**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

И.О. Полешкина

**АВИАТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по выполнению практических заданий

*для студентов*

*направления подготовки 38.03.02*

*всех форм обучения*

**Москва – 2017**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ**

**БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра организация перевозок на воздушном транспорте**

И.О. Полешкина

**АВИАТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по выполнению практических заданий

*для студентов*

*направления подготовки 38.03.02*

*всех форм обучения*

**Москва – 2017**

ББК

Рецензент канд. экон. наук, доц. Г.С. Вороницына

Полешкина И.О.

П31 Авиатранспортная логистика. Учебно-методическое пособие по выполнению практических заданий. – М.: МГТУ ГА, 2017. – 39 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Авиатранспортная логистика» по Учебному плану направления 38.03.02 для студентов всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 21.03.2017 г., Протокол №8 и Методического совета 11.04.2017 г., Протокол №4.

СОДЕРЖАНИЕ:

[АННОТАЦИЯ 4](#_Toc480812581)

[1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5](#_Toc480812582)

[2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ 6](#_Toc480812583)

[Задание 1. Построение эпюры материального потока. 6](#_Toc480812584)

[Задание 2. Деловая игра на тему: «Место воздушного транспорта в мировых транспортных системах». 9](#_Toc480812585)

[Задание 4. Определение последовательности выполнения работ при организации производственного цикла, состоящего из двух операций. 13](#_Toc480812586)

[Задание 5. Определение параметров для проектирования системы управления запасами на предприятии. 14](#_Toc480812587)

[Задание 6. Выбор логистической схемы доставки товаров в зависимости от стоимости и времени их доставки. 21](#_Toc480812588)

[Задание 7. Транспортная задача. 29](#_Toc480812589)

[Задание 8. Задача коммивояжера. 32](#_Toc480812590)

[3. ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ 34](#_Toc480812591)

# АННОТАЦИЯ

Выполнение практических заданий по дисциплине «Авиатранспортная логистика» предусматривается учебным планом подготовки бакалавров по направлению 38.03.02 «Менеджмент». Выполнение практических заданий студентами ориентирована на получение практических навыков использования методов логистического управления в компаниях авиационной отрасли, закрепление и углубление знаний и умений, полученных в ходе изучения дисциплины «Авиатранспортная логистика», развитие индивидуальной исследовательской деятельности и выработку навыков аналитической работы.

Практическая работа представляет собой один из основных видов самостоятельной работы студентов в вузе, направленной на закрепление, углубление и обобщение знаний по учебным дисциплинам профессиональной подготовки, овладение методами математического анализа, формирование навыков решения конкретных практических задач.

Целью выполнения практических заданий является систематизация и углубление знаний, умений и практических навыков студента, подготовка его к выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «Менеджмент».

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 38.03.02 «Менеджмент» для студентов всех форм обучения. Они определяют порядок выполнения обучающимися практических заданий по дисциплине «Авиатранспортная логистика», тематику и требования к их содержанию и оформлению, а также порядок защиты и критерии оценке.

Пособие состоит из аннотации и трех разделов.

При подготовке практических заданий по дисциплине «Авиатранспортная логистика» реализуются требований ФГОС ВПО по направлению 38.03.02 – «Менеджмент» при формировании следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

* способность находить организационно-управленческие решения и готовность нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);
* владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций (ОПК-6);
* способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-7);
* способность анализировать взаимосвязи между функциональными стратегиями компаний с целью подготовки сбалансированных управленческих решений (ПК-5);

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам «Математика», «Теория менеджмента», «Единая транспортная система и география транспорта», в частности:

**знать:**

* методы и технологию принятия организационно-управленческих решений;
* подходы к выбору критериев оценки и принятия УР;
* технологии разработки и принятия управленческих решений;
* операционную деятельность авиатранспортных организаций;

**уметь:**

* формулировать хорошо структурированные количественно выраженные проблемы, поддающиеся математической формализации и решаемые с использованием формальных методов оптимизации и компьютерной имитации;
* разрабатывать планы организационных мероприятий;

**владеть:**

* планирования и делегирования полномочий при осуществлении организационных мероприятий;
* сбора, обработки и анализа управленческой информации для принятия комплексных организационно-управленческих решений;
* владения информационными технологиями, используемыми при управлении операционной деятельностью авиатранспортных предприятий.

Промежуточная оценка знаний и умений студентов проводится с помощью текущей проверки практических заданий в процессе освоения курса.

Итоговый контроль проводится в виде экзамена и выставления оценки в зачетную книжку студента.

# ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Практические задания по дисциплине «Авиатранспортная логистика» выполняются студентами самостоятельно в соответствии с номером варианта. Номер варианта для выполнения практических заданий соответствует порядковому номеру студента в экзаменационной ведомости.

Оформление практических заданий.

Практические задания должны быть выполнены в машинописном виде на бумаге формата А4 (210x297 мм) в программе Microsoft Word. Титульный лист для практических заданий не оформляется. На каждом практическом задании должны быть указаны фамилия и имя студента, выполнившего практическое задание, номер группы, название задания и номер варианта.

Таблицы с расчетами из программы Microsoft Excel переносятся в Microsoft Word и оформляются в соответствии с общепринятыми требованиями. Каждая таблица должна иметь название, шапку с названием всех строк и столбцов и обязательным указанием единиц измерения.

Каждое практическое задание должно завершаться конкретным выводом, отражающим цель выполнения данного задания, полученные результаты и принятое решение, на основании полученных результатов.

# ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

## Задание 1. Построение эпюры материального потока.

Эпюра представляет собой графическое изображение материального потока на определенном участке трассы.

Показатели, которые рассчитываются при построении эпюры материального потока:

Общая транспортная работа (грузооборот), ткм, **Робщ = Qобщ \* lср**

Общий объем перевозки, т, **Qобш**

Среднее расстояние перевозки, км, **lср =**

Коэффициент неравномерности материального потока, **Кн =**

Данные для построения эпюры материального потока приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для построения эпюры материального потока.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пункт отправления | Объем перевозок, т | | | | Отправление (вывоз), т |
| Пункт назначения | | | |
| А | Б | В | Г |
| А | Х | 400 | 300 | 200 | **900** |
| Б | 100 | Х | 150 | 350 | **600** |
| В | 150 | 250 | Х | 400 | **800** |
| Г | 200 | 150 | 200 | Х | **550** |
| **Всего** | **450** | **800** | **650** | **95** | **2850** |

Расстояния между пунктами А-Б (Б-А), Б-В (В-Б), В-Г (Г-В) по вариантам представлены в таблице 2.

Таблица 2. Расстояние между пунктами отправления и назначения.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Расстояние между пунктами, км. | | |
| А - Б | Б - В | В - Г |
| 1 | 80 | 100 | 110 |
| 2 | 90 | 110 | 120 |
| 3 | 100 | 120 | 130 |
| 4 | 110 | 130 | 140 |
| 5 | 120 | 140 | 150 |
| 6 | 130 | 150 | 160 |
| 7 | 140 | 160 | 170 |
| 8 | 150 | 170 | 180 |
| 9 | 160 | 180 | 190 |
| 10 | 170 | 190 | 200 |
| 11 | 180 | 200 | 210 |
| 12 | 190 | 210 | 220 |
| 13 | 200 | 220 | 230 |
| 14 | 210 | 230 | 240 |
| 15 | 220 | 210 | 250 |
| 16 | 230 | 200 | 260 |
| 17 | 240 | 190 | 270 |
| 18 | 250 | 180 | 280 |
| 19 | 260 | 170 | 290 |
| 20 | 270 | 160 | 300 |
| 21 | 280 | 150 | 120 |
| 22 | 290 | 140 | 130 |
| 23 | 300 | 130 | 140 |
| 24 | 310 | 120 | 150 |
| 25 | 320 | 110 | 160 |
| 26 | 330 | 100 | 170 |

Методика выполнения задания.

1. Необходимо рассчитать объем перевозки грузов в прямом и обратном направлениях.

В прямом направлении А-Г объем перевозок будет равен:

**Qпр = QАБ + QАВ + QАГ + QБВ + QБГ + QВГ**

В обратном направлении Г-А объем перевозок будет равен:

**Qобр = QГА + QГБ + QГВ + QВА + QВБ + QБА**

Общий объем перевозок будет равен:

**Qобщ = Qпр + Qобр**

1. Необходимо рассчитать транспортную работу в прямом и обратном направлениях.

Транспортная работа в прямом направлении рассчитывает как:

**Pпр = QАБ \* lАБ + QАВ \* lАВ + QАГ \* lАГ + QБВ \* lБВ + QБГ \* lБГ + QВГ \* lВГ**

Транспортная работа в обратном направлении рассчитывает как:

**Pобр = QГА \* lГА + QГБ \* lГБ + QГВ \* lГВ + QВА \* lВА + QВБ \* lВБ + QБА \* lБА**

Общая транспортная работа будет равна:

**Робщ = Рпр + Робр**

1. И наконец, необходимо рассчитать среднее расстояние перевозки:
2. После проведения расчетов необходимо построить саму эпюру материального потока. Для этого строить график, на оси абсцисс откладывается «расстояние перевозки между пунктами», на оси ординат – «объем перевозки». Эпюра строится в соответствии с выбранным масштабом.

