

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Организация перевозок и дорожного движения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ»

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2020

УДК 656:519.86:65.011.56

Составители: Т.Н. Роговенко, А.А. Мирончук

Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Информационные технологии на транспорте». – Ростов-на-Дону : Донской гос. техн. ун-т, 2020. – 31 с.

Содержат описание лабораторных работ, порядок их выполнения, контрольные вопросы, вариант заданий и примеры оформления отчетов.

Предназначены для обучающихся по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» очной и заочной форм обучения.

УДК 656:519.86:65.011.56

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Организация перевозок и дорожного движения» д-р техн. наук, профессор В.В. Зырянов

В печать 30.01.2020 г.
Формат 60×84/16. Объем 1,9 усл. п. л.
Тираж 30 экз. Заказ № 20.

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Использование электронных таблиц для решения задач на транспорте.....	4
Лабораторная работа №2. Исследование зависимости минимальной стоимости работы погрузчиков от ограничений на план работы.....	9
Лабораторная работа №3. Применение электронных таблиц Microsoft Excel для оптимизации расписания сотрудников транспортной компании.....	13
Лабораторная работа №4. Решение транспортной задачи с использованием автоматизированных систем управления.....	17
Лабораторная работа №5. Идентификация штрих-кодов.....	21
Приложение 1. Исходные данные лабораторной работы №1	23
Приложение 2. Исходные данные лабораторной работы №2.....	24
Приложение 3. Исходные данные лабораторной работы №3.....	24
Приложение 4. Исходные данные лабораторной работы №4.....	26
Приложение 5. Исходные данные лабораторной работы №5.....	30
ЛИТЕРАТУРА.....	31

Лабораторная работа №1

Использование электронных таблиц для решения задач на транспорте

Цель: Научиться использовать средства Microsoft Excel при решении задач линейной оптимизации, возникающих в технологических процессах на транспорте.

Основные положения

Большую часть задач оптимизации на транспорте представляют собой задачи линейного программирования, т. е. такие, у которых критерий оптимизации и ограничения – линейные функции.

Для решения задач линейной оптимизации можно применить надстройку Microsoft Excel «Поиск решения» (рис.1).

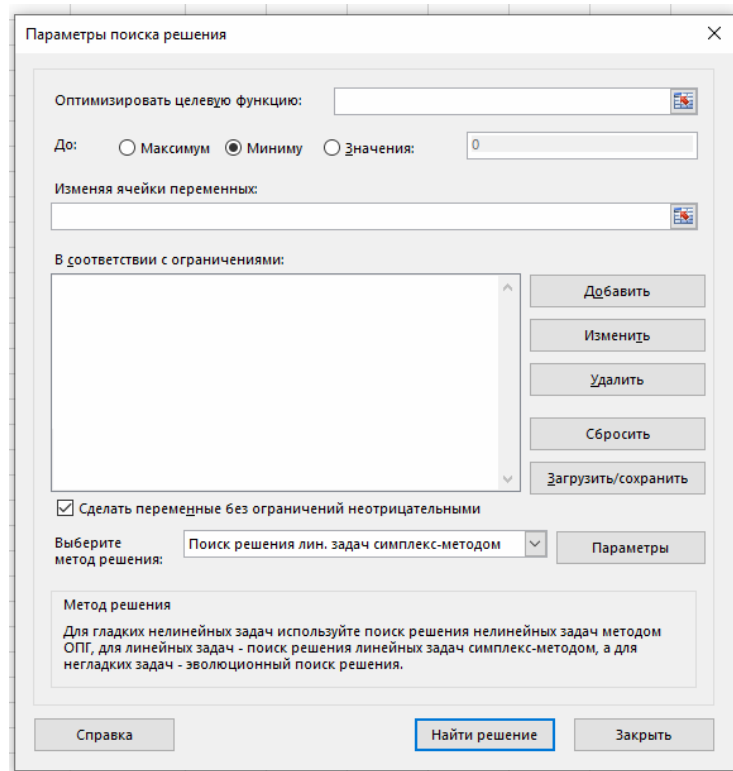


Рис.1. Окно надстройки Microsoft Excel «Поиск решения»

Данное окно содержит следующие параметры процедуры поиска решения:

«Оптимизировать целевую ячейку» - для указания адреса ячейки, содержащей целевую функцию задачи;

«До» - это опция для выбора одного из трех переключателей, определяющих тип взаимосвязи между решением и целевой ячейкой;

«Изменяя ячейки переменных» - для указания ячеек, которые должны изменяться в процессе поиска решения задачи;

«В соответствии с ограничениями» - с помощью кнопок «Добавить», «Изменить», «Удалить», «Сбросить», «Загрузить/Сбросить» устанавливаются новые, редактируются существующие или загружаются из других сценариев ограничения на переменные;

«Выберите метод решения» - позволяет из списка методов выбрать подходящий для данной задачи;

«Параметры» - это кнопка для изменения условий реализации выбранного метода.

Для решения задачи с помощью надстройки «Поиск решения» предварительно необходимо подготовить рабочий лист MS Excel, корректно разместить на нем все исходные данные, грамотно ввести необходимые формулы для целевой функции и для других зависимостей, выбрать место для значений переменных. Следует учитывать, что решение линейных задач в надстройке «Поиск решения» осуществляется с помощью симплекс-метода.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с основными положениями применения надстройки «Поиск решения».
2. Определить исходные данные и поставленную задачу для своего варианта лабораторной работы в соответствии с приложением 1.
3. Изучить поставленную задачу и записать математическую модель.
4. Подготовить исходные данные и выполнить ввод математической модели на листе MS Excel.
5. Получить решение с помощью надстройки «Поиск решения».
6. Сделать вывод по результатам решения задачи.
7. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Постановка задачи.
2. Математическая модель.
3. Скриншот рабочего листа MS Excel с исходными данными.
4. Скриншот рабочего листа MS Excel с формулами, соответствующими математической модели.
5. Скриншот окна надстройки «Поиск решения».
6. Скриншот рабочего листа MS Excel с результатами работы надстройки «Поиск решения».
7. Вывод и ответы на контрольные вопросы

Пример оформления отчета

Постановка задачи

Двум погрузчикам разной мощности не более чем за 24 ч нужно погрузить на первой площадке 230 т, на второй – 168 т. Первый погрузчик на первой площадке может погрузить 10 т в час, на второй – 12 т в час. Второй погрузчик на каждой площадке может погрузить по 13 т в час. Стоимость работ, связанных с погрузкой 1 т первым погрузчиком на первой площадке равна 8 у.е.; на второй – 7 у.е.; вторым погрузчиком на первой площадке – 12 у.е.; на второй – 13 у.е. Нужно составить план работы, т. е. найти, какой объем работ должен выполнить каждый погрузчик на каждой площадке, чтобы стоимость всех работ по погрузке была минимальной. Следует учесть, что по техническим причинам время работы первого погрузчика на второй площадке может быть не более 16 ч.

