
заочная форма обучения

МОСКВА 2024



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК)

Н.А. Политикова

Экономико-математические методы и модели в землеустройстве и кадастрах

методические указания по выполнению контрольной работы
по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
заочная форма обучения

МИИГАиК

Москва

2024

УДК 338.012
ББК 65.05
П50

Рецензенты:

д-р пед. наук, доцент **М.В. Литвиненко** (МИИГАиК)
д-р экон. наук, доцент **М.А. Шушкин** (НИУ ВШЭ в Нижнем Новгороде)

Политикова, Наталья Анатольевна

П50 Экономико-математические методы и модели в землеустройстве и кадастрах. /
Н.А. Политикова : учебно-методическое пособие по направлению подготовки
21.03.02 «Землеустройство и кадастры», заочная форма обучения — М. :
МИИГАиК, 2024. — 22 с.

В пособии изложены методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине
«Экономико-математические методы и модели в землеустройстве и кадастрах» для студентов заочной
формы обучения по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

УДК 338.012
ББК 65.05

Электронное учебное издание

Политикова Наталья Анатольевна
Экономико-математические методы и модели в землеустройстве и кадастрах
Ответственный редактор *Л.А. Луговская*

Рассмотрено и одобрено на заседании
Редакционно-издательского совета МИИГАиК
2024 г.

Электронная версия учебно-методического пособия размещена
на сайте МИИГАиК www.miigaik.ru

© Политикова Н.А., 2024
© МИИГАиК, 2024

Содержание

	<i>стр.</i>
1. Требования к знаниям и умениям студента по результатам самостоятельной учебно-познавательной деятельности в ходе выполнения работы	4
2. Условия оценивания контрольной работы	5
3. Задания для контрольной работы	6
4. Методические указания по выполнению контрольной работы	7
5. Методические указания по оформлению контрольной работы	18
6. Вопросы для самоконтроля	18
7. Рекомендуемые информационные источники	19
8. Приложения	21
Приложение А	21
Приложение Б	22

1 Требования к знаниям и умениям студента по результатам самостоятельной учебно-познавательной деятельности в ходе выполнения работы

По результатам самостоятельной учебно-познавательной деятельности в ходе выполнения контрольной работы студент должен:

ЗНАТЬ	Теоретические аспекты линейного программирования: Сущность линейного программирования, методы линейного программирования, в частности, метод минимального тарифа и метод потенциалов решения транспортной задачи
УМЕТЬ	Применять метод минимального тарифа и метод потенциалов при решении транспортной задачи линейного программирования Применять средства MS Excel в решении экономико-математических задач

2 Условия оценивания контрольной работы

Порядок допуска к защите контрольной работы во время очных занятий на сессии:

<i>Результат проверки</i>	<i>Действия студента</i>
Работа допущена к защите без исправлений	Сделав исправления в работе, где это указано преподавателем, студент не присылает повторно работу на проверку, а приносит исправленную работу на очные занятия в распечатанном виде для защиты
Работа допущена к защите с исправлениями	
Работа не допущена к защите	Сделав исправления в работе, где это указано преподавателем, студент присылает работу на проверку повторно , до тех пор, пока работа не будет допущена к защите без исправлений или с незначительными исправлениями

3 Задание для контрольной работы

Контрольная работа включает выполнение задания на тему:

«Решение транспортной задачи с применением метода минимального тарифа и метода потенциалов с индивидуальными исходными данными»

Задача. Известны запасы трех фермерских хозяйств — поставщиков кормов $a_i, i = 1, 2, 3$ и потребности $b_j, j = 1, 2, 3$ трех потребителей животноводческих комплексов. Задана матрица C цен перевозок (транспортных издержек):

$$C = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 7 & 1 & 9 \\ 3 & 7 & 6 \\ 8 & 9 & 7 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

По предпоследней цифре зачетной книжки выбираются a_i , а по последней цифре — b_j . Варианты приведены в таблице 1. Например, последние две цифры номера зачетной книжки — 9 и 1, тогда $a_i = 77, 38, 57$; $b_j = 30, 40, 91$.

