

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ и НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Коломенский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Московский политехнический университет»

**Методические рекомендации по выполнению
лабораторных работ по дисциплине
«Производственная логистика»**

Основная образовательная программа высшего образования
«Менеджмент»
Прикладной бакалавриат

Профиль «Производственный менеджмент»

Направление подготовки 38.03.02 Менеджмент
Нормативный срок освоения программы - 4 года

Ежегодно актуализируется и утверждается в составе ООП
на заседании Ученого совета института

Лабораторная работа №1. Оптимизация кольцевого маршрута при поставке продукции

Цель работы: определение оптимальной схемы движения по кольцевому маршруту и расчет длины оптимального кольцевого маршрута для двух вариантов данных.

Теория оптимизации кольцевого маршрута

Одной из важных задач в логистике является разработка **моделей транспортного обслуживания** потребителей и поставщиков, расчет рациональных маршрутов перевозки, составление графиков доставки продукции потребителям.

Маршрутизация перевозок - наиболее совершенный способ организации материалопотока. Маршрутизация позволяет повысить производительность транспортных средств и сократить запасы поставщиков и потребителей.

Маршрут движения - это путь следования транспорта при выполнении перевозок. Выделяют маятниковые и кольцевые маршруты движения. При маятниковом маршруте путь следования транспорта между пунктами неоднократно повторяется. **Кольцевой маршрут** - это маршрут движения транспорта по замкнутому контуру, соединяющему несколько потребителей или поставщиков. Разновидностями кольцевого маршрута являются развозочные маршруты, сборные и сборно-развозочные. **Развозочный кольцевой маршрут** - это маршрут, при котором продукция загружается у одного поставщика и развозится нескольким потребителям. **Сборный кольцевой маршрут** - это маршрут движения, при котором продукция получается у нескольких поставщиков и доставляется одному потребителю. **Сборно-развозочный кольцевой маршрут** - это сочетание развозочного и сборного кольцевых маршрутов.

Организация кольцевого маршрута является одной из наиболее сложных задач транспортной логистики. По условию задачи из одного отправного пункта (например, с оптовой базы) отправляются разные товары в несколько пунктов получения (например, магазины розничной торговли) с

последовательным их посещением. Целью задачи является поиск замкнутого маршрута с минимальной транспортной работой.

При **расчете кольцевого маршрута** исходными данными является схема размещения транспортных пунктов и расстояний между ними. Выбор оптимального маршрута производится в результате перебора большого количества вариантов. Если в расчет принимается четыре пункта (одна база и три пункта получения), то количество возможных транспортных маршрутов будет равно шести.

Например, если обозначить пункт отправки А, а пункты получения Б₁, Б₂, Б₃, то можно выбрать один из следующих шести **маршрутов**:

1. А-Б₁- Б₂- Б₃-А; 2. А-Б₁- Б₃- Б₂-А; 3. А-Б₃- Б₁- Б₂-А; 4. А-Б₂- Б₁- Б₃-А; 5. А-Б₂- Б₃- Б₁-А; 6. А-Б₃- Б₂- Б₁-А .

В данном случае выбор производится с точки зрения минимизации суммарного расстояния пробега, так как от него зависит величина транспортных затрат.

Однако для 20 пунктов количество возможных маршрутов составляет уже около 6 млн. Поэтому на практике применяются приближенные алгоритмы и допускается возможная неоптимальность получаемых решений. Выбор маршрута влияет на последовательность загрузки товаров на транспортное средство. Первой укомплектовывается партия для последнего пункта получения и располагается в самой дальней части кузова, а партия для первого получателя - у самого края.

Порядок выполнения работы:

Ваш рабочий файл является книгой Excel и содержит два листа:

1-й лист называется «Таблица-матрица»;

2-й лист - «Расчет оптимального маршрута».