Так как нам надо построить эпюру в двух направлениях, прямом и обратном (А-Г и Г-А), вверх от нулевой отметки по оси ординат мы будем откладывать то направление, которое имеет наибольший объем перевозки.

Для наглядности представления данных строить эпюру начинают с объема перевозки, идущего по направлению А-Г, т.е. самого протяженного пути транспортировки. Полученное пространство между осевой и проведенной линиями заштриховывается или раскрашивается разными цветами для каждого отдельно взятого участка транспортировки. Далее откладывается объем перевозки по маршруту А-В. Этот объем перевозки откладывается по оси ординат не от 0, а от уже построенного предыдущего объема транспортировки. Далее откладывается объем перевозки в направлении А-Б, затем Б-Г, Б-В и В-Г. Нижняя часть эпюры строиться аналогичным способом. Пример общего вида эпюры материального потока представлен на рисунке 1.

Материальные потоки могут быть также изображены в виде картограммы с нанесением графического изображения материальных потоков на карту по действительным путям перемещения грузов. Картограммы и эпюры позволяют наглядно представить схемы перемещения грузов для расчета транспортной работы, проектирования наиболее выгодного расположения стоянок автотранспорта или автомобильного хозяйства, а также для разработки оптимальных маршрутов движения транспорта.



Рис. 1. Эпюра материального потока.

## Задание 2. Деловая игра на тему: «Место воздушного транспорта в мировых транспортных системах».

Вся группа делиться на несколько подгрупп по 3-4 человека в каждой. Каждая подгруппа должна изучить материалы по организации транспортной системы в России и выделить ее особенности структурировав их по пунктам в сравнении с транспортными системами мира. Отдельно нужно рассмотреть транспортные системы США и Канады, Европейского союза, Индии, Китая, Японии и Австралии. В качестве обоснования каждого показателя необходимо привести конкретные статистические данные. Показатели указываются по каждой транспортной системе отдельно. Примерный перечень статистических показателей приведен в таблице 4.

Данные по выполнению работы заносятся в таблицу 5, в которой кроме статистических показателей должны быть сделаны конкретные выводы по проблемам и перспективам развития воздушного транспорта в России.

Вторая часть задания заключается в составлении списка основных игроков на рынке авиатранспортных логистических услуг в России.

Защита работы проводится в виде обсуждения, каждая подгруппа по очереди должна озвучить выбранные особенности транспортной системы России в сравнении с транспортными системами мира, побеждает та группа, которая сможет выделить большее количество особенностей. Во время выполнения задания разрешается пользоваться Интернетом для конкретизации некоторых показателей.

Форма отчета по выполнению практического задания №2

На листе указывается

Группа №\_\_\_\_\_\_, Команда №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, Задание №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Состав участников команды по выполнению задания, роль каждого участника и оценка его работы заносятся в таблицу, пример оформления показан в таблице 3.

Таблица 3. Состав участников команды и оценка работы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | ФИО участника | Роль участника  (выполнение конкретного задания) | Оценка работы  по 5-балльной шкале |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |

Таблица 4. Показатели оценки места воздушного транспорта в мировых транспортных системах

|  |  |
| --- | --- |
| № | Показатель |
| 1. | Доля грузооборота воздушного транспорта в ВВП страны |
| 2. | Сравнение в динамике изменения объема грузооборота воздушного транспорта с изменение ВВП за пять последних лет |
| 3. | Эластичность спроса на внутренние и внешние пассажирские перевозки воздушным транспортом по отношению к доходу на душу населения; |
| 4. | Объем перевозок груза или пассажиров воздушным транспортом в расчете на душу населения; |
| 5. | Грузооборот/пассажирооборот в расчете на площадь территории; |
| 6. | Доля воздушного транспорта в грузообороте страны в натуральных и стоимостных показателях; |
| 7. | Средняя дальность перевозки; |
| 8. | Грузо- и пассажиронапряженность; |
| 9. | Удельные капиталовложения; |
| 10. | Производительность труда на транспорте; |
| 11. | Число аэропортов (международных, местных) |
| 12. | Плотность транспортной сети (количество аэропортов в расчете на площадь территории); |
| 13. | Динамика грузооборота/пассажирооборота во внутреннем сообщении; |
| 14. | Динамика грузооборота/пассажирооборота во внешнем сообщении; |
| 15. | Размер парка пассажирских и грузовых воздушных судов; |
| 16. | Средние затраты на строительство одной взлетно-посадочной полосы |
| 17. | Средняя стоимость перевозки 1 тонны груза. |

Таблица 5. Особенности транспортной системы Российской Федерации в сравнении с транспортными системами мира.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | РФ | США и Канада | ЕС | Япония | Индия | Китай | Австралия | Выводы для РФ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задание 3.Расчет длительности производственного цикла при последовательном, последовательно-параллельном и параллельном способах выполнения работ.**

Необходимо рассчитать длительность производственного цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательном, последовательно-параллельном и параллельном способах организации работ. После расчета необходимо в Excel построить графики движения изделий при организации разных способов движения и сравнить длительность производственных циклов обработки, объяснить их различия. Данные для выполнения задания по вариантам приведены в таблице 19.

Методика выполнения задания.

В производственном процессе детали (изделия) пе­редаются с одного рабочего места на другое, с операции на операцию; эта передача может быть осуществлена по-разному, т. е. могут быть использованы различные виды движения предметов труда. Существует три вида движе­ния предметов труда в процессе производства: последовательное, параллельное и последовательно-параллельное (смешанное).

При любом способе должны выполняться следующие ограничения:

* каждое изделие обрабатывается в определенном порядке;
* каждая операция должна быть закончена прежде, чем начнется следующая.

Будем считать, что время перехода от одной операции к другой мало, и им можно пренебречь.

Длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательном способе рассчитывается по формуле:

где Тпосл – длительность цикла обработки партии деталей при последовательном способе их обработки;

n – размер партии одинаковых деталей;

tj – длительность j-й операции;

m – число операций.

При последовательном виде движения партия из n деталей целиком передается на последующую операцию после окончания ее обработки на предыдущей операции. График последовательного вида движения представлен на рисунке 2.

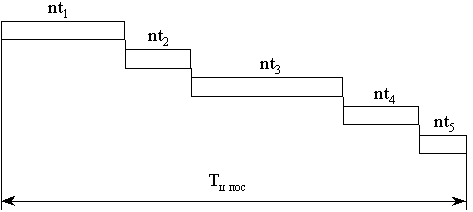


Рис. 2. График последовательного вида движения партии деталей в обработке.

Длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при параллельном способе движения рассчитывается по формуле:

где Тпр – длительность цикла обработки партии деталей при последовательном способе их обработки;

t\* - наибольшая длительность операции (пусть эта операция будет j\*).

При параллельном виде движения передача предметов с предыдущей операции на последующую осуществляется поштучно или частичными транспортными партиями *p*, кратными целой партии *n*. График такого вида движения представлен на рисунке 3.

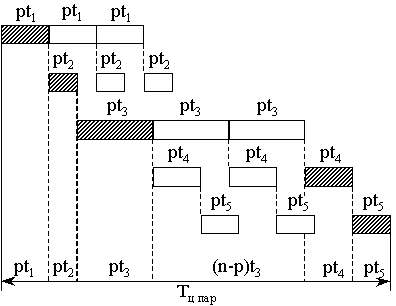


Рис. 3. График параллельного вида движения партии деталей в обработке.

Длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательно-параллельном способе движения рассчитывается по формуле:

где Тпп – длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательно-параллельном способе их обработки;

tj0 – длительность обработки, наименьшая из двух соседних операций.

При параллельно-последовательном виде движения передача предметов между операциями также осуществляется частичными партиями или поштучно. При этом начало обработки предметов на последующей операции смещается таким образом, чтобы исключить простои оборудования. График такого вида движения представлен на рисунке 4.

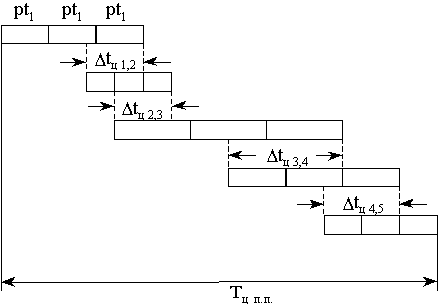


Рис. 4. График параллельно-последовательного способа движения.

Наибольшая длительность наблюдается при последовательном способе движения, наименьшая – при параллельном способе движения.

## Задание 4. Определение последовательности выполнения работ при организации производственного цикла, состоящего из двух операций.

Выбрать порядок обработки разнородных деталей при производственном цикле, состоящем из двух операций (покраска и сушка), обеспечивающий минимальную длительность суммарного времени обработки. Исходные данные для выполнения задания по вариантам приведены в таблице 20. Построить график производственного цикла при заданной последовательности обработки деталей и при полученной. Определить экономию времени при оптимальном порядке обработки деталей по сравнению с первоначально заданным.

Методика выполнения задания.