Таблица 1
Таблица формирования вариантов:

0	45	27	94
1	30	40	91
2	22	35	66
3	65	29	41
4	34	27	20
5	67	92	57
6	85	62	34
7	56	24	15
8	47	89	53
9	77	38	57

Найти оптимальный план перевозок с применением метода минимального тарифа и метода потенциалов, а также с помощью средств MS Excel.

4 Методические указания по выполнению контрольной работы

Алгоритм решения задачи (Пример):

В муниципальном образовании имеется 3 земельных участка, которые необходимо засеять различными объемами овса (30, 40, 50 ед. соответственно). В этом же муниципальном образовании есть 3 склада с различными запасами овса (20, 40, 60 ед. соответственно). Необходимо разработать такой план перевозок овса к участкам, чтобы затраты на транспортировку были минимальны.

Матрица цен на перевозки из склада i к участку j :

$$C_{ij} = \begin{matrix} 5 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 4 \\ 4 & 1 & 2 \end{matrix} \left[\begin{matrix} \\ \\ \end{matrix} \right]$$

Необходимо разработать такой план перевозок овса к участкам, чтобы затраты на транспортировку были минимальны. Исходные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2
Исходные данные для примера

Склады	Участки			Запасы овса на складе
	1	2	3	
1	5	3	1	20 ед.
2	3	2	4	40 ед.
3	4	1	2	60 ед.
Потребность участка	30 ед.	40 ед.	50 ед.	120

Необходимо ввести обозначения. Пусть:

a_i — количество ед. овса, вывозимых со склада i , где $i = 1, 2, \dots, m$;

b_j — количество ед. овса, ввозимых на участок j , где $j = 1, 2, \dots, n$;

x_{ij} — количество ед. овса привезенных со склада i на участок j ;

c_{ij} — транспортные расходы на перевозку со склада i на участок j ;

$F(x)$ — транспортные расходы на перевозку (целевая функция).

Сформируем экономико-математическую модель задачи.

Задача состоит в том, чтобы найти оптимальный план перевозок, при котором затраты на транспортировку всех перевозок были бы минимальны, то есть целевая функция должна стремиться к минимуму.

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

При этом должен выполняться ряд ограничений.

Ограничения по запасам у каждого из поставщиков:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (2)$$

Выполним вычисления для нашего случая:

$$20 + 40 + 60 = 120$$

Ограничения по потребностям каждого из потребителей:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (3)$$

Выполним вычисления для нашего случая:

$$30 + 40 + 50 = 120$$

Условие не отрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0 \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Условием разрешимости транспортной задачи является равенство запаса и спроса, то есть задача должна быть закрытой.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (5)$$

Условия экономико-математической модели образуют систему из $m+n$ линейных уравнений, независимых уравнений $m + n - 1$.

Система уравнений имеет множество решений, каждое из которых называется **допустимым планом**.

Допустимый план, содержащий не более $m + n - 1$ ненулевых переменных X_{ij} , называется **базисным (опорным) планом**, а отличные от нуля переменные составляют базис системы и называются **базисными переменными**.

Оптимальный план следует искать только среди базисных планов.

Решение транспортной задачи осуществляется последовательными приближениями (**итерациями**). Каждая итерация — это целенаправленный переход от одного плана к другому, обеспечивающий достижение оптимума.

Формирование исходного базисного плана, согласно заданию, будет производиться с помощью **метода минимального тарифа** — это один из простых и распространенных методов решения транспортной задачи. Просматриваются тарифы таблицы и, в первую очередь, заполняется клетка с минимальным значением тарифа. При этом в клетку записывается максимально возможное значение поставки. Затем из рассмотрения исключают строку, соответствующую поставщику, запасы которого полностью израсходованы, или столбец, соответствующий потребителю, спрос которого полностью удовлетворен. После этого из оставшихся клеток таблицы снова выбирают клетку с наименьшим тарифом. Процесс распределения заканчивается, когда все запасы поставщиков исчерпаны, а спрос потребителей полностью удовлетворен.