На 1-м листе дана схема размещения пунктов потребления и расстояния между ними. Это первый вариант исходных данных для расчета. Следующий вариант данных для расчета представлен на листе «Исходные данные» пособия и его назначает руководитель. Необходимо рассчитать длину оптимального кольцевого маршрута для двух схем.

Расчеты на 1-м листе «Таблица-матрица»

На 1-м листе представлена схема размещения транспортных пунктов. Необходимо рассчитать три таблицы и определить **базовый маршрут**, который состоит из **трех** пунктов.

1. В таблице №1 нужно определить возможные варианты доезда из одного пункта в другой и рассчитать суммарное расстояние каждого варианта по формуле суммы, используя ячейки с данными расстояний в схеме размещения транспортных пунктов. При этом суммарное расстояние от пункта до пункта считать не более чем через два пункта.

2. В таблице №2 необходимо определить минимальные расстояния между пунктами среди вариантов расстояний, представленных в таблице №1. Если из пункта А в пункт Е можно доехать тремя вариантами, то из них следует выбрать тот, который имеет минимальное расстояние, используя стандартную формулу определения минимального значения из ряда данных:

$$= \text{МИН} (\text{число1}; \text{число2}; \dots).$$

3. Для определения базового маршрута необходимо заполнить таблицу №3, в которой располагаются пункты и суммарные расстояния таблицы №2 по убыванию.

Последовательность расчетов в таблице №3

- После расчетов в таблице №2 в таблице №3 появится строка с итоговыми результатами этой таблицы. Она будет располагаться в столбце итоговые результаты и являться исходной для дальнейших расчетов.

- Рассчитать столбец «Расстояние» по формуле: $= \text{МАКС} (\text{число1}; \text{число } 2; \dots)$. Формула должна определять максимальное значение строк таблицы №3. Каждая последующая формула определяет максимальное значение предыдущей строки. На данном этапе только в первой ячейке столбца «Расстояние» будет число, а в остальных ячейках столбца будут нули, так как соответствующие строки еще не сформированы.

- В столбце «Итоговые результаты» повторяем исходную строку (из таблицы №2) в последующих строках столбца «Итоговые результаты», исключая каждый раз максимальную величину, рассчитанную в столбце «Расстояние» и заменяя ее на ноль. Для этого нужно применить логическую

функцию:

= Если (лог_выражение;[значение_если_истина];[значение_если_ложь]), где истина = 0.

Таким образом, выстроится цепочка расстояний по убыванию.

• В столбце «Пункт» выстроить пункты маршрута в той же последовательности, что и их суммарные значения, также используя логическую функцию.

Базовый маршрут будет состоять из первых трех пунктов с максимальными величинами, выделенными в таблице №3 жирным шрифтом. Выбранные пункты необходимо перенести в строку базового маршрута путем ссылки на соответствующие ячейки таблицы №3.

Расчеты на 2-м листе «Расчет оптимального маршрута»

1. Переносим результаты, полученные в таблице №2, и базовый маршрут на 2-й лист в таблицу-матрицу, определяющую минимальные расстояния между пунктами кольцевого маршрута путем ссылок. Заполнять следует ту часть таблицы, ячейки которой свободны и не содержат нули. Расчетная таблица №1 заполняется автоматически.

2. Далее включаем в базовый маршрут следующие три пункта. Первым включаем пункт, который имеет следующую наибольшую сумму расстояний по столбцу после первых трех базовых (4-й по рангу из таблицы №3). Необходимо решить между какими пунктами его следует включить. Для этого определяем размер приращения маршрута для каждой пары пунктов по формуле:

$$\Delta L = L_{ki} + L_{ip} - L_{kp},$$

где L – расстояние между пунктами, км;

i - индекс включаемого пункта;

k - индекс первого пункта из пары;

p - индекс второго пункта из пары.

Размеры приращений считаем в «Таблице для расчета приращений».