Математическая модель

Обозначения:

x_{11} – объем работ, выполненный первым погрузчиком на первой площадке, т;

x_{12} – объем работ, выполненный первым погрузчиком на второй площадке, т;

x_{21} – объем работ, выполненный вторым погрузчиком на первой площадке, т;

x_{22} – объем работ, выполненный вторым погрузчиком на второй площадке, т.

Целевая функция:

$$F = 8 \cdot x_{11} + 7 \cdot x_{12} + 12 \cdot x_{21} + 13 \cdot x_{22} \rightarrow \min, \quad (1)$$

Ограничения:

$$x_{11} + x_{21} = 230, \quad (2)$$

$$x_{12} + x_{22} = 168, \quad (3)$$

$$\frac{x_{11}}{10} + \frac{x_{12}}{12} \leq 24, \quad (4)$$

$$\frac{x_{21}}{13} + \frac{x_{22}}{13} \leq 24, \quad (5)$$

$$\frac{x_{11}}{10} + \frac{x_{21}}{13} \leq 24, \quad (6)$$

$$\frac{x_{12}}{12} + \frac{x_{22}}{13} \leq 24, \quad (7)$$

$$\frac{x_{12}}{12} \leq 16, \quad (8)$$

$$x_{ij} \geq 0 \forall i, j . \quad (9)$$

	В	С	Д	Е
1			Площадка1	Площадка2
2		Объем груза, т	230	168
3	Погрузчик1	Производительность1, т/ч	10	12
4	Погрузчик2	Производительность2, т/ч	13	13
5				
6	Погрузчик1	Стоимость1, у.е.	8	7
7	Погрузчик2	Стоимость2, у.е.	12	13
8				
9		Целевая функция	0	
10		План работ		
11		Объем работ1, т		
12		Объем работ2, т		
13				
14		Ограничения		
15		Сумма объемов	0	230
16		Сумма объемов	0	168
17		Время работы погрузчика1	0	24
18		Время работы погрузчика2	0	24
19		Время работы на площадке1	0	24
20		Время работы на площадке2	0	24
21		Время работы погр.1 на 2 площ.	0	16
22				
23		- Ячейки содержащие исходные данные		

Рис.2. Скриншот рабочего листа MS Excel с исходными данными

	В	С	Д	Е
1			Площадка1	Площадка2
2		Объем груза, т	230	168
3	Погрузчик1	Производительность1, т/ч	10	12
4	Погрузчик2	Производительность2, т/ч	13	13
5				
6	Погрузчик1	Стоимость1, у.е.	8	7
7	Погрузчик2	Стоимость2, у.е.	12	13
8				
9		Целевая функция	=D6*D11+D7*D12+E6*E11+E7*E12	
10		План работ		
11		Объем работ1, т		
12		Объем работ2, т		
13				
14		Ограничения		
15		Сумма объемов	=СУММ(D11:D12)	=D2
16		Сумма объемов	=СУММ(E11:E12)	=E2
17		Время работы погрузчика1	=D11/D3+E11/E3	24
18		Время работы погрузчика2	=D12/D4+E12/E4	24
19		Время работы на площадке1	=D11/D3+D12/D4	24
20		Время работы на площадке2	=E11/E3+E12/E4	24
21		Время работы погр.1 на 2 площ.	=D11/E3	16
22				
23		- Ячейки содержащие исходные		

Рис.3. Скриншот рабочего листа MS Excel с формулами, соответствующими математической модели.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

$SDS15 = SDS15$
 $SDS12 \geq 0$
 $SDS17:SDS21 \leq SDS17:SDS21$
 $SDS16 = SDS16$
 $SDS11 \geq 0$
 $SES11 \geq 0$
 $SES12 \geq 0$

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Рис. 4. Скриншот окна надстройки «Поиск решения».

	В	С	Д	Е
1			Площадка1	Площадка2
2		Объем груза, т	230	168
3	Погрузчик1	Производительность1, т/ч	10	12
4	Погрузчик2	Производительность2, т/ч	13	13
5				
6	Погрузчик1	Стоимость1, у.е.	8	7
7	Погрузчик2	Стоимость2, у.е.	12	13
8				
9		Целевая функция	3536	
10		План работ		
11		Объем работ1, т	100	168
12		Объем работ2, т	130	0
13				
14		Ограничения		
15		Сумма объемов	230	230
16		Сумма объемов	168	168
17		Время работы погрузчика1	24	24
18		Время работы погрузчика2	10	24
19		Время работы на площадке1	20	24
20		Время работы на площадке2	14	24
21		Время работы погр.1 на 2 площ.	8,33	16
22				
23		- Ячейки содержащие исходные данные		

Рис. 5. Скриншот рабочего листа MS Excel с результатами работы надстройки «Поиск решения».

Вывод

Для минимизации стоимости погрузочных работ первый погрузчик на первой площадке должен погрузить 100 т, на второй – 168 т, второй погрузчик на первой площадке – 130 т; использование второго погрузчика на второй площадке в данных условиях нецелесообразно. При таком плане погрузки стоимость работ составит 3536 у.е.

Контрольные вопросы:

1. Какие средства MS Excel позволяют решать задачи линейной оптимизации?
2. Какова последовательность создания ограничений?
3. Для чего предназначена кнопка «Параметры» в окне «Поиск решения»?
4. Какой метод линейного программирования применяется в надстройке «Поиск решения» для решения задач линейной оптимизации?