Всегда после заполнения транспортной таблицы необходимо проводить проверку плана на вырожденность. Количество загруженных клеток должно быть равно $m + n - 1$. Тогда план считается **невырожденным**, в противном случае — **вырожденным**.

Вырожденный план необходимо привести к невырожденному виду, иначе невозможно будет получить оптимальный план. Для этого некоторые клетки плана загружаются нулевыми перевозками, клетки выбираются таким образом, чтобы загруженные клетки не образовывали замкнутого цикла.

Для улучшения опорного плана и получения оптимального плана используется **метод потенциалов**.

После того, как найден исходный опорный план перевозок, каждому поставщику a_i ставится в соответствие потенциал u_i (*потенциал поставщика*), а каждому потребителю b_j — потенциал v_j (*потенциал потребителя*).

План оптимальный, если удовлетворяются условия:

- 1) при перевозке груза от поставщика a_i потребителю b_j сумма их потенциалов равна соответствующей стоимости перевозки единицы груза:

$$v_j + u_i = c_{ij}, \text{ если } x_{ij} > 0, \quad (6)$$

- 2) сумма потенциалов каждого поставщика и каждого потребителя не превосходит соответствующей стоимости перевозки единицы груза:

$$v_j + u_i \leq c_{ij}, \text{ если } x_{ij} = 0. \quad (7)$$

Для оценки плана необходимо определить косвенные (условные) тарифы (c'_{ij}) свободных ячеек:

$$c'_{ij} = v_j + u_i \quad (8)$$

Условия оптимальности плана:

для всех базисных переменных (занятых ячеек):

$$c'_{ij} = c_{ij} \quad (9)$$

для всех небазисных переменных (свободных ячеек):

$$\Delta_{ij} = c'_{ij} - c_{ij} \leq 0 \text{ при } F(x) \rightarrow \min \quad (10)$$

где Δ_{ij} — оценка соответствующей ячейки.

Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов:

1. Формирование исходного базисного плана и вычисление F .
2. Расчет потенциалов, удовлетворяющих условию (9) для базисных переменных.
3. Вычисление косвенных тарифов c'_{ij} .
4. Проверка плана на оптимальность (соблюдение условия (10) для всех небазисных переменных).
5. Если план оптимален, переход к Шагу 8.

6. Формирование нового улучшенного опорного плана на основе построения цикла пересчета плана.

7. Переход к Шагу 2.

8. Решение задачи окончено.

1. Формирование исходного базисного плана:

Таблица 3
Исходный базисный план

Склады	Участки			$\sum a_i$
	1	2	3	
1	5	3	1	20
	-	-	20	
2	3	2	4	40
	30	-	10	
3	4	1	2	60
	-	40	20	
$\sum b$	30	40	50	120

Пояснение к таблице 3:

в зеленых полях — c_{ij} ; в серых полях — c'_{ij} .

2. Расчет потенциалов:

Потенциал первого поставщика принимают равным нулю ($u_1=0$). Остальные потенциалы рассчитываются по формулам:

$$v_j = c'_{ij} - u_i;$$

$$u_i = c'_{ij} - v_j.$$

Для занятых ячеек

$$u_1 + v_3 = 1;$$

$$u_2 + v_1 = 3;$$

$$u_2 + v_3 = 4;$$

$$u_3 + v_2 = 1;$$

$$u_3 + v_3 = 2.$$

Принимая $u_1 = 0$, получаем $u_2 = 3; u_3 = 1; v_1 = 0; v_2 = 0; v_3 = 1$.