Например, если базовыми являлись пункты А, С, В, а четвертым пунктом – пункт D, то формулы расчета приращений будут выглядеть следующим образом:

$$\Delta AC = AD+DC-AC; \quad \Delta CB-CD + DB-CB; \quad \Delta BA = BD + DA-BA.$$

Пункт D разместиться между пунктами, которые имеют минимальное приращение. При сравнении и выборе их полученных значений приращении минимальное, используется формула: = МИН (число1; число2; ...).

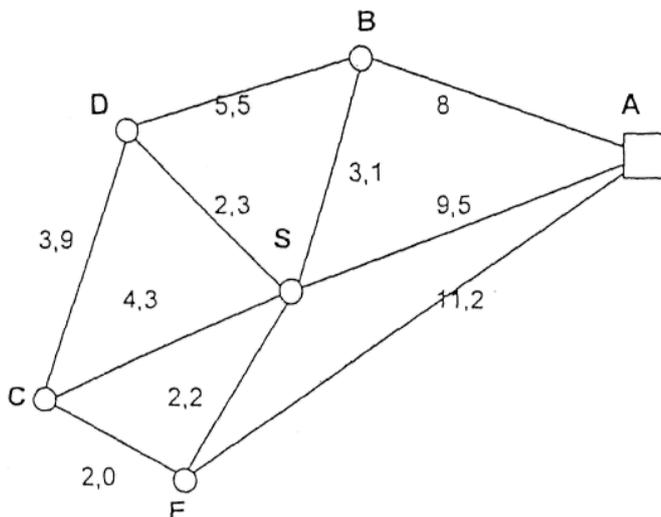
В результате получаем последовательность из 4-х пунктов. Расположение 5-го и 6-го пунктов определяем тем же способом.

Итогом расчетов является получения кольцевого маршрута, проходящего через шесть пунктов, имеющего минимальную длину.

Для расчета схемы следующего варианта скопируйте два расчетных листа 1-го варианта и замените исходные данные. Если все формулы верны, то результат получится автоматически.

Пример расчета длины оптимального кольцевого маршрута

Схема размещения пунктов потребления и расстояния между ними



При составлении программы расчёта кольцевого маршрута на компьютере в ячейки таблиц вставляются только формулы!!! функций, чтобы в дальнейшем с изменением расстояний между пунктами, полученные расчеты по каждой схеме изменялись автоматически.

Таблица 1. Таблица, определяющая все возможные близлежащие расстояния между пунктами кольцевого маршрута

От А до					От В до			
В	Д	С	С	Е	Д	С	С	Е
8	13,5	9,5	13,8	11,2	5,5	3,1	12,1	5,3
12,6	11,8	11,1	15,4	11,7	5,4	7,8	9,4	10,0
	13,4	13,4	13,2	13,3		17,5	7,4	7,4
	18,1		17,7				7,3	11,4

От D до			От S до		От C до
S	C	E	C	E	E
2,3	3,9	5,9	- 4,3	2,2	2,0
8,6	6,6	4,5	6,2	6,3	6,5
8,2		8,6	4,2		

Таблица 2. Таблица - матрица с кратчайшими расстояниями между пунктами (рассчитать по формуле = МИН(число1;[число2];...))

	A	B	D	S	C	E
A	—	8	11,8	9,5	13,2	11,2
B	8	—	5,4	3,1	7,3	5,3
D	11,8	5,4	—	2,3	3,9	4,5
S	9,5	3,1	2,3	—	4,2	2,2
C	13,2	7,3	3,9	4,2	—	2,0
E	11,2	5,3	4,5	2,2	2,0	—
Итого	53,7	29,1	27,9	21,3	30,6	25,2

Последовательность расчетов в таблице №3

1. Рассчитать столбец "Расстояние" по формуле: = МАКС (число1 ;[число2];...). где (число1; [число2];...) = (ΣА; [ΣВ]; Σ...). Каждая последующая формула будет определять максимальное значение предыдущей строки с итоговыми результатами.

2. В столбцах "Итоговые результаты" повторяем значения сумм, постепенно, исключая максимальные величины, применив логическую функцию:= Если(лог _выражение; (значение _если_ истина); [значение _если_ ложь]), где истина = 0.