Лабораторная работа №2

Исследование зависимости минимальной стоимости работы погрузчиков от ограничений на план работы.

Цель: Научиться применять средства MS Excel при исследовании параметров и ограничений в задачах линейной оптимизации.

Основные положения.

При выполнении данной работы следует использовать знания, умения и навыки, полученные при выполнении лабораторной работы №1.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Повторить материал, приведенный в лабораторной работе №1 по использованию надстройки «Поиск решения».
2. Определить исходные данные и поставленную задачу для своего варианта лабораторной работы в соответствии с приложением 2.
3. Изучить поставленную задачу и записать математическую модель.
4. Подготовить исходные данные и выполнить ввод математической модели на листе MS Excel.

5. Получить решение с помощью надстройки «Поиск решения» для каждого значения $D_k \in [1; D]$, где D_k - изменяемое ограничение времени работы первого погрузчика на второй площадке.
6. Построить график зависимости $F(D)$ минимальной стоимости работы погрузчиков от ограничений на план работы.
7. Сделать вывод по результатам решения задачи.
8. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Постановка задачи.
2. Математическая модель.
3. Скриншот рабочего листа MS Excel с исходными данными (рис. 6).
4. Скриншот рабочего листа MS Excel с формулами, соответствующими математической модели.
5. Скриншот окна надстройки «Поиск решения».
6. Таблица с результатами определения целевой функции при различных значениях ограничений на время работы погрузчика (табл. 1).
7. Диаграмма зависимости минимума целевой функции от максимального времени работы первого погрузчика на второй площадке (рис. 7).
8. Вывод и ответы на контрольные вопросы.

Пример оформления отчета

Постановка задачи

Изменяя ограничения времени работы первого погрузчика на второй площадке в интервале $[1; D]$ с шагом 1 ч, решить задачу из лабораторной работы №1 и построить график зависимости минимума целевой функции от максимального времени работы первого погрузчика на второй площадке.

Математическая модель

Обозначения:

x_{11} – объем работ, выполненный первым погрузчиком на первой площадке, т;
 x_{12} – объем работ, выполненный первым погрузчиком на второй площадке, т;
 x_{21} – объем работ, выполненный вторым погрузчиком на первой площадке, т;
 x_{22} – объем работ, выполненный вторым погрузчиком на второй площадке, т.

Целевая функция указывается в соответствии с формулой 1.

Ограничения указываются в соответствии с формулами 2-7 и 9, в формулу 8 вносим следующие изменения:

$$\frac{x_{12}}{12} \leq D_k, \quad (10)$$

$$D_k = 1 + (k - 1), \quad k \in [1; 16], \quad (11)$$

	В	С	Д	Е	Ф	Г
1			Площадка1	Площадка2		Значения Dk
2		Объем груза, т	230	168		1
3	Погрузчик1	Производительность1, т/ч	10	12		2
4	Погрузчик2	Производительность2, т/ч	13	13		3
5						4
6	Погрузчик1	Стоимость1, у.е.	8	7		5
7	Погрузчик2	Стоимость2, у.е.	12	13		6
8						7
9		Целевая функция	3536			8
10		План работ				9
11		Объем работ1, т	100	168		10
12		Объем работ2, т	130	0		11
13						12
14		Ограничения				13
15		Сумма объемов	230	230		14
16		Сумма объемов	168	168		15
17		Время работы погрузчика1	24	24		16
18		Время работы погрузчика2	10	24		
19		Время работы на площадке1	20	24		
20		Время работы на площадке2	14	24		
21		Время работы погр.1 на 2 площ.	8,33	16		
22						
23		- Ячейки содержащие исходные данные				

Рис.6. Скриншот рабочего листа MS Excel с исходными данными

Таблица 1

Результаты определения целевой функции при различных значениях ограничений на время работы погрузчика

Максимальное время работы первого погрузчика на второй площадке D_k , ч	Значения целевой функции F , у.е.
1	3888
2	3840
3	3792
4	3744
5	3696
6	3648
7	3600
8	3552
9	3536
16	3536

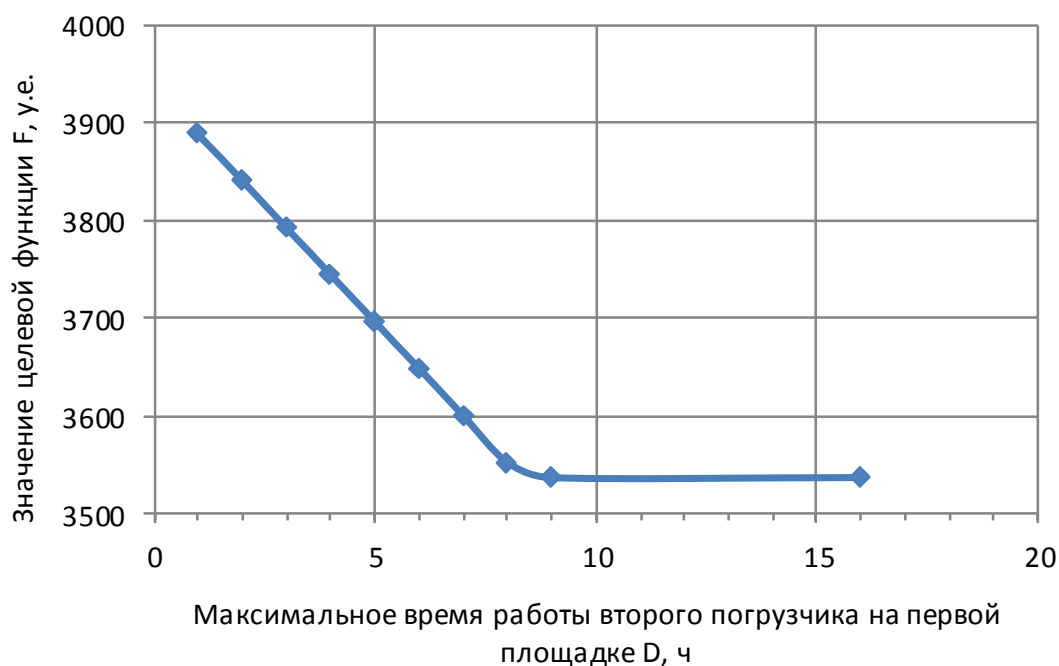


Рис. 7. Диаграмма зависимости минимума целевой функции от максимального времени работы второго погрузчика на второй площадке.