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 20 * 1 + 30 * 3 + 10 * 4 + 40 * 1 + 20 * 2 = 230 \text{ ед.}$$

3. Вычисление условных тарифов:

Зная все потенциалы, можем перейти к шагу 3 и вычислить условные тарифы для свободных ячеек ($c'_{ij} = u_i + v_j$).

$$c'_{11} = 0 + 0 = 0$$

$$c'_{12} = 0 + 0 = 0$$

$$c'_{22} = 0 + 3 = 3$$

$$c'_{31} = 0 + 1 = 1$$

Таблица 4

Базисный план с прямыми и косвенными тарифами

Склады	Участки						$\sum a_i$
	В1		В2		В3		
А1	5	0	3	0	1	1	20
	-		-		20		
А2	3	3	2	3	4	4	40
	30		-		10		
А3	4	1	1	1	2	2	60
	-		40		20		
$\sum b_j$	30		40		50		120

4. Проверка плана на оптимальность:

$$\Delta_{11} = c'_{11} - c_{11} = 0 - 5 = -5$$

$$\Delta_{12} = c'_{12} - c_{12} = 0 - 3 = -3$$

$$\Delta_{22} = c'_{22} - c_{22} = 3 - 2 = 1$$

$$\Delta_{31} = c'_{31} - c_{31} = 1 - 4 = -3$$

5. Формирование нового улучшенного базисного плана:

Так как среди оценок Δ_{ij} нарушено условие оптимальности (есть положительное значение Δ_{22}), то данный план не оптимален и необходимо создать новый улучшенный базисный план.

Строим новый план перевозок. Начинаем загрузку таблицы с ячейки, у которой Δ_{ij} — положительна. Если будет несколько положительных оценок, то выбирается клетка для загрузки, у которой положительная оценка наибольшая по величине. Начиная загрузку с ячейки A_2B_2 , строим замкнутый цикл:

$$A_2B_2 \rightarrow A_2B_3 \rightarrow A_3B_3 \rightarrow A_3B_2 \rightarrow A_2B_2$$

Вершинам цикла приписываем чередующиеся знаки «плюс» и «минус», свободной ячейке — «плюс». (табл. 5).

Таблица 5
Базисный план с циклом

Склады	Участки						Σa_i
	B ₁		B ₂		B ₃		
A ₁	5	0	3	0	1	1	20
	-		-		20		
A ₂	3	3	2	3	4	4	40
	30		-		10		
A ₃	4	1	1	1	2	2	60
	-		40		20		
Σb_j	30		40		50		120

Далее выбираем наименьшее значение в клетках, отмеченных знаком «минус», которое будем перераспределять по вершинам цикла. В примере — это число 10 в ячейке A_2B_3 . Новый опорный план представлен в таблице 6.

Таблица 6

Улучшенный базисный план (итерация 1)

Участки/ Склады	B_1		B_2		B_3		$\sum a_i$
A_1	5	1	3	0	1	1	20
	-		-		20		
A_2	3	3	2	2	4	3	40
	30		10		-		
A_3	4	2	1	1	2	2	60
	-		30		30		
$\sum b_j$	30		40		50		120

6. Переход к шагу 2 (расчет потенциалов):

$$c'_{13} = c_{13} = v_3 = 1; u_1 = 0$$

$$c'_{21} = c_{21} = 3v_1 = 0; u_2 = 3$$

$$c'_{22} = c_{22} = 2v_2 = 0; u_2 = 2$$

$$c'_{32} = c_{32} = 1v_2 = 0; u_3 = 1$$

$$c'_{33} = c_{33} = 2v_3 = 1; u_3 = 1$$

7. Вычисление косвенных тарифов:

$$c'_{11} = 0 + 1 = 1$$

$$c'_{12} = 0 + 0 = 0$$

$$c'_{23} = 1 + 2 = 3$$

$$c'_{21} = 1 + 1 = 2$$

8. Проверка плана на оптимальность:

$$\Delta_{11} = c'_{11} - c_{11} = 1 - 5 = -4$$

$$\Delta_{12} = c'_{12} - c_{12} = 0 - 3 = -3$$

$$\Delta_{23} = c'_{23} - c_{23} = 3 - 4 = -1$$

$$\Delta_{31} = c'_{31} - c_{31} = 2 - 4 = -2$$

Так как все значения Δ_{ij} отрицательны, данный план оптимален.