Таким образом выстроится цепочка расстояний по убыванию.

3. В столбце "Пункт" выстроим пункты в той же последовательности, как и их суммарные значения, так же используя логическую функцию.

Таблица 3. Таблица-матрица для определения базового маршрута

Суммарные расстояния и пункты по убыванию		Итоговые результаты (из таблицы № 2)					
Пункт	Расстояние	53,7	29,1	27,9	21,3	30,6	25,2
A	53,7	0	29,1	27,9	21,3	30,6	25,2
C	30,6	0	29,1	27,9	21,3	0	25,2
B	29,1	0	0	27,9	21,3	0	25,2
D	27,9	0	0	0	21,3	0	25,2
E	25,2	0	0	0	21,3	0	0
S	21,3	0	0	0	0	0	0

Базовый маршрут состоит из трех первых пунктов с максимальными величинами. В нашей задаче они выделены жирным цветом

Базовый маршрут:

A

 →

C

 →

B

 →

A

Полученные результаты в таблице-матрице № 2 и базовый маршрут переносим на следующий лист данного файла для расчета оптимального маршрута.

Методика расчета кольцевых маршрутов

Данная программа предназначена для построения оптимального кольцевого маршрута по шести исходным пунктам.

Таблица 4. Таблица-матрица, определяющая минимальные расстояния между пунктами кольцевого маршрута

	A	B	D	S	C	E	Итого по строкам
A	—	8	11,8	9,5	13,2	11,2	53,7
B	8	—	5,4	3,1	7,3	5,3	29,1
D	11,8	5,4	—	2,3	3,9	4,5	27,9
S	9,5	3,1	2,3	—	4,2	2,2	21,3
C	13,2	7,3	3,9	4,2	—	2,0	30,6
E	11,2	5,3	4,5	2,2	2,0	—	25,2
Итого по столбцам	53,7	29,1	27,9	21,3	30,6	25,2	—

Расчетная таблица №1

	A	C	B	D	E	S	Итого по убыванию
A	0,0	13,2	8,0	11,8	11,2	9,5	53,7
C	13,2	0,0	7,3	3,9	2,0	4,2	30,6
B	8,0	7,3	0,0	5,4	5,3	3,1	29,1
D	11,8	3,9	5,4	0,0	4,5	2,3	27,9
E	11,2	2,0	5,3	4,5	0,0	2,2	25,2
S	9,5	4,2	3A	2,3	2,2	0,0	21,3
Итого по убыванию	53,7	30,6	29,1	27,9	25,2	21,3	0,0

Базовый маршрут:

A

 →

C

 →

B

 →

A

Для включения последующих пунктов в начальный маршрут выбираем тот пункт, который имеет следующую наибольшую сумму расстояний по столбцу (в данной задаче это пункт D) и рассчитываются расстояния между каждым из базовых пунктов: AC, CB, BA.

Пункт D поочередно вставляется между всеми начальными пунктами.

Таблица для расчета приращений (ввод данных из расчетной таблицы №1)

Приращение	A C	2,5
Приращение	C B	2,0
Приращение	B A	9,2

$$\Delta AC = AD + DC - AC$$

$$\Delta CB = CD + DB - CB$$

$$\Delta BA = BD + DA - BA$$

Из полученных значений выбираем наименьшее значение. В данном случае минимальным является приращение ΔCB , равное .