Для партии разнородных деталей, требующих обработки на двух операциях, можно установить порядок, обеспечивающий минимальное время обработки этих деталей. Правило, определяющее такой порядок, названо по имени го автора – правило С. Джонсона. Реализация данного правила состоит из трех этапов:

1. Все детали с указанием времени на выполнение каждой операции должны быть перечислены в таблице таким образом, чтобы в первом столбце указывалось имя детали (А, Б, В,….,С), во втором столбце – время выполнения первой операции над каждым изделием, в третьем столбце – время выполнения второй операции.
2. Из второго и третьего столбцов выбирается операция с кратчайшим временем выполнения. Если кратчайшее время выполнения приходится на первую операцию (из второго столбца), то соответствующая деталь занимает первое место в определяемой очередности обработки. Если кратчайшее время выполнения операции приходится на вторую операцию, то деталь ставится в конец определяемой последовательности. Если кратчайшее время на первой операции у нескольких деталей совпадает, то они ставятся в начало списка в порядке убывания времени выполнения второй операции. Если кратчайшее время на второй операции у нескольких деталей совпадает, то они отправляются в конец списка в порядке убывания времени на первой операции.
3. Как только место детали в очередности обработки определено, она исключается из списка. Остальные детали могут занять место только ниже рассмотренных деталей на предыдущих итерациях.

Длительность производственного цикла рассчитывается на основании построенного графика. График строится с учетом ограничения, что операция на второй ступени над одним изделием может начаться только после завершения операции на первой ступени. Одновременно на одной ступени операции над несколькими изделиями выполняться не могут. Дл реализации операции на второй ступени необходимо выполнение операции на первой, например, сушка может быть осуществлена только после покраски.

## Задание 5. Определение параметров для проектирования системы управления запасами на предприятии.

Практическая реализация концепции управления материальными потока­ми связана с оптимизацией совокупных запасов. Критерием оптимизации запа­сов являются общие расходы на выполнение заказов и их хранение.

В системе закупки и хранения материалов расходы делятся на следующие группы:

* расходы на выполнение заказа;
* прямые расходы, определяемые закупочной ценой;
* расходы на содержание запасов;
* «издержки дефицита».

На пути превращения сырья в конечный продукт и последующее движе­ние этого продукта до конечного потребителя создаются два основных вида за­пасов: производственные и товарные запасы. Производственные запасы фор­мируются в организациях (потребителях) и предназначены обеспечить беспере­бойность производственного процесса.

**Товарные запасы** - это запасы готовой продукции, которые необходимы для бесперебойного обеспечения потребителей материальными и товарными ресурсами.

Производственные и товарные запасы могут быть:

* текущие запасы - это материальные и товарные ресурсы, необходимые для бесперебойного обеспечения потребителя в интервале между поставками ’ необходимых материальных и товарных ресурсов;
* гарантированные (страховые) запасы создаются для обеспечения работы предприятия на случай возможных перебоев в снабжении или колебаний в объ­еме производства;
* сезонные запасы обусловлены сезонными колебаниями в объеме произ­водства и потребления.

В процессе регулирования запасов выделяются различные количествен­ные уровни запасов:

* максимально желательный запас определяет уровень запаса, экономиче­ски целесообразный в данной системе управления запасами;
* пороговый уровень запаса используется для определения момента време­ни выдачи очередного заказа;
* текущий запас соответствует уровню запаса в любой момент;
* гарантийный запас (страховой) предназначен для непрерывного снабже­ния потребителя в случае непредвиденных обстоятельств задержки очередного заказа.

Запасы на предприятии образуются по двум основным причинам:

* несоответствие объемов поставки объемам разового потребления;
* разрыв во времени между моментом поступления материала и. его по­треблением.

Логистические системы управления запасами проектируются с целью обеспечения потребителя каким-либо видом материального ресурса. Реализа­ция этой цели достигается решением следующих задач: учет текущего уровня запаса на складах; определение размера гарантийного (страхового) запаса; определение интервала времени между заказами.

Каждое решение принимается при управлении запасами всякой организа­цией вне зависимости от сложности системы снабжения. Эти решения, так или иначе, связаны с вопросами о том, сколько заказывать и когда заказывать необ­ходимую продукцию. Существуют две основные системы управления запасами: с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами. Порядок расчета параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами приведен в таблицах 6 и 7.

**Модель управления запасами с фиксированным размером заказа** предусматривает поступление материалов равными, заранее определенными оптимальными партиями через разные промежутки времени. Заказ на поставку очередной партии делается при уменьшении размера запаса на складе до установленного критического уровня – «точки заказа».

Таблица 6. Порядок расчета параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа.

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Порядок расчета |
| 1. Потребность в заказываемом продукте S, шт. | Исходные данные *(вычисляются на основании плана производства/плана реализации)* |
| 2. Оптимальный размер заказа Q, шт. | Формула Виль­сона |
| 3. Время поставки Тпос, дней | Исходные данные *(обычно указываются в договоре на поставку)* |
| 4. Возможное время задержки поставки, дней | Исходные данные *(рекомендуется брать разумно максимальное время, на которое может быть задержана поставка)* |
| 5. Ожидаемое дневное потребление, шт./день | (1) / (число рабочих дней) |
| 6. Срок расходования заказа, дней | (2) / (5) |
| 7. Ожидаемое потребление за время поставки, шт. | (3) х (5) |
| 8. Максимальное потребление за время поставки, шт.  Апос.max, шт. | [(3) + (4)] х (5) |
| 9. Страховой запас, шт. | (8) - (7) |
| 10. Пороговый уровень запаса, шт. | (9) + (7) |
| 11. Максимально желательный объем запасов, шт. | (9) + (2) |
| 11. Срок расходования запаса до порогового уровня, дней | [(11) - (10)] / (5) |

Регулируемые параметры модели: «точка заказа» и величина партии поставки.

Величина партии поставки в рассматриваемой модели, как правило, определяется по формуле Вильсона. Сложность заключается в определении «точки заказа».

Оптимальный размер заказа вычисляется по формуле Вильсона:

*,*

*где, Q – оптимальный размер заказа;*

*Стр  – затраты на поставку единицы заказываемого продукта;*

*а – потребность в заказываемом продукте за определенный период, шт.*

*Схр – затраты на хранение единицы запаса, руб./шт.*

Достоинства системы управления запасами с фиксированным размером заказа заключаются в том, что материал поступает одинаковыми партиями, что снижает затраты по доставке и содержанию запасов. Однако при этом требуется систематический постоянный контроль запасов, что увеличивает издержки, связанные с их регулированием.

Условия применения данной модели управления запасами:

* издержки управления запасами значительны и их можно вычислить,
* при заказе определенных компонентов поставщик налагает ограничения на минимальный размер партии, поскольку легче один раз скорректировать фиксированный наиболее экономичный размер партии, чем непрерывно регулировать переменный размер заказа;
* запасаемые товары у потребителя составляют лишь небольшую долю продукции, выпускаемой поставщиком;
* размер и периодичность поставки не регламентированы календарным планом производства продукции поставщика;
* имеет место регулярная проверка остатков, физическое наличие товаров обозримо и легко поддается учету каждого изменения состояния запасов;
* имеет место относительно стабильная интенсивность потребления материалов;
* интенсивность потребления за время поставки можно предсказать с достаточной точностью.

При применении данной модели необходимо ведение регулярного контроля уровня запасов и имеется возможность заказывать и получать поставки в любое время.

Графически работа системы с фиксированным размером заказа показана на рисунках 5, 6 и 7.

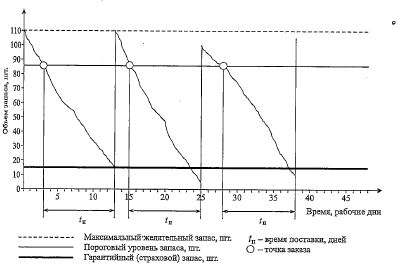


Рис. 5. Вид графической модели работы системы управления запасами с фиксированным размером заказа без сбоев в поставках

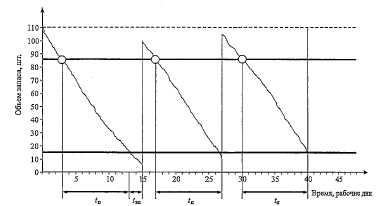


Рис.6. Вид графической модели работы системы управления запасами с фиксированным размером заказа с одной задержкой в поставках

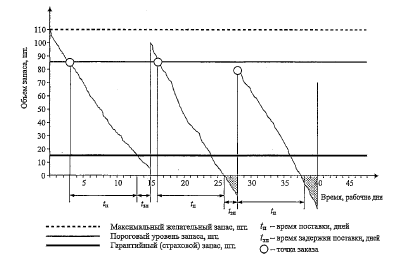


Рис. 7. Вид графической модели работы системы управления запасами с фиксированным размером заказа при наличии неоднократных задержек в поставках

**Модель управления запасами с фиксированы интервалом времени между заказами.** Материалы заказываются и поступают на склад через равные промежутки времени. В момент заказа проверяется наличие запаса на складе. Регулирующие параметры: максимальный уровень запасов и интервал между двумя заказами или очередными поступлениями партий.

Таблица 7. Порядок расчета параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа.