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 20 * 1 + 30 * 3 + 10 * 2 + 30 * 1 + 30 * 2 = 220 \text{ ед.}$$

Интерпретация оптимального решения.

В результате решения данной задачи был определен оптимальный план транспортировки овса с наименьшей стоимостью перевозок.

Чтобы стоимость транспортировки была минимальной, необходимо:

1. С первого склада перевезти все запасы на 3-й участок.
2. Запасы второго склада распределить на первых 2-х по 30 и 10 единиц соответственно.
3. Запасы 3-го склада поровну (по 30 ед.) распределить между 2-м и 3-м участками.

При этом общие затраты на перевозку составят 220 ед.

Применение средств Microsoft Excel для решения задачи.

Для решения задач оптимизации в MS Excel 2010 используется инструмент Поиск решения. Подробнее о возможностях применения Microsoft Excel 2010 в решении оптимизационных задач можно ознакомиться в учебном пособии Шадриной Н.И. (Пункт 7 в «Рекомендуемых источниках»), где на стр. 30–41 приводится подробный алгоритм решения транспортной задачи средствами Ms Excel.

Общий алгоритм решения оптимизационных задач в MS Excel 2010 следующий:

1. Составить математическую модель.
2. Ввести на рабочий лист Excel условия задачи:
 - а) создать таблицу на рабочем листе для ввода условий задачи;
 - б) ввести исходные данные, целевую функцию, ограничения и граничные условия.
3. Выполнить команду: Данные → Анализ → Поиск решения.
4. Указать параметры в диалоговом окне «Параметры поиска решения», выполнить решение.
5. Проанализировать полученные результаты.

Настройка доступа к инструменту Поиск решения:

Доступ к инструменту «Поиск решения» осуществляется с помощью команды:

Данные → Анализ → Поиск решения (рис. 1)

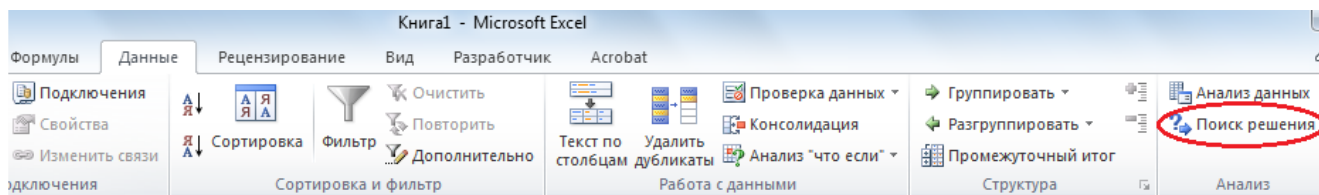


Рис. 1 Экранная форма инструмента Поиск решения

Данная команда отображает окно диалога «Параметры поиска решения» (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1												
2		Дано					Изменяемые переменные			Значение целевой функции		
3		5	3	1		0	0	20				
4		3	2	4		30	10	0				
5		4	1	2		0	30	30	220			
6												
7												
8		Ограничения по запасам					Ограничения по потребностям					
9		20 =		20		30 =		30				
10		40 =		40		40 =		40				
11		60 =		60		50 =		50				
12												

Рис. 2 Исходные данные задачи

Перед использованием инструмента «Поиск решения» на листе электронной таблицы должны быть сформированы целевая функция и область изменяемых ячеек (неизвестные), значения которых будут найдены в процессе решения. Решение (изменяемые ячейки) должно находиться в определенных пределах

или удовлетворять определенным ограничениям.

Оптимизируется значение целевой функции до максимума, минимума, или некоторого определенного значения.