Вывод

График зависимости минимума целевой функции от максимального времени работы первого погрузчика на второй площадке показывает, что начиная с 9 ч, минимум целевой функции не изменяется и составляет 3536 у.е. Однако, если сделать ограничение на время работы первого погрузчика на второй площадке 8 ч. и менее, наблюдается рост стоимости плана работы. Следовательно, технические причины могут увеличить затраты на погрузку, если время работы первого погрузчика на второй площадке D будет ниже 9 ч.

Контрольные вопросы:

1. Какие средства MS Excel позволяют решать задачи линейной оптимизации при периодическом изменении ограничений?
2. Возможно ли в надстройке «Поиск решения» так изменить какое-либо из ограничений, что поставленная задача не будет иметь решения? Приведите пример для обоснования ответа.
3. Как построить точечную диаграмму?
4. Чем тип диаграммы «точечная» отличается от типа диаграммы «график»?
5. Какие разновидности «точечных» диаграмм имеются в MS Excel?

Лабораторная работа №3

Применение электронных таблиц MS Excel для оптимизации расписания сотрудников транспортной компании.

Цель: Научиться применять средства MS Excel при решении задач составления расписания работы в транспортной компании.

Основные положения.

При выполнении данной работы следует использовать знания, умения и навыки, полученные при выполнении лабораторной работы №1 и №2. Для создания ограничений в математической модели следует использовать функцию «СУММПРОИЗВ (массив1; [массив2]; [массив3];...)».

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Повторить материал, приведенный в лабораторной работе №1 и №2 по использованию надстройки «Поиск решения».
2. Определить исходные данные и поставленную задачу для своего варианта лабораторной работы в соответствии с приложением 3.
3. Изучить поставленную задачу и записать математическую модель.
4. Подготовить исходные данные и выполнить ввод математической модели на листе MS Excel.
5. Получить решение с помощью надстройки «Поиск решения».
6. Сделать вывод по результатам решения задачи.
7. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Постановка задачи.
2. Математическая модель.
3. Скриншот рабочего листа MS Excel с исходными данными.
4. Скриншот рабочего листа MS Excel с формулами, соответствующими математической модели.
5. Скриншот окна надстройки «Поиск решения».
6. Скриншот рабочего листа MS Excel с результатами работы надстройки «Поиск решения».
7. Вывод.
8. Ответы на контрольные вопросы.

Пример оформления отчета

Постановка задачи.

Для работы в офисе автотранспортной компании требуется в понедельник, вторник и среду не менее 24 работников, в четверг и субботу – не менее 22 работников, в пятницу – не менее 20 работников, основной пик работы приходится на воскресенье, поэтому в воскресенье требуется не менее 28 сотрудников. При этом должен соблюдаться следующий рабочий график: каждый сотрудник работает 5 дней в неделю с двумя выходными подряд. Дневная оплата сотрудников составляет 400 руб. (без учета премиальных и комиссионных). Определите оптимальное количество человек в смену для обслуживания офиса автотранспортной компании с учетом минимума издержек на заработную плату, учитывая установленный график работы персонала.

Математическая модель.

Обозначения:

j – номер графика работы; $j=1, 2, \dots, 7$;

A – матрица, отражающая график работы («0» - выходной день, «1» - рабочий день), как показано в табл. 2.

Таблица 2

Матрица, отражающая возможные графики работы сотрудников

Дни недели	Графики работы, j						
	1	2	3	4	5	6	7
Пн	0	1	1	1	1	1	0
Вт	0	0	1	1	1	1	1
Ср	1	0	0	1	1	1	1
Чт	1	1	0	0	1	1	1
Пт	1	1	1	0	0	1	1
Сб	1	1	1	1	0	0	1
Вс	1	1	1	1	1	0	0

x_j – число сотрудников, работающих по j -му графику.

b_j – минимальное число сотрудников в j -ый день.

Минимальное число сотрудников на каждый рабочий день можно представить в виде одномерного массива:

$$b = (24, 24, 24, 22, 20, 22, 28), \quad (12)$$

c_j – почасовая оплата сотрудника по j -му графику.

Одномерный массив почасовой оплаты сотрудников на каждый рабочий день:

$$C = (400, 400, 400, 400, 400, 400, 400), \quad (13)$$

Целевая функция – минимум затрат на заработную плату:

$$f(x) = \sum_{j=1}^7 c_j x_j \rightarrow \min, \quad (14)$$

Система ограничений на обязательный минимум количества сотрудников в каждый рабочий день:

$$\sum_{j=1}^7 A_{ij} x_j \geq b_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_j \leq X \quad \forall i = 1, 2, \dots, \quad (16)$$