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Порядок расчета |
| 1. Потребность в заказываемом продукте S, шт. | Исходные данные *(вычисляются на основании плана производства/плана реализации)* |
| 2. Интервал времени между заказами I, дней | По формуле: |
| 3. Время поставки Тпост, дней | Исходные данные *(обычно указываются в договоре на поставку)* |
| 4. Возможное время задержки поставки, дней | Исходные данные *(рекомендуется брать разумно максимальное время, на которое может быть задержана поставка)* |
| 5. Ожидаемое дневное потребление, шт./день | (1) / (число рабочих дней) |
| 6. Ожидаемое потребление за время поставки, шт. | (3) х (5) |
| 7. Максимальное потребление за время поставки, шт.  Апос.max, шт. | [(3) + (4)] х (5) |
| 8. Страховой запас Qстр, шт. | (7) - (6) |
| 9. Максимально желательный запас Qmax,шт. | (8) + (2) х (5) |
| 10. Размер заказа Q, шт. | (9) – текущий запас + (6) |

Интервал времени между заказами вычисляется по формуле:

*,*

*где, I – интервал времени между заказами, дни;*

*N – число рабочих дней в периоде, дни;*

*Q –оптимальный размер заказа, шт.;*

*S – потребность в ресурсе в плановом периоде, шт.*

*Достоинство данной модели* – ее простота, регулирование осуществляется один раз в течение всего интервала между поставками.

Модель наиболее эффективна при небольших затратах материалов и равномерном их расходе. Применение модели целесообразно при установлении регулярных сроков поставки и возможности запасать продукцию в любом количестве.

*Недостатки модели:*

* Необходимость делать заказ даже на незначительное количество материалов;
* Возникновение опасности исчерпания запасов при непредвиденном интенсивном их потреблении до наступления очередного момента заказа;
* Необходимость установления уровня максимального запаса с учетом ограничений по ресурсам логистической системы.

Модель с фиксированной периодичностью заказа целесообразно применять при постоянной интенсивности потребления.

Графически работа системы с фиксированным интервалом времени между заказами показана на рисунках 8, 9 и 10.

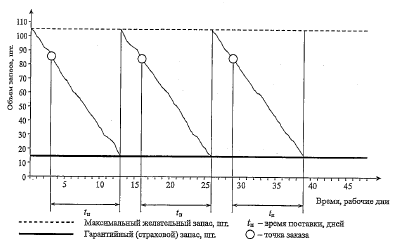


Рис. 8. Вид графической модели работы системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами при отсутствии сбоев в поставках

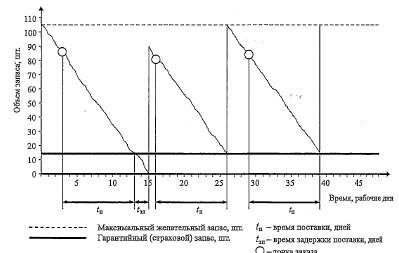


Рис. 9. Вид графической модели работы системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами при единовременном сбое поставки

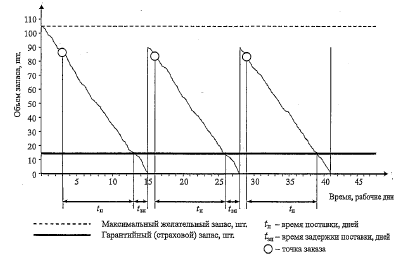


Рис. 10. Вид графической модели работы системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами при наличии неоднократных сбоев в поставках

Для выполнения данного задания необходимо:

1. Рассчитать параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа и построить график с учетом того, что вторая поставка будет осуществлена с задержкой в два дня, а третья - с максимальной задержкой.
2. Рассчитать параметры системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между поставками и построить график с учетом того, что вторая поставка будет осуществлена с задержкой в два дня, а третья - с максимальной задержкой.

Исходные данные для выполнения задания по вариантам приведены в таблице 21.

## Задание 6. Выбор логистической схемы доставки товаров в зависимости от стоимости и времени их доставки.

Имеется 4 альтернативные схемы доставки товара. Необходимо выбрать наиболее оптимальную схему доставки с учетом времени и стоимости доставки.

Условие задачи:

Объем спроса на товар достаточно стабильный и носит регулярный характер.

Объем продаж составляет:

80 тыс. единиц товара в год;

60 тыс. единиц товара в год;

50 тыс. единиц товара в год;

25 тыс. единиц товара в год;

Продажа товара осуществляется равномерно день ото дня.

Альтернативные схемы доставки товаров:

* транспортировки самолетом в малых контейнерах, а затем автомобильным транспортом до места розничной торговли;
* перевозка автомобильным транспортом в малых контейнерах до места розничной торговли;
* перевозка автомобильным транспортом в больших контейнерах до места розничной торговли;
* транспортировка по железной дороге в больших контейнерах, до склада и от него малыми партиями до места розничной торговли.

Затраты времени при транспортировке каждым видом транспорта приведены в таблице 8.

Таблица 8. Затраты времени при транспортировке различными видами транспорта, дн.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид транспортировки | Время обработки заявки | Время в пути | Время нахождения на складе | Время нахождения в месте розничной торговли |
| Самолетом **(А)** | 5 | 1 | 0 | 2 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах **(Б)** | 5 | 2 | 0 | 2 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах **(В)** | 5 | 2 | 0 | 8 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах **(Г)** | 5 | 4 | 10 | 5 |

Процентная ставка на стоимость запасов равна ***х*** % годовых,

Стоимость единицы товара составляет ***у*** у.е.

Данные о стоимости транспортировки, стоимости запасов и единицы товара по вариантам приведены в таблицах 9 и 10.

Таблица 9. Удельные транспортные расходы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид транспортировки | Удельные транспортные расходы при разных объемах транспортировки в год | | | |
| 80 тыс. ед. | 60 тыс. ед. | 50 тыс. ед. | 25 тыс. ед. |
| Вариант 1 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,70 | 3,31 | 3,65 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 2 | | | | |
| Самолетом | 3,45 | 4,15 | 4,60 | 5,71 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,70 | 3,31 | 3,65 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,23 | 1,25 | 1,89 | 4,39 |
| Вариант 3 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,75 | 3,43 | 3,74 | 5,48 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,62 | 2,43 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 4 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,67 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,75 | 3,38 | 3,69 | 5,44 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,19 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 5 | | | | |
| Самолетом | 3,43 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,72 | 3,31 | 3,75 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,38 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,22 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 6 | | | | |
| Самолетом | 3,20 | 4,00 | 4,44 | 5,59 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,65 | 3,25 | 3,54 | 5,27 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 7 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,70 | 3,31 | 3,65 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,50 | 2,25 | 2,76 | 5,27 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,15 | 1,10 | 1,65 | 4,00 |
| Вариант 8 | | | | |
| Самолетом | 3,20 | 4,23 | 4,44 | 5,59 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,65 | 3,25 | 3,54 | 5,27 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,20 | 1,19 | 1,83 | 4,29 |
| Вариант 9 | | | | |
| Самолетом | 3,20 | 4,00 | 4,44 | 5,59 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,65 | 3,25 | 3,54 | 5,27 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,60 | 2,45 | 2,87 | 5,44 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 10 | | | | |
| Самолетом | 3,25 | 4,17 | 4,48 | 5,63 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,67 | 3,27 | 3,59 | 5,35 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 11 | | | | |
| Самолетом | 3,25 | 4,17 | 4,48 | 5,63 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,60 | 3,20 | 3,44 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,23 | 1,19 | 1,82 | 4,19 |
| Вариант 12 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,67 | 3,27 | 3,59 | 5,35 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,34 | 2,83 | 5,31 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,19 | 1,14 | 1,74 | 4,09 |
| Вариант 13 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,60 | 3,20 | 3,44 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,63 | 2,47 | 2,89 | 5,45 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,23 | 1,27 | 1,84 | 4,27 |
| Вариант 14 | | | | |
| Самолетом | 3,33 | 4,10 | 4,54 | 5,65 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,67 | 3,27 | 3,59 | 5,35 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,63 | 2,47 | 2,89 | 5,45 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,23 | 1,27 | 1,84 | 4,27 |
| Вариант 15 | | | | |
| Самолетом | 3,25 | 4,17 | 4,48 | 5,63 |
| Автомобильным транспортом в малых контейнерах | 2,60 | 3,20 | 3,44 | 5,37 |
| Автомобильным транспортом в больших контейнерах | 1,58 | 2,37 | 2,89 | 5,47 |
| Железнодорожным транспортом в больших контейнерах | 0,23 | 1,22 | 1,82 | 4,24 |

Таблица 10. Стоимость запасов и стоимость одной единицы товара

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Процентная ставка на стоимость запасов, % годовых | Стоимость единицы товара, у.е. |
| 1 | 10 | 500 |
| 2 | 11 | 520 |
| 3 | 12 | 530 |
| 4 | 13 | 535 |
| 5 | 14 | 540 |
| 6 | 15 | 550 |
| 7 | 8 | 555 |
| 8 | 9 | 570 |
| 9 | 10 | 575 |
| 10 | 11 | 585 |
| 11 | 12 | 600 |
| 12 | 13 | 620 |
| 13 | 14 | 625 |
| 14 | 15 | 630 |
| 15 | 12 | 650 |

Необходимо рассчитать:

1. годовую оборачиваемость или количество рейсов для каждой схемы доставки и каждого объема продаж, таблица 11;
2. объем товарных запасов или средний объем поставки за рейс (с экономической точки зрения, товары, находящиеся в пути, представляют собой запасы), таблица12.
3. издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта для каждого объема продаж, таблица 13;
4. Издержки на обслуживание товарных запасов в пути при транспортировке по каждой схеме доставки, таблица 14;
5. Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки, включая издержки на товарные запасы, таблица 15;
6. Рациональные схемы доставки товаров для каждого объема продаж.