В поле «Изменяя ячейки переменных» указывается адрес блока ячеек, которые и будут решением (рис. 3).

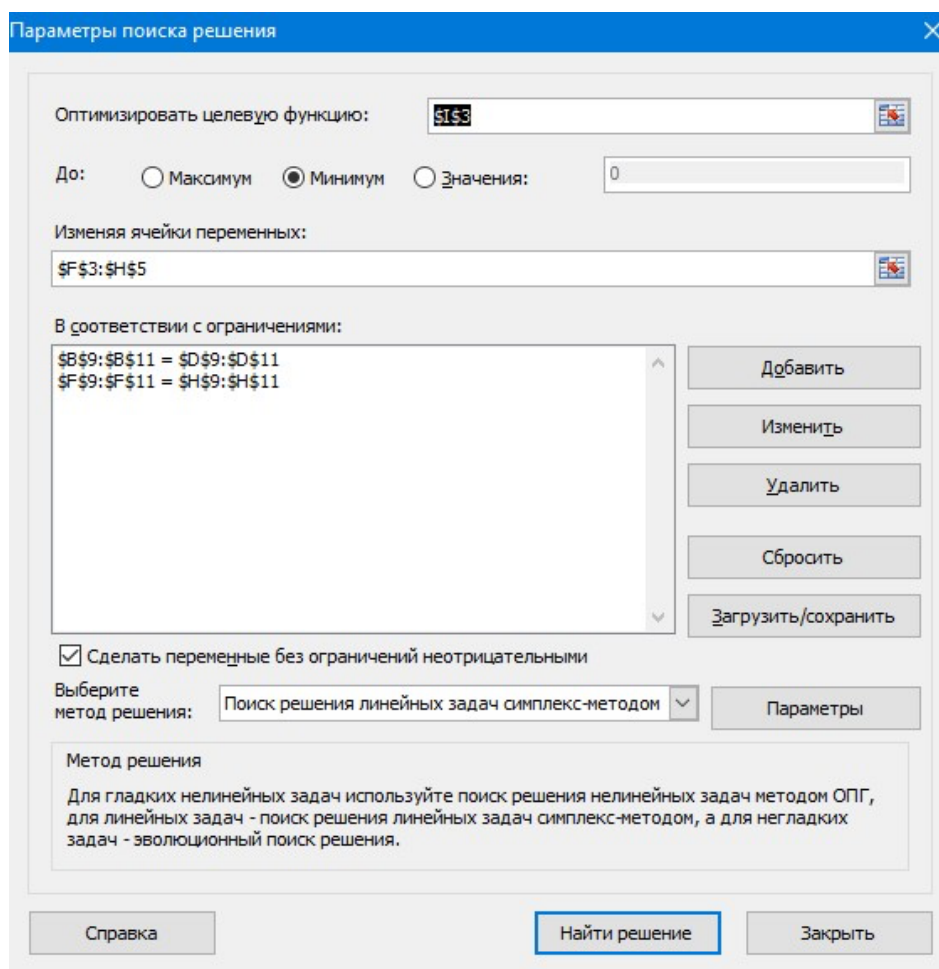


Рис. 3 Параметры поиска решения для индивидуального задания

На последнем шаге выполнения индивидуального задания необходимо решить эту же задачу с применением средств MS Excel и сравнить полученный результат с решением задачи методом потенциалов.

5 Требования к оформлению контрольной работы

Студенты заочного отделения оформляют контрольную работу и предоставляют ее на проверку в электронном виде с использованием инструментов системы дистанционного обучения университета МИИГАиК.

Требования к оформлению контрольной работы:

Текст работы может быть оформлен в одном из следующих вариантов:

- «от руки» с последующим сканированием и сохранением в формате pdf;
- в электронном виде в формате doc, docx.