$$x_j > 0. \quad (17)$$

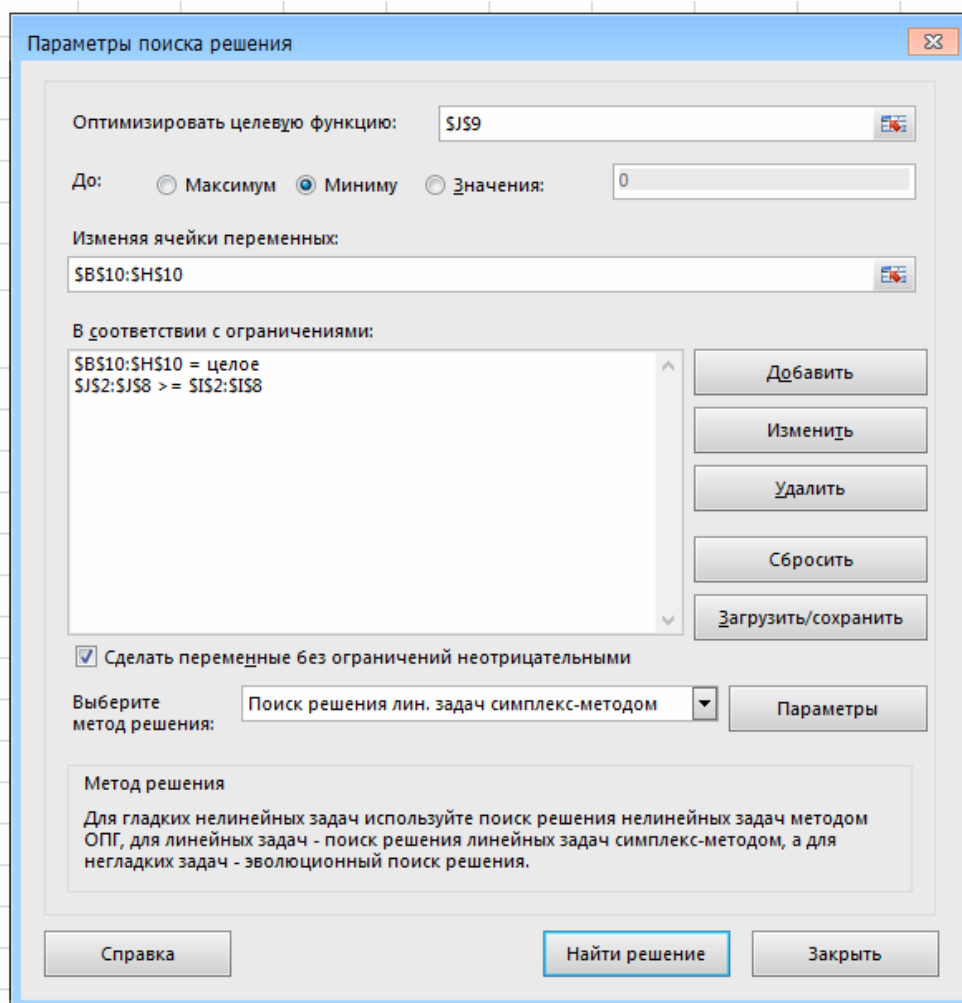


Рис. 8. Скриншот окна «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<i>j</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i>b</i>		
2	<i>Пн</i>	0	1	1	1	1	1	0	24	24	
3	<i>Вт</i>	0	0	1	1	1	1	1	24	24	
4	<i>Ср</i>	1	0	0	1	1	1	1	24	24	
5	<i>Чт</i>	1	1	0	0	1	1	1	22	24	
6	<i>Пт</i>	1	1	1	0	0	1	1	20	22	
7	<i>Сб</i>	1	1	1	1	0	0	1	24	24	
8	<i>Вс</i>	1	1	1	1	1	0	0	28	28	
9	<i>Сj</i>	400	400	400	400	400	400	400		13600	целевая функция
10	<i>Xj</i>	6	4	6	4	8	2	4		34	количество сотрудников на предприятии

Рис.9. Скриншот рабочего листа MS Excel с результатами работы надстройки «Поиск решения».

Вывод

Распределение сотрудников по рабочим графикам следующее:

6 сотрудников работают по рабочим графикам с выходными в понедельник-вторник и четверг-пятницу;

4 сотрудника работают по графикам с выходными вторник-среда, среда-четверг и воскресенье-понедельник;

8 сотрудников имеют график работы с выходными в пятницу-субботу;

2 сотрудника – с выходными в субботу-воскресенье.

Всего фирме требуется 34 сотрудника, еженедельные затраты на заработную плату – 13600 руб.

Контрольные вопросы:

1. Что такое массив?
2. Для чего применяется функция СУММПРОИЗВ в MS Excel?
3. Почему при оптимизации расписания сотрудников с помощью надстройки MS Excel «Поиск решения» нужно применять ограничение «целое»?

Лабораторная работа №4

Решение транспортной задачи с использованием автоматизированных систем управления.

Цель: Научиться применять средства MS Excel при решении транспортной задачи.

Основные положения.

Формулировка транспортной задачи линейного программирования представлена в научных источниках [2]. В данных методических указаниях рассмотрен пример решения транспортной задачи с использованием автоматизированных систем управления [4]. На первом этапе решения транспортной задачи проводится проверка сбалансированности условий. При выполнении данной работы следует использовать знания, умения и навыки, полученные при выполнении лабораторных работ №1-3. Для создания ограничений в математической модели следует использовать функцию «СУММПРОИЗВ (массив1; [массив2]; [массив3];...)».

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Повторить материал, приведенный в лабораторных работах №1-3 по использованию надстройки «Поиск решения».
2. Определить исходные данные и поставленную задачу для своего варианта лабораторной работы в соответствии с приложением 4.
3. Изучить поставленную задачу, записать математическую модель, а также проверить сбалансированность ограничений.
4. Подготовить исходные данные и выполнить ввод математической модели на листе MS Excel.
5. Получить решение с помощью надстройки «Поиск решения».
6. Сделать вывод по результатам решения задачи.
7. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета:

1. Постановка задачи.
2. Математическая модель.
3. Скриншот рабочего листа MS Excel с исходными данными.

4. Скриншот рабочего листа MS Excel с формулами, соответствующими математической модели.
5. Скриншот окна надстройки «Поиск решения».
6. Скриншот рабочего листа MS Excel с результатами работы надстройки «Поиск решения».
7. Вывод.
8. Ответы на контрольные вопросы.

Пример оформления отчета

Постановка задачи

Составить план перевозок по доставке требуемой продукции потребителям, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Производство продукции осуществляется на четырех предприятиях, а затем развозится в 5 пунктов потребления. Предприятия могут выпускать в день 235, 175, 185 и 175 единиц продукции. Пункты потребления готовы принимать ежедневно 125, 160, 60, 250 и 175 единиц продукции. Стоимость перевозки единицы продукции (в у. е.) с предприятий в пункты потребления приведена в табл. 3

Таблица 3

Транспортные расходы на перевозку единицы продукции

Производители	Потребители				
	1	2	3	4	5
1	3,2	3	2,35	4	3,65
2	3,0	2,85	2,5	3,9	3,55
3	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4
4	4	2	2,1	4,1	3,4

Математическая модель.