Методика расчета

Таблица 11. Годовая оборачиваемость или количество рейсов для каждой из альтернативных схем доставки.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Альтернативные схемы доставки | Время обработки заявки | Время в пути | Время нахождения на складе | Время нахождения в месте розничной торговли | Общее время оборота, дн. | Годовая оборачиваемость |
| А |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  |  |  |
| В |  |  |  |  |  |  |
| Г |  |  |  |  |  |  |

**Годовая оборачиваемость = 365 дн / общее время оборота;**

**Общее время оборота =**

**время обработки заявки + время в пути + время нахождения товара на складе + время нахождения товара в месте розничной торговли;**

Таблица 12. Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем продаж, тыс. ед. | Объем товарных запасов или средний объем поставки за рейс при альтернативных схемах поставки товаров, ед. | | | |
| А | Б | В | Г |
| 80 |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |

**Объем товарных запасов или средний размер поставки за рейс =**

**Объем продаж / годовая оборачиваемость**

Таблица 13. Издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем продаж, тыс. ед. товара | Издержки на перевозку за рейс при альтернативных схемах доставки товаров, у.е. | | | |
| А | Б | В | Г |
| 80 |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |

**Издержки на перевозку за рейс (S) =**

**Удельные транспортные расходы Х объем продаж**

**/ годовая оборачиваемость**

Таблица 14. Издержки на товарные запасы за рейс каждым видом транспорта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем продаж, тыс. ед. товара | Издержки на товарные запасы за рейс при альтернативных схемах поставки товаров, у.е. | | | |
| А | Б | В | Г |
| 80 |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |

**Издержки на товарные запасы =**

**Объем товарных запасов Х цена ресурса Х процентная ставка стоимости запасов (%)**

**Х (время транспортировки + время нахождения товара на складе) / 365**

Таблица 15. Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки, тыс. у.е.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем продаж, тыс. ед. товара | Общие издержки за рейс при альтернативных схемах поставки товаров, у.е. | | | |
| А | Б | В | Г |
| 80 |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |

Наиболее рациональные схемы доставки товаров для каждого объема продаж определяется исходя из минимальных общих издержек.

## Задание 7. Транспортная задача.

Классической транспортной задачей является задача выбора плана перевозок некоторого товара (изделия, груза) от m источников (пунктов производства, поставщиков) к n стокам (пунктам сбыта, потребителям), обеспечивающего минимальные транспортные затраты.

Условие задачи.

Имеется сеть магазинов и сеть складов, которые снабжают эти магазины однообразными товарами. Каждый i-й склад (i = 1,…,5) имеет свою максимальную вместимость **A(i)**. Считается, что склады заполнены полностью. Каждый j-й магазин (j = 1,…,7) имеет потребность в количестве товара **B(j)**. Известны расходы на перевозку единицы товара с i-го склада в j-й магазин, **Ci,j**. Необходимо организовать такие потоки товаров со складов в магазины, чтобы потребности магазинов были полностью удовлетворены и суммарные расходы доставки товаров были минимальными.

После выполнения данной задачи с исходными данными, необходимо ее решить при условии, что транспортировка товара со склада 1 в магазин 3 невозможна в силу ремонта дороги между этими пунктами.

**Методика выполнения задания.**

Данное задание выполняется с помощью программного продукта OpenSolver, который устанавливается как надстройка в Excel.

Установка данной программы осуществляется по следующему пути:

Windows XP:  
C:\Documents and Settings\"user name"\Application Data\Microsoft\Addins

Windows Vista and later (7, 8, 8.1):  
C:\Users\"user name"\AppData\Roaming\Microsoft\Addins

Для выполнения задания необходимо открыть программу Excel, в первой строке первого столбца указать номер группы, фамилию и номер варианта, который соответствует порядковому номеру студента в журнале преподавателя.

Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 22.

Далее необходимо создать таблицу «Матрица стоимости перевозок», в которой в названиях столбцов указать порядковые номера магазинов, а в названии строк – номера складов. Данная таблица заполняется исходными данными в соответствии с номером варианта студента.

Решение задания будет осуществляться во второй таблице «Матрица оптимизации объемов доставки и расчет суммарных транспортных затрат». Названия строк и столбцов этой таблицы будут аналогичными таблице 1. Кроме этого после заголовков необходимо добавить один столбец с суммарным объемом предложения товара каждым складом и одну строку с суммарным объемом потребности каждого магазина. Данные в эти ячейки вносятся в соответствии с вариантом студента. Каждый столбец и строка должен заканчиваться расчетом итогов, которые рассчитываются с помощью формул. Оптимальные объемы доставки товара из каждого склада в каждый магазин не заполняются, так как нахождение этих объемов является целевой функцией задания.

В отдельную ячейку вносится формула для вычисления суммарных транспортных затрат, которые будут рассчитываться как сумма произведений стоимости транспортировки товара из каждого магазина в каждый склад и объемов транспортируемого груза. Формула записывается следующим образом: СУММПРОИЗВ(массив1;массив2). После внесения формулы искомое значение будет равно 0. Далее для поиска решений необходимо воспользоваться функцией ПОИСК РЕШЕНИЙ, которая находится во вкладке «Данные» в верхнем меню. При выборе данной функции курсор устанавливается на ячейку, в которой рассчитывается суммарная стоимость транспортных затрат, рис. 11.

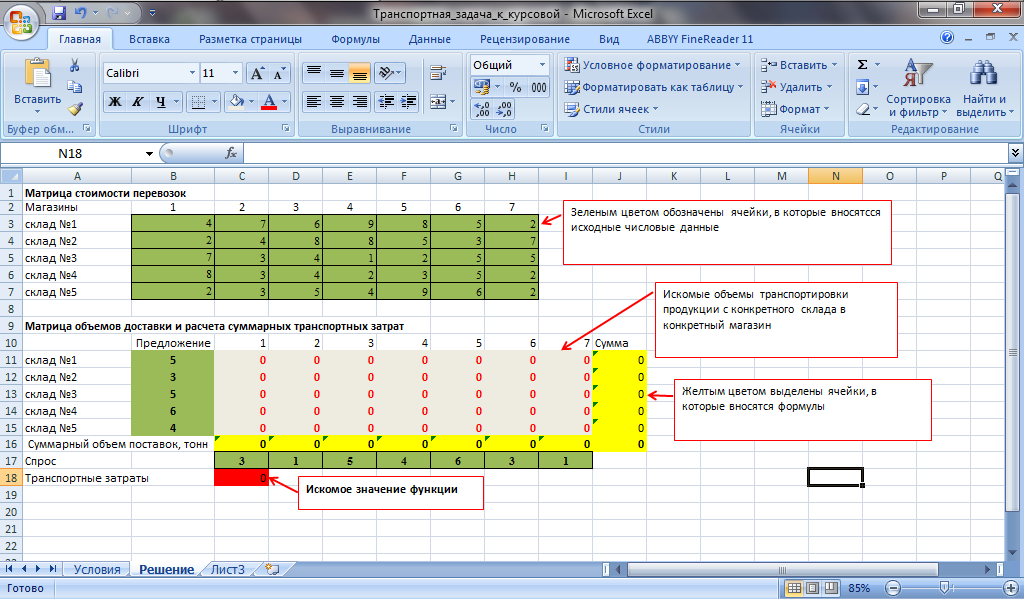


Рис. 11. Исходные данные для выполнения транспортной задачи.

Функция поиск решения используется для определения оптимальных объемов транспортировки продукции из каждого склада в магазины в соответствии со стоимостью перевозок, объемом запасов на каждом из складов и потребностью в продукции каждого магазина. Применение данной функции показано на рисунке 12.

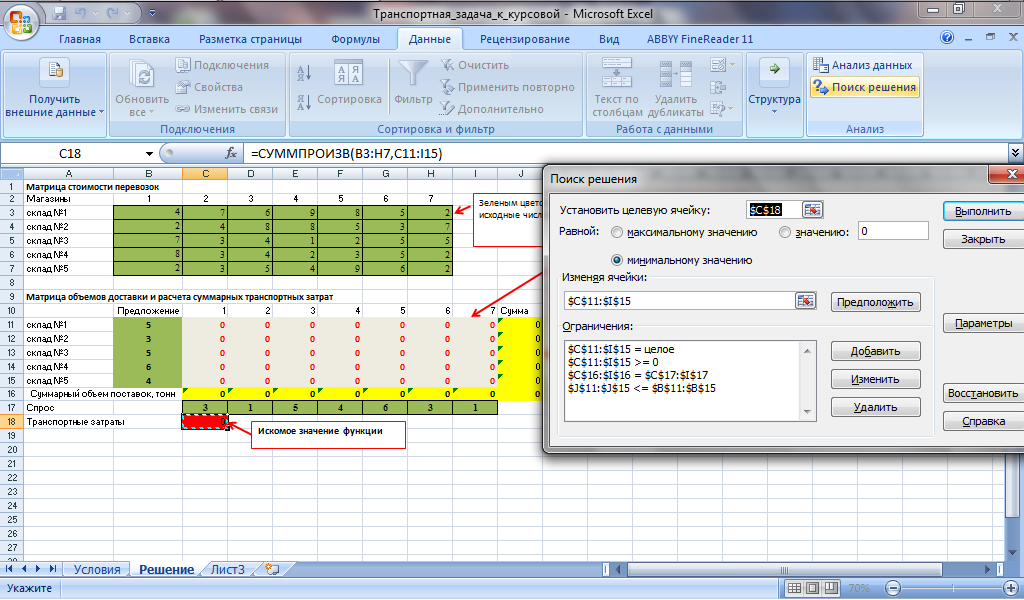


Рис.12. Использование функции «Поиск решения»

## Задание 8. Задача коммивояжера.

Найти для сети, изображенной на рис. 13, кратчайший путь объезда всех пунктов, если: с1,2 = с2,1 = а; с1,3 = с3,1 = b; с1,4 = с4,1 = c; с2,3 = с3,2 = d; с2,6 = с6,2 = e; с2,7 = с7,2 = f; с3,4 = с4,3 = g; с3,5 = с5,3 = h; с4,5 = с5,4 = i; с4,8 = с8,4 = j; с5,6 = с6,5 = k; с5,8 = с8,5 = l; с6,7 = с7,6 = m; с6,8 = с8,6 = n; с7,8 = с8,7 = o.