6 Вопросы для самоконтроля:

1. В чем отличие открытой транспортной задачи?
2. Что такое линейное программирование?
3. Охарактеризуйте ЭММ (метод потенциалов для решения транспортной задачи ЛП).
4. Что такое закрытая транспортная задача линейного программирования?
5. Как превратить открытую транспортную задачу линейного программирования в закрытую?
6. Что такое базисный план?
7. Что такое базисные переменные?
8. Как рассчитать условную цену?
9. Что такое потенциалы, использование их в расчетах?
10. Назовите условие оптимальности при решении транспортной задачи линейного программирования методом потенциалов.
11. Охарактеризуйте этапы алгоритма решения транспортной задачи линейного программирования методом потенциалов.

7 Рекомендуемые информационные источники

а) основная литература:

1. Алексеев Г.В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация учебное пособие/ Алексеев Г.В., Холявин И.И.. Саратов: Вузовское образование, 2019. 195 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79692.html>.
2. Аттетков А.В. Зарубин В.С., Канатников А.Н. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В Аттетков., В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. Саратов: Вузовское образование, 2018. 272 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77664.html>.
3. Волков С.Н. Экономико-математические методы и модели в Землеустройстве. М.: Колос, 2007. 696 с.
4. Глухов, В.В., Медников, М.Д. Математические модели менеджмента: учебное пособие. / СПб: Издательство «Лань», 2018. 500 с.
5. Забаева, М.Н., Васютинская, С.И. учебно-методическое пособие по дисциплине «Экономика предприятия» / методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры». М.: МИИГАиК, 26 с.
6. Фельдман И.А., Краснопевцева Б.В., Шингарева, К.Б., Сеницына, А.Л. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Экономика и менеджмент», раздел «Применение математических методов в экономике». М.: МИИГАиК, 2006. 34с.
7. Шадрина, Н.И. Решение задач оптимизации в Microsoft Excel 2010: учебное пособие. Хабаровск: Изд-во ТГУ, 2016. 101 с.
8. Яковлев С.В. Теория систем и системный анализ: учебное пособие для вузов (лабораторный практикум). Мин-во образ. и науки Российской Федерации, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 2-е изд., перераб. и доп. Ставрополь: изд-во СКФУ. 2014. 354 с.

9. Яроцкая, Е.В. Экономико-математические методы и моделирование: учебное пособие / Е.В. Яроцкая. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 227 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69291.html>.

б) дополнительная литература:

1. Катаргин Н.В. Экономико-математическое моделирование в Excel: учебно-методическое пособие / Н.В. Катаргин. Саратов: Вузовское образование, 2018. 256 с.
2. Павлидис В.Д. Практикум по экономико-математическим методам: учебное пособие. М.: Издательство «Омега-Л». Оренбург: Издательский центр «ОГАУ», 2014. 130 с.
3. Плескунов М.А. Задачи сетевого планирования: учебное пособие / М.А. Плескунов. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2014. 92 с.

Электронные ресурсы:

1. Официальный интернет-сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат) — <http://www.gks.ru/>.
2. Сайт журнала «Экономика и математические методы»
<http://www.cemi.rssi.ru/emm/home.htm>.
3. ЭБС «IPRbooks» — <http://www.iprbookshop.ru>.
4. Научная электронная библиотека — <http://www.elibrary.ru/>.

Приложение А

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК)

Кафедра экономики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Экономико-математические методы и модели
в землеустройстве и кадастрах»

студента заочной формы обучения

по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры

ФИО _____

Москва 20__

СОДЕРЖАНИЕ

Контрольная работа на тему:

«Решение транспортной задачи с применением метода минимального тарифа и метода потенциалов с индивидуальными исходными данными»

	<i>стр.</i>
1 Формулировка задачи с исходными данными студента	
2 Обозначения экономико-математической модели	
3 Экономико-математическая модель задачи	
4 Решение транспортной задачи с применением метода потенциалов	
5 Интерпретация оптимального решения	
6 Применение средств Microsoft Excel для решения задачи	