Обозначения:

n – количество производителей;

m - количество потребителей;

x_{ij} – количество единиц продукции, поставляемое от i -го производителя j -му потребителю;

b_j – количество единиц продукции, требуемое j -му потребителю в день;

$$b = (125, 160, 60, 250, 175), \quad (18)$$

a_i - количество единиц продукции, производимое i -ым производителем в день;

$$a = (235, 175, 185, 175), \quad (19)$$

c_{ij} – стоимость перевозки единицы продукции от i -го производителя j -му потребителю, в соответствии с табл. 3;

Целевая функция:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (20)$$

Ограничения:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, m, \quad (21)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, n, \quad (22)$$

$$x_{ij} \geq 0. \quad (23)$$

Проверка сбалансированности:

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j = 770 \text{ед.} \quad (24)$$

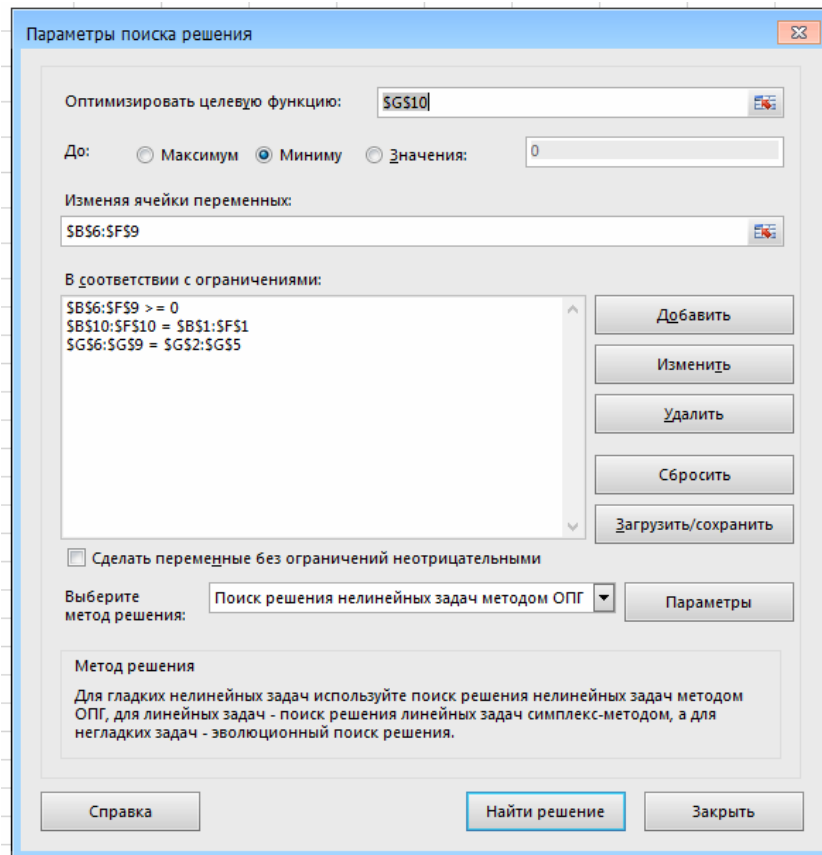


Рис. 10. Скриншот окна «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F	G
1	<i>bj</i>	125	160	60	250	175	<i>ai</i>
2	<i>Cij</i>	3,2	3	2,35	4	3,65	235
3		3	2,85	2,5	3,9	3,55	175
4		3,75	2,5	2,4	3,5	3,4	185
5		4	2	2,1	4,1	3,4	175
6	<i>Xij</i>	0	0	60	65	110	235
7		125	0	0	0	50	175
8		0	0	0	185	0	185
9		0	160	0	0	15	175
10		125	160	60	250	175	2373,5

Рис.11. Скриншот рабочего листа MS Excel с результатами работы надстройки «Поиск решения».

Вывод

От первого производителя третьему, четвертому и пятому потребителям следует поставить 60, 65 и 110 единиц продукции соответственно.

От второго производителя первому потребителю следует поставить 125 единиц продукции, а пятому – 50.

От третьего производителя четвертому потребителю – 185 единиц продукции.

От четвертого производителя второму и пятому потребителям – 160 и 15 единиц продукции соответственно.

Затраты на транспортировку продукции по полученному плану составят 2373,5 у.е.

Контрольные вопросы:

1. Что такое транспортная задача?
2. Чем отличается сбалансированная транспортная задача (закрытая) от несбалансированной (открытой)?
3. Как классифицируются задачи оптимизации?
4. Что означает понятие «линейная модель»?

Лабораторная работа №5

Идентификация штрих-кодов

Цель: Изучение штрих-кодов, как средства автоматизированного учета.

Основные положения

Линейными называются штрих-коды, читаемые в одном направлении (по горизонтали). Наиболее распространенные линейные символика: EAN, UPC, Code39, Code128, Codabar, Interleaved 2 of 5. С помощью штрихового кода зашифрована информация о некоторых наиболее существенных параметрах продукции. Наиболее распространенными являются американский универсальный товарный штрих-код UPC и Европейская система кодирования EAN, в том числе EAN-13, EAN-128, UPC-A, UPC-E и 14-разрядный код транспортной упаковки ITF-14.

Согласно той или иной системе, каждому виду изделия присваивается свой номер, состоящий чаще всего из 13 цифр (EAN-13). Некоторые характеристики штрих-кодов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики штрих-кодов

Характеристик а	Код		
	2 из 5 IATA	GS1-128	EAN-13
Количество символов	4	16	13
Допустимые знаки	“0”..”9”	ASCII-символы в диапазоне 0..127	“0”..”9”, 12 цифры + 1 контрольное число
Зона тишины	слева/справа: 10X, min. ¼ дюйма	слева/справа: 10X, min. ¼ дюйма	слева: 11X, справа: 7X
Ширина модуля X	$X \geq 0.19$ мм	$X \geq 0.19$ мм	$X = 0.33$ мм
Контрольная цифра по умолчанию	нет	автоматически по встроенному алгоритму	по алгоритму eCDEAN13
Изображение			

Код 2 из 5 является кодом самоконтроля, поддерживает чтение на расстоянии больше 1 м и может быть напечатан очень простыми методами печати, используется для обработки багажа в приложениях воздушного транспорта (IATA -Международное агентство воздушного транспорта).