Рис. 13. Граф транспортной сети.

Задача решается с помощью надстройки OpenSolver вExcel. Для этого формируются следующие таблицы 16, 17, 18.

Таблица 16. Коэффициент целевой функции Сij (расстояние перевозки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пункты отправления и назначения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |

В эту таблицу заносятся расстояния между пунктами. В тех направлениях, в которых по условию задачи транспортировка физически невозможна, проставляются очень большие расстояния перевозки, чтобы исключить эти маршруты из искомого решения.

Таблица 17. Искомые переменные Х*ij*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переменные Хij | xi1 | xi2 | xi3 | xi4 | xi5 | xi6 | xi7 | xi8 | Сумма |
| x1j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x2j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x3j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x4j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x5j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x6j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x7j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| x8j |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| Сумма | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| Переменные ui | |  |  |  |  |  |  |  |  |

Переменные Хij и Ui являются изменяемыми параметрами и будут найдены программой в процессе поиска решения.

В таблице 18 представлена система ограничений, используемая для построения модели. Данная система ограничений рассчитывается для каждого пункта отправки, начиная со второго, так как первый пункт отправки по условию задачи является исходным пунктом отправления транспортного средства.

Таблица 18. Система ограничений ui-uj+n\*xij

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| u2-uj+8\*x2j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u3-uj+8\*x3j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u4-uj+8\*x4j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u5-uj+8\*x5j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u6-uj+8\*x6j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u7-uj+8\*x7j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| u8-uj+8\*x8j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ограничениями данной модели будут:

1. Коэффициенты Хij являются бинарными значениями. Если коэффициент равен 1 – то в этом направлении совершается перевозка, если 0 – то перевозка отсутствует.

2. Сумма коэффициентов Хij по столбцу и по строке должна быть равна 1, так как из одного пункта возможна лишь одна отправка.

3. Выражения ui-uj+n\*xij больше или равны 7, а переменные Uij больше 0.

Целевой функцией является расстояние перевозки, которое записывается как сумма произведений расстояния перевозки на переменные Xij. Эта функция должна стремиться к минимуму.

После решения задачи с помощью OpenSolver необходимо нарисовать спроектированную оптимальную схему движения транспортного средства, определяемую по последовательности переменных Ui.

Данные для выполнения задания по вариантам приведены в таблице 23.

# 3. ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

**Задание 3.**

Таблица 19. Данные для расчета длительности производственного цикла при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном способах движения партий деталей в обработке.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Число изделий | Число операций | Время операций |
| 1 | 12 | 8 | 3, 4, 1, 4, 4, 3, 5, 5 |
| 2 | 14 | 5 | 3, 5, 6, 5, 3 |
| 3 | 9 | 5 | 5, 2, 3, 3, 6 |
| 4 | 8 | 6 | 5, 3, 4, 5, 3, 1 |
| 5 | 12 | 7 | 2, 2, 1, 1, 3, 4, 5 |
| 6 | 6 | 7 | 5, 3, 2, 2, 5, 1, 1 |
| 7 | 12 | 6 | 1, 6, 2, 2, 2, 5 |
| 8 | 6 | 8 | 5, 3, 6, 2, 1, 5, 5, 2 |
| 9 | 12 | 5 | 2, 3, 5, 4, 1 |
| 10 | 13 | 7 | 5, 2, 3, 3, 4, 6, 3 |
| 11 | 8 | 5 | 3, 3, 5, 2, 2 |
| 12 | 10 | 8 | 5, 4, 1, 2, 5, 2, 5, 6 |
| 13 | 7 | 6 | 5, 2, 3, 3, 6, 6 |
| 14 | 12 | 5 | 3, 4, 5, 3, 4 |
| 15 | 9 | 7 | 3, 3, 2, 4, 5, 1, 4 |
| 16 | 13 | 7 | 3, 4, 1, 4, 6, 5, 3 |
| 17 | 8 | 8 | 3, 2, 3, 1, 2, 6, 5, 1 |
| 18 | 7 | 6 | 5, 1, 6, 3, 1, 5 |
| 19 | 8 | 7 | 2, 3, 2, 4, 7, 8, 5 |
| 20 | 7 | 5 | 4, 5, 8, 9, 6 |
| 21 | 10 | 6 | 5, 3, 2, 2, 4, 1 |
| 22 | 11 | 7 | 5, 6, 4, 3, 3, 2, 4 |
| 23 | 12 | 8 | 2, 3, 4, 2, 2, 1, 3, 4 |
| 24 | 6 | 7 | 3, 4, 5, 2, 2, 3, 1, 3 |
| 25 | 5 | 6 | 5, 4, 3, 5, 2, 1 |
| 26 | 9 | 8 | 3, 3, 2, 5, 2, 1, 1, 3 |