Код GS1-128 используется для маркировки транспортных единиц в цепочках поставок. Помимо артикула, он кодирует количество, вес, цены, даты и другую информацию в структурированном виде.

Код EAN-13 зарезервирован для организации International Article Number (бывшей European Article Number (EAN)), находящейся в ведении организации по стандартизации GS1. Номера, закодированные в штрих-коды EAN, известны как номера глобальных торговых позиций, для EAN-13 они называются GTIN-13. EAN 13 используется для уникальной идентификации изделий или продуктов, часто продаваемых в розничных торговых точках. Кодируются 2-значный код страны, 5-значный код производителя и 5-значный код продукции. Контрольная цифра вычисляется автоматически, если она не указана во входных данных, т.е. при создании кода используются только 12 цифр.

Пример вычисления контрольной цифры для определения подлинности товара по коду 4820024700016:

1. Сложить цифры, стоящие на четных местах: $8+0+2+7+0+1=18$.
2. Полученную сумму умножить на 3: $18 \times 3=54$.
3. Сложить цифры, стоящие на нечетных местах, без контрольной цифры: $4+2+0+4+0+0=10$.
4. Сложить числа, указанные в пунктах 2 и 3: $54+10=64$.
5. Отбросить десятки: получим 4.
6. Из 10 вычесть число, полученное в пункте 5: $10-4=6$.

Последовательность выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с описанием штрих кодов [5].
2. Получить набор исследуемых штрих-кодов у преподавателя.
3. Заполнить лист испытаний, в соответствии с приложением 5, табл. 9
4. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие штрих-коды называются линейными?
2. Какие штрих-коды называются двухмерными?
3. В каких линейных кодах ширина пробела не имеет значения?
4. В каких кодах нет контрольного числа?
5. Какой код называется кодом транспортной упаковки?

Приложение 1

Исходные данные для лабораторной работы №1

Постановка задачи к лабораторной работе №1.

Двум погрузчикам разной мощности не более чем за T часов нужно погрузить на первой площадке $Q1$ т, на второй – $Q2$ т. Первый погрузчик на первой площадке может погрузить $P1$ т/ч, на второй – $P2$ т/ч. Второй погрузчик на двух площадках может погрузить по $P3$ и $P4$ т/ч, соответственно. Стоимость работ, связанных с погрузкой 1 т первым погрузчиком на первой площадке равна $C1$ у.е.; на второй – $C2$ у.е. Стоимость работ для второго погрузчика равна $C3$ у.е. на первой площадке и $C4$ на второй. Нужно составить план работы погрузчиков, чтобы стоимость всех работ по погрузке была минимальной. Следует учесть, что по техническим причинам первый погрузчик на второй площадке должен работать не более D часов. Значения указанных параметров, следует взять из табл. 5-6 в соответствии с вариантом задания.

Таблица 5

Значения параметров для вариантов 1-12 к лабораторной работе №1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T	24	25	22	23	24	26	27	28	25	22	29	28
Q1	225	230	235	225	240	230	245	250	255	250	290	270
Q2	170	175	165	175	180	185	180	175	190	185	195	210
P1	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
P2	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17
P3	12	13	12	13	14	13	15	13,5	13	15	15	16
P4	11,5	12	13	14	15	15,5	16	15,5	16	15,5	16	15
C1	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9	9,2	9,4	9,6	9,8	10	11
C2	6,5	7	7,5	8	8,5	8,5	9	10	9	8	8,5	8
C3	11	11,1	11,2	11,3	11,4	11,7	12	12,3	12,6	12,9	12,2	11,5
C4	12	11	10	9	8	7	6	7	8	9	10	11
D	16	15	14	17	18	20	19	15	20	12	22	20

Таблица 6

Значения параметров для вариантов 13-24 к лабораторной работе №1

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
T	25	22	24	25	23	26	21	26	24	25	24	22
Q1	255	240	245	250	230	220	215	225	230	235	230	220
Q2	190	185	180	180	175	180	175	170	190	185	180	185
P1	14,5	14	13,5	13	12,5	12	11,5	11	10,5	10	9,5	9
P2	16,5	16	15,5	15	14,5	14	13,5	13	12,5	12	11,5	7
P3	14,5	15	13,5	14	12,5	13	14	13,5	11,5	12	13	10
P4	14	14	14	12	13	13	12	11,5	12,5	11	10	12
C1	12	13	12	11	10,8	10,6	10,4	10,2	10	9,8	9,6	9,4
C2	9	10	8	10,8	11,2	11,6	12	12,4	12	11	11	12
C3	10,8	11	10	9	8	7	8	9	7	8	9	10
C4	12,5	12	9,5	11	10,5	10	9,5	10	8,5	9	7,5	7
D	19	14	17	15	13	15	12	20	13	18	17	10

Приложение 2**Исходные данные для лабораторной работы №2**

Постановка задачи к лабораторной работе №2.

Изменяя ограничения времени работы первого погрузчика на второй площадке в интервале $[1; D]$ с шагом 1 час, решить задачу из лабораторной работы №1 и построить график зависимости минимума целевой функции от максимального времени работы первого погрузчика на второй площадке. Параметр D взять из табл. 5 и 6 в соответствии с вариантом задания.

Приложение 3**Исходные данные для лабораторной работы №3**

Постановка задачи к лабораторной работе №3.

Необходимо составить оптимальный график работы служащих фирмы, занимающейся грузоперевозками, с учетом минимума издержек на заработную плату, учитывая установленный график работы персонала. Известно, что в офисе фирмы требуется в понедельник - четверг не менее X_1 работников, в

пятницу и субботу – не менее X2 работников, в воскресенье – не менее X3 работников.

Причем должен соблюдаться следующий рабочий график: каждый сотрудник работает 6 дней в неделю с одним выходным. Дневная оплата сотрудников составляет C1 руб. для графиков работы с выходными в субботу или воскресенье и C2 руб. – с выходными в другие дни (без учета премиальных и комиссионных). Изменится ли график работы персонала, если дневная оплата для всех сотрудников будет C3 руб.?

Значения параметров, указанных в задаче, следует взять из табл. 7 в соответствии с вариантом задания.

Таблица 7

Значения параметров к лабораторной работе №3

Вариант	X1	X2	X3	C1	C2	C3
0	8	10	12	600	650	600
1	9	11	13	610	660	610
2	10	12	14	620	670	620
3	11	13	15	630	680	630
4	12	14	16	640	690	640
5	13	15	17	650	700	650
6	14	16	18	660	710	660
7	15	17	19	670	720	670
8	14	15	18	680	740	685
9	12	13	16	690	760	700
10	10	12	15	700	780	715
11	11	13	14	650	700	650
12	12	14	16	660	710	660
13	13	15	18	670	720	670
14	14	16	20	680	730	680
15	15	17	22	690	740	690
16	14	16	20	680	750	680
17	13	15	18	670	760	670
18	12	14	16	660	770	660
19	11	13	14	650	780	650
20	10	12	15	640	790	640
21	9	11	13	630	800	630
22	10	13	15	610	760	610
23	11	15	17	590	720	590
24	12	16	18	570	680	570
25	13	17	19	550	640	550
26	12	16	18	560	650	565
27	11	15	17	570	660	580
28	10	14	16	580	670	595

Приложение 4

Исходные данные для лабораторной работы №4

Составить план перевозок по доставке требуемой продукции в пункты потребления, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Исходные данные следует взять из табл. 8 в соответствии с вариантом задания.

Таблица 8

Значения параметров к лабораторной работе №4

Вариант 1					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	5	1,8	6	6	30
B	1	5,1	8	2	42
C	3,5	6	3	3,1	10
D	2,2	4,9	1,3	4	16
E	3	7	8,95	1	10
Объемы потребления	20	38	30	20	
Вариант 2					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	2,3	7	6	8	15
B	2	1,3	1	2,5	55
C	4,9	4	4	1	12
D	2	8	1	4	18
E	3	2,1	1,2	5	17
Объемы потребления	35	35	15	32	
Вариант 3					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	4	2	4,1	6	17
B	5	2,5	2	3	73
C	3	4	3	4,2	22
D	5,1	3	2	7	33
Объемы потребления	20	25	80	20	

Продолжение табл. 8

Вариант 4					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	1,7	3	4	6	23
B	5,2	2,6	9,8	3	27
C	3	2	1	4	52
D	6	5	2,5	7	18
Объемы потребления	32	18	60	10	
Вариант 5					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	6	2	4,8	3	20
B	8	4	5	8	30
C	5,5	2	3	7	14
D	5	6	8,2	4	23
E	1,8	9	7	6	30
Объемы потребления	40	30	35	12	
Вариант 6					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	6,2	1	4,2	5	17
B	2	4	5,1	8	30
C	5	8	3	4	27
D	2	4	9	2	20
E	4	2,75	2	1	26
Объемы потребления	45	30	25	20	

Продолжение табл. 8


Вариант 7					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	4	9	1	3	38
B	2	5	5	6	20
C	2	5	10	4	30
D	3	7	2	6	32
Объемы потребления	18	50	22	30	
Вариант 8					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	4	9	4	7,4	20
B	2	8	5	1	10
C	7	2,2	1	4	30
D	2,5	6	10	6	45
Объемы потребления	48	10	35	12	
Вариант 9					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	6,3	8,6	1	5	15
B	2,5	7	5	7	30
C	4	5	11	8	40
D	1	5	4	5	35
Объемы потребления	24	30	26	40	

Вариант 10					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	7,3	9	3	10	14
B	3	10	5	9	30
C	7	11	3	2	20
D	8	5	9	2	32
E	4,8	9	10	5	16
Объемы потребления	60	10	20	22	
Вариант 11					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	6,3	8	5	11	12
B	4	11	7	9	24
C	7	3	5	8	32
D	9	5,5	10	1	32
E	5	8	11	5	30
Объемы потребления	70	10	30	20	
Вариант 12					
Предприятия	Стоимость перевозки единицы продукции				Объем производства
	Пункты потребления				
	1	2	3	4	
A	4,2	10	5	9	17
B	5	8	5	9	33
C	6	4	4	7,3	20
D	7	5	11	4	12
E	3	11	8	5	20
Объемы потребления	35	20	30	17	

Исходные данные для лабораторной работы №5

Таблица 9

Образец листа испытаний

№	Образец	Тип штрих-кода (1D, 2D)	Количество читаемых человеком символов	Тип штрих-кода	Расшифровка кода	Приложение для сканирования	Результат сканирования
Пример		1D	13	EAN13	464 - страна происхождения (изготовителя или продавца) продукта Россия 0020 – предприятие -изготовитель 99196 - наименование товара, его потребительские свойства, размеры, масса, цвет 2 - контрольная цифра $10 - \{((6 + 0 + 2 + 9 + 1 + 6) * 3 + (4 + 4 + 0 + 0 + 9 + 9) \bmod 10)\} = 2$	Scan3.1	Maunfeld EGHG.32.2CB/G
1							
2							
...							

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геращенко И.П.* Экономико-математические методы и модели: учеб. пособие /И.П. Геращенко, Е.В. Шульга. – Омск: Изд-во Омского экономического института, 2007. – 292 с.
2. *Николин В.И.* Основы теории автотранспортных систем (грузовые автомобильные перевозки) / В.И. Николин, Е.Е. Витвицкий, С.М. Мочалин, Н.И. Ланьков. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 1999. – 191 с.
3. *Николин В.И.* Грузовые автомобильные перевозки: мон. / В.И. Николин, Е.Е. Витвицкий, С.М. Мочалин.– Омск: Изд-во «Вариант-Сибирь», 2004. – 480 с.
4. *Рудикова Л.В.* Microsoft Excel для студента / Л.В. Рудикова. – СПб.: БХВ - Петербург, 2005. – 368 с.
5. База знаний компании Tech-IT. режим доступа: <https://www.tech-it.com/ru/support/knowledge/Default.aspx>