**Задание 4.**

Таблица 20. Данные для расчета длительности производственного цикла по правилу Джонсона.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Номер операции | Название детали | | | | | | | | | | | |
| А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З | И | К | Л | М |
| 1 | 1 | 3 | 39 | 43 | 6 | 30 | 8 | 47 | 10 | 43 | 57 | 11 | 33 |
| 2 | 52 | 26 | 19 | 25 | 8 | 28 | 30 | 11 | 12 | 51 | 27 | 16 |
| 2 | 1 | 45 | 5 | 59 | 26 | 32 | 33 | 56 | 11 | 56 | 56 | 14 | 21 |
| 2 | 47 | 6 | 40 | 32 | 9 | 36 | 26 | 12 | 50 | 14 | 55 | 27 |
| Вариант | Номер операции | Название детали | | | | | | | | | | | |
| А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З | И | К | Л | М |
| 3 | 1 | 5 | 37 | 7 | 21 | 18 | 19 | 11 | 38 | 13 | 51 | 38 | 20 |
| 2 | 37 | 7 | 20 | 9 | 21 | 20 | 52 | 18 | 43 | 23 | 16 | 57 |
| 4 | 1 | 42 | 48 | 8 | 49 | 36 | 22 | 12 | 17 | 14 | 34 | 50 | 34 |
| 2 | 10 | 51 | 33 | 10 | 43 | 12 | 14 | 14 | 43 | 53 | 20 | 30 |
| 5 | 1 | 31 | 14 | 5 | 48 | 7 | 8 | 53 | 10 | 18 | 53 | 45 | 29 |
| 2 | 15 | 13 | 14 | 56 | 26 | 25 | 10 | 38 | 12 | 15 | 14 | 44 |
| 6 | 1 | 27 | 20 | 45 | 29 | 59 | 18 | 58 | 11 | 12 | 13 | 14 | 57 |
| 2 | 17 | 28 | 36 | 28 | 9 | 10 | 11 | 12 | 56 | 40 | 39 | 58 |
| 7 | 1 | 52 | 43 | 54 | 36 | 44 | 57 | 11 | 12 | 54 | 10 | 18 | 55 |
| 2 | 6 | 7 | 23 | 9 | 52 | 57 | 20 | 20 | 40 | 22 | 16 | 11 |
| 8 | 1 | 44 | 18 | 8 | 9 | 32 | 43 | 12 | 13 | 27 | 37 | 37 | 28 |
| 2 | 49 | 32 | 12 | 10 | 11 | 12 | 27 | 14 | 33 | 30 | 21 | 33 |
| 9 | 1 | 3 | 23 | 36 | 46 | 33 | 35 | 11 | 15 | 11 | 12 | 13 | 59 |
| 2 | 57 | 5 | 6 | 46 | 24 | 19 | 21 | 41 | 51 | 21 | 14 | 35 |
| 10 | 1 | 44 | 5 | 40 | 7 | 28 | 56 | 43 | 13 | 12 | 18 | 33 | 35 |
| 2 | 31 | 51 | 49 | 8 | 9 | 29 | 11 | 17 | 56 | 55 | 41 | 34 |
| 11 | 1 | 22 | 6 | 49 | 56 | 9 | 10 | 11 | 31 | 15 | 32 | 32 | 47 |
| 2 | 25 | 7 | 25 | 19 | 10 | 17 | 16 | 13 | 46 | 15 | 49 | 41 |
| 12 | 1 | 58 | 21 | 25 | 9 | 55 | 11 | 44 | 46 | 29 | 21 | 16 | 45 |
| 2 | 21 | 28 | 9 | 53 | 17 | 58 | 42 | 14 | 40 | 31 | 17 | 50 |
| 13 | 1 | 49 | 17 | 5 | 48 | 7 | 39 | 9 | 23 | 10 | 50 | 10 | 39 |
| 2 | 37 | 33 | 6 | 26 | 8 | 13 | 18 | 11 | 12 | 28 | 58 | 41 |
| 14 | 1 | 50 | 5 | 52 | 23 | 13 | 9 | 32 | 11 | 52 | 22 | 43 | 18 |
| 2 | 5 | 12 | 33 | 8 | 57 | 10 | 16 | 54 | 13 | 13 | 51 | 39 |
| 15 | 1 | 52 | 44 | 13 | 10 | 9 | 10 | 56 | 38 | 50 | 22 | 15 | 33 |
| 2 | 6 | 21 | 8 | 20 | 39 | 35 | 10 | 33 | 16 | 20 | 16 | 18 |
| 16 | 1 | 49 | 29 | 23 | 9 | 32 | 10 | 12 | 29 | 21 | 15 | 19 | 41 |
| 2 | 10 | 8 | 18 | 10 | 49 | 12 | 13 | 36 | 55 | 17 | 47 | 40 |
| 17 | 1 | 49 | 36 | 5 | 38 | 7 | 25 | 9 | 51 | 44 | 12 | 52 | 28 |
| 2 | 4 | 5 | 59 | 11 | 55 | 53 | 48 | 47 | 11 | 53 | 58 | 50 |
| 18 | 1 | 47 | 46 | 35 | 48 | 8 | 36 | 10 | 47 | 12 | 53 | 14 | 41 |
| 2 | 39 | 26 | 7 | 11 | 59 | 39 | 11 | 23 | 59 | 14 | 13 | 49 |
| 19 | 1 | 31 | 6 | 7 | 22 | 9 | 31 | 53 | 11 | 45 | 14 | 52 | 29 |
| 2 | 6 | 13 | 8 | 57 | 59 | 25 | 44 | 13 | 39 | 15 | 54 | 27 |
| 20 | 1 | 38 | 7 | 8 | 54 | 10 | 11 | 27 | 33 | 16 | 53 | 27 | 57 |
| 2 | 32 | 8 | 41 | 32 | 11 | 13 | 57 | 13 | 45 | 16 | 17 | 31 |
| 21 | 1 | 5 | 12 | 34 | 42 | 53 | 17 | 23 | 10 | 18 | 6 | 32 | 10 |
| 2 | 37 | 34 | 12 | 10 | 6 | 23 | 30 | 42 | 15 | 45 | 32 | 15 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Номер операции | Название детали | | | | | | | | | | | |
| А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З | И | К | Л | М |
| 22 | 1 | 47 | 46 | 35 | 48 | 8 | 36 | 10 | 47 | 12 | 53 | 14 | 41 |
| 2 | 25 | 14 | 8 | 10 | 29 | 33 | 15 | 6 | 55 | 36 | 47 | 14 |
| 23 | 1 | 37 | 33 | 6 | 26 | 8 | 13 | 18 | 11 | 12 | 28 | 58 | 41 |
| 2 | 6 | 13 | 8 | 57 | 59 | 25 | 44 | 13 | 39 | 15 | 54 | 27 |
| 24 | 1 | 44 | 18 | 8 | 9 | 32 | 43 | 12 | 13 | 27 | 37 | 37 | 28 |
| 2 | 5 | 12 | 33 | 8 | 57 | 10 | 16 | 54 | 13 | 13 | 51 | 39 |
| 25 | 1 | 38 | 7 | 8 | 54 | 10 | 11 | 27 | 33 | 16 | 53 | 27 | 57 |
| 2 | 25 | 7 | 25 | 19 | 10 | 17 | 16 | 13 | 46 | 15 | 49 | 41 |
| 26 | 1 | 21 | 28 | 9 | 53 | 17 | 58 | 42 | 14 | 40 | 31 | 17 | 50 |
| 2 | 5 | 37 | 7 | 21 | 18 | 19 | 11 | 38 | 13 | 51 | 38 | 20 |

**Задание 5.**

Таблица 21. Данные для расчета параметров системы управления запасами.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Система управления запасами с фиксированным размером заказа | | | | | Система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами | | | | |
| S, шт. | A, руб. | W, руб. | Тпос, дн. | Тз.пос, дн | S, шт. | A, руб. | W, руб. | Тпос, дн. | Тз.пос, дн |
| 1 | 500 | 2500 | 50 | 7 | 3 | 900 | 1200 | 20 | 7 | 3 |
| 2 | 400 | 2400 | 40 | 8 | 4 | 800 | 1100 | 30 | 8 | 4 |
| 3 | 300 | 2300 | 30 | 9 | 5 | 700 | 2000 | 40 | 9 | 5 |
| 4 | 200 | 2500 | 70 | 5 | 3 | 600 | 2100 | 50 | 7 | 6 |
| 5 | 900 | 2700 | 60 | 8 | 4 | 800 | 2600 | 20 | 9 | 4 |
| 6 | 300 | 2800 | 50 | 7 | 5 | 700 | 2700 | 30 | 7 | 3 |
| 7 | 400 | 2900 | 40 | 6 | 3 | 600 | 2800 | 40 | 8 | 6 |
| 8 | 500 | 2900 | 30 | 5 | 4 | 500 | 2900 | 50 | 9 | 5 |
| 9 | 600 | 2800 | 40 | 4 | 3 | 400 | 1100 | 60 | 7 | 4 |
| 10 | 700 | 2700 | 50 | 5 | 4 | 300 | 1200 | 70 | 8 | 5 |
| 11 | 800 | 2600 | 60 | 4 | 3 | 300 | 1300 | 80 | 9 | 4 |
| 12 | 900 | 2500 | 70 | 5 | 4 | 400 | 1400 | 90 | 7 | 3 |
| 13 | 300 | 2400 | 80 | 6 | 5 | 500 | 1500 | 20 | 8 | 7 |
| 14 | 400 | 2300 | 70 | 7 | 6 | 600 | 1600 | 30 | 9 | 6 |
| 15 | 500 | 1900 | 60 | 8 | 7 | 700 | 1700 | 40 | 7 | 5 |
| 16 | 600 | 1800 | 50 | 9 | 8 | 800 | 1800 | 50 | 8 | 4 |
| 17 | 700 | 1700 | 40 | 8 | 3 | 900 | 1900 | 60 | 9 | 3 |
| 18 | 800 | 1600 | 30 | 7 | 4 | 300 | 2000 | 70 | 7 | 4 |
| 19 | 900 | 1500 | 20 | 6 | 5 | 400 | 2100 | 80 | 8 | 5 |
| 20 | 300 | 1400 | 30 | 5 | 3 | 500 | 2200 | 90 | 9 | 3 |
| 21 | 400 | 1300 | 40 | 4 | 4 | 600 | 2300 | 20 | 7 | 4 |
| 22 | 500 | 1200 | 50 | 5 | 4 | 700 | 2400 | 30 | 8 | 5 |
| 23 | 600 | 1300 | 60 | 4 | 3 | 800 | 2500 | 40 | 9 | 4 |
| 24 | 700 | 1400 | 70 | 5 | 4 | 900 | 2600 | 50 | 7 | 3 |
| 25 | 800 | 1500 | 80 | 6 | 5 | 300 | 2700 | 60 | .8 | 4 |
| 26 | 900 | 1700 | 90 | 7 | 6 | 200 | 2800 | 70 | 9 | 5 |

**Задание 7.**

Таблица 22. Исходные данные по вариантам для выполнения транспортной задачи.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Максимальная вместимость склада, тонн | Потребность магазинов в товаре, тонн | | | | | | | Затраты на транспортировку 1 тонны товара со склада в магазин,  тыс. руб. | | | | |
| Номер склада и магазина | 1 2 3 4 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Склад № 1 | Склад № 2 | Склад № 3 | Склад № 4 | Склад № 5 |
| 1 | 5 3 5 6 4 | 3 | 1 | 5 | 4 | 6 | 3 | 1 | 4 7 6 9 8 5 2 | 2 4 8 8 5 3 7 | 7 3 4 1 2 5 5 | 8 3 4 2 3 5 2 | 2 3 5 4 9 6 2 |
| 2 | 6 3 4 8 7 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 5 | 3 | 6 8 3 7 4 3 2 | 8 9 7 3 5 5 8 | 1 4 1 5 2 2 3 | 2 9 3 7 5 2 1 | 9 8 4 5 6 6 1 |
| 3 | 7 2 6 5 2 | 3 | 2 | 7 | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 9 3 7 5 2 1 | 5 3 7 1 4 4 3 | 6 4 8 7 3 2 1 | 1 1 4 3 6 4 2 | 7 3 1 2 7 7 4 |
| 4 | 6 2 2 3 7 | 6 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 4 5 9 7 8 3 | 3 2 5 7 2 2 1 | 9 6 3 4 5 5 7 | 1 2 9 2 7 4 5 | 8 2 8 2 5 3 3 |
| 5 | 5 8 7 4 2 | 2 | 5 | 6 | 7 | 3 | 2 | 1 | 9 6 3 4 5 5 7 | 1 1 4 3 4 4 2 | 8 7 3 9 4 4 3 | 4 5 1 3 8 7 3 | 6 8 7 7 2 4 2 |
| 6 | 4 8 4 3 7 | 6 | 3 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3 2 5 7 2 2 1 | 5 3 7 1 4 4 3 | 4 4 5 6 3 2 1 | 6 4 2 5 8 7 3 | 3 2 5 7 2 2 1 |
| 7 | 6 8 3 7 9 | 3 | 7 | 7 | 4 | 2 | 5 | 5 | 3 5 2 9 6 6 4 | 6 8 7 7 2 4 2 | 2 7 9 8 3 2 3 | 6 6 4 3 8 2 1 | 8 7 3 9 4 4 3 |
| 8 | 7 8 3 5 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 7 | 1 | 1 | 6 2 5 1 3 4 5 | 3 2 5 7 2 2 1 | 6 4 2 5 8 7 3 | 5 3 3 2 1 6 9 | 7 4 4 5 3 2 2 |
| 9 | 2 5 3 7 9 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 7 | 6 | 1 2 9 2 7 4 5 | 3 2 5 7 2 2 1 | 6 8 7 7 2 4 2 | 4 4 5 6 3 2 1 | 6 6 4 3 8 2 1 |
| 10 | 9 5 5 8 7 | 5 | 3 | 5 | 6 | 7 | 4 | 4 | 8 8 7 3 5 5 8 | 6 6 4 3 8 2 1 | 7 4 4 5 3 2 2 | 5 8 9 3 1 2 4 | 3 2 5 7 2 2 1 |
| 11 | 9 7 3 2 6 | 8 | 3 | 5 | 3 | 6 | 1 | 1 | 5 3 7 1 4 4 3 | 5 3 7 1 4 4 3 | 3 2 5 7 2 2 1 | 1 1 4 3 4 4 2 | 2 3 7 4 3 2 5 |
| 12 | 6 5 3 4 8 | 4 | 5 | 2 | 3 | 7 | 3 | 2 | 9 8 4 5 6 6 1 | 3 2 5 7 2 2 1 | 4 4 5 6 3 2 1 | 2 7 9 8 3 2 3 | 5 3 3 2 1 6 9 |
| 13 | 2 2 6 8 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 6 8 7 7 2 4 2 | 1 1 4 3 4 4 2 | 5 3 3 2 1 6 9 | 7 4 4 5 3 2 2 | 3 2 5 7 2 2 1 |
| 14 | 3 3 8 7 5 | 1 | 6 | 3 | 4 | 6 | 4 | 2 | 8 2 8 2 5 3 3 | 6 6 4 3 8 2 1 | 8 7 3 9 4 4 3 | 6 8 7 7 2 4 2 | 1 1 4 3 4 4 2 |
| 15 | 6 3 4 5 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 1 4 3 4 4 2 | 6 4 2 5 8 7 3 | 2 7 9 8 3 2 3 | 5 8 9 3 1 2 4 | 3 2 5 7 2 2 1 |
| 16 | 8 8 5 7 4 | 7 | 4 | 4 | 6 | 2 | 2 | 7 | 7 3 1 2 4 7 4 | 5 3 3 2 1 6 9 | 6 8 7 7 2 4 2 | 2 3 7 4 3 2 5 | 7 4 4 5 3 2 2 |
| 17 | 8 4 3 7 9 | 6 | 4 | 3 | 2 | 5 | 6 | 5 | 8 7 3 9 4 4 3 | 2 7 9 8 3 2 3 | 5 3 3 2 1 6 9 | 1 1 4 3 4 4 2 | 6 4 2 5 8 7 3 |
| 18 | 3 6 7 5 2 | 5 | 6 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 6 8 4 7 5 5 2 | 1 1 4 3 4 4 2 | 6 6 4 3 8 2 1 | 4 4 5 6 3 2 1 | 5 3 3 2 1 6 9 |
| 19 | 7 6 4 8 5 | 4 | 1 | 8 | 4 | 7 | 3 | 3 | 8 3 5 4 1 1 3 | 6 8 7 7 2 4 2 | 4 4 5 6 3 2 1 | 5 3 3 2 1 6 9 | 2 7 9 8 3 2 3 |
| 20 | 5 9 4 6 8 | 8 | 3 | 1 | 6 | 5 | 8 | 1 | 1 9 7 1 2 2 8 | 8 7 3 9 4 4 3 | 6 4 2 5 8 7 3 | 3 2 5 7 2 2 1 | 7 4 4 5 3 2 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Максимальная вместимость склада, тонн | Потребность магазинов в товаре, тонн | | | | | | | Затраты на транспортировку 1 тонны товара со склада в магазин,  тыс. руб. | | | | |
| Номер склада и магазина | 1 2 3 4 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Склад № 1 | Склад № 2 | Склад № 3 | Склад № 4 | Склад № 5 |
| 21 | 6 4 2 3 7 | 2 | 3 | 6 | 7 | 1 | 1 | 2 | 6 4 2 5 8 7 3 | 1 9 7 1 2 2 8 | 1 1 4 3 4 4 2 | 8 2 8 2 5 3 3 | 6 8 4 7 5 5 2 |
| 22 | 5 7 3 9 4 | 5 | 4 | 3 | 8 | 4 | 2 | 2 | 5 3 3 2 1 6 9 | 7 3 1 2 4 7 4 | 8 2 8 2 5 3 3 | 6 8 4 7 5 5 2 | 1 1 4 3 4 4 2 |
| 23 | 2 5 5 4 7 | 6 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 3 | 5 8 9 3 1 2 4 | 8 2 8 2 5 3 3 | 1 9 7 1 2 2 8 | 6 2 5 1 3 4 5 | 7 3 1 2 4 7 4 |
| 24 | 8 4 3 5 2 | 7 | 3 | 6 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 3 7 4 3 2 5 | 6 8 4 7 5 5 2 | 1 1 4 3 4 4 2 | 5 8 9 3 1 2 4 | 6 2 5 1 3 4 5 |
| 25 | 4 4 7 8 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | 4 | 7 | 2 7 9 8 3 2 3 | 8 2 8 2 5 3 3 | 4 3 5 7 2 8 2 | 6 8 4 7 5 5 2 | 7 3 1 2 4 7 4 |
| 26 | 5 5 9 4 2 | 8 | 4 | 2 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 4 5 6 3 2 1 | 7 3 1 2 4 7 4 | 6 8 4 7 5 5 2 | 2 2 7 8 3 5 1 | 9 8 4 5 6 6 1 |
| 27 | 3 3 7 8 4 | 3 | 7 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 6 6 4 3 8 2 1 | 5 8 9 3 1 2 4 | 4 6 3 2 7 6 3 | 1 9 7 1 2 2 8 | 8 2 8 2 5 3 3 |
| 28 | 6 6 4 3 2 | 1 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 | 7 4 4 5 3 2 2 | 1 9 7 1 2 2 8 | 6 8 4 7 5 5 2 | 9 8 4 5 6 6 1 | 1 1 4 3 4 4 2 |

Продолжение таблицы 21.

**Задание 8.**

Таблица 23. Исходные данные по вариантам для решения задачи коммивояжера.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Расстояние между пунктами, км | | | | | | | | | | | | | | |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o |
| 1 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 2 | 1 | 2 | 10 | 3 | 5 | 1 | 3 | 7 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 3 | 1 | 5 | 6 | 3 | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 4 | 1 | 4 | 8 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 9 |
| 5 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 7 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 7 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 9 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 6 |
| 8 | 1 | 4 | 6 | 7 | 5 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 9 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 4 | 2 | 8 | 4 | 3 |
| 10 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 5 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 11 | 5 | 2 | 7 | 3 | 2 | 1 | 3 | 7 | 6 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 12 | 5 | 2 | 10 | 3 | 5 | 1 | 3 | 7 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 13 | 5 | 2 | 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 7 | 1 | 4 | 1 | 7 | 3 | 4 | 7 |
| 14 | 5 | 2 | 6 | 3 | 7 | 1 | 4 | 7 | 8 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 15 | 5 | 2 | 10 | 3 | 9 | 1 | 3 | 7 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 16 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 9 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 6 |
| 17 | 3 | 4 | 6 | 7 | 5 | 1 | 8 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 18 | 6 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 2 | 8 | 4 | 3 |
| 19 | 3 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 20 | 2 | 2 | 7 | 3 | 2 | 1 | 2 | 7 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 21 | 3 | 2 | 10 | 3 | 5 | 1 | 1 | 7 | 12 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| 22 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 9 | 4 | 1 | 8 | 1 | 4 | 7 | 4 | 6 |
| 23 | 3 | 7 | 6 | 7 | 9 | 1 | 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 5 | 3 | 6 | 7 |
| 24 | 6 | 4 | 6 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 2 | 8 | 4 | 3 |
| 25 | 7 | 4 | 6 | 9 | 13 | 5 | 7 | 3 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 8 | 10 |
| 26 | 5 | 10 | 3 | 6 | 8 | 2 | 1 | 6 | 9 | 2 | 4 | 9 | 6 | 4 | 1 |