Расчетная таблица №2

	A	C	D	B	E	S
A	0,0	13,2	11,8	8,0	11,2	9,5
C	13,2	0,0	3,9	7,3	2,0	4,2
D	11,8	3,9	0,0	5,4	4,5	2,3
B	8,0	7,3	5,4	0,0	5,3	3,1
E	11,2	2,0	4,5	5,3	0,0	2,2
S	9,5	4,2	2,3	3,1	2,2	0,0

Точка D размещается между пунктами CB, а маршрут движения будет выглядеть следующим образом:

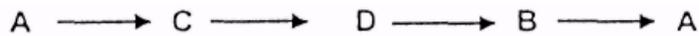
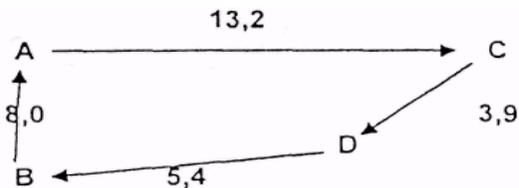


Схема маршрута принимает следующий вид:



Операция расчета повторяется для всех остальных пунктов.

Таблица для расчета приращений (ввод данных из расчетной таблицы №2)

Приращение	A C	0,0
Приращение	C D	2,6
Приращение	D B	4,4
Приращение	B A	8,5

Минимальное значение равно [0,0].

Расчетная таблица № 3

	A	E	C	D	B	S
A	0,0	11,2	13,2	11,8	8	9,5
E	11,2	0,0	2	4,5	5,3	2,2
C	13,2	2	0,0	3,9	7,3	4,2
D	11,8	4,5	3,9	0,0	5,4	2,3
B	8	5,3	7,3	5,4	0,0	3,1
S	9,5	2,2	4,2	2,3	3,1	0,0

Маршрут движения будет иметь следующий вид:



Схема маршрута принимает следующий вид:

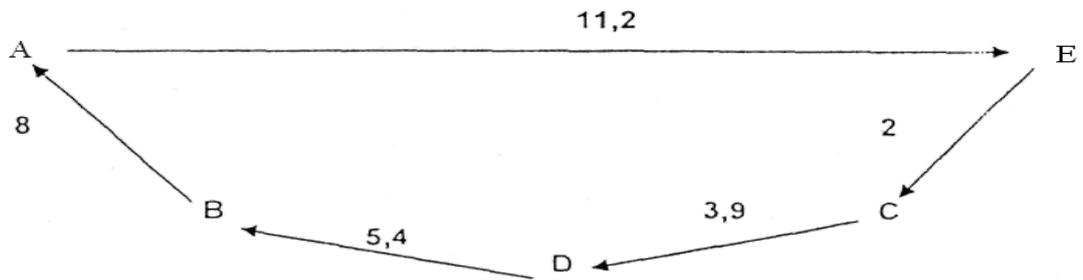


Таблица для расчета приращений (ввод данных из расчетной таблицы № 3)

Приращение	A E	0,5
Приращение	E C	4,4
Приращение	C D	2,6
Приращение	D B	0
Приращение	B A	4,6

Минимальное значение равно: 0,0

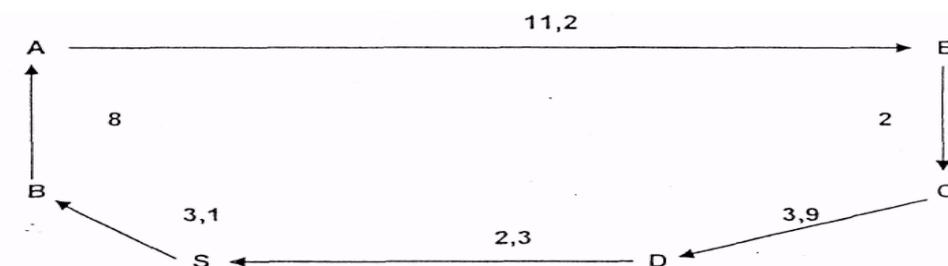
Расчетная таблица № 4

	A	E	C	D	S	B
A	0,0	11,2	13,2	11,8	9,5	8
E	11,2	0,0	2	4,5	2,2	5,3
C	13,2	2	0,0	3,9	4,2	7,3
D	11,8	4,5	3,9	0,0	2,3	5,4
S	9,5	2,2	4,2	2,3	0,0	3,1
B	8	5,3	7,3	5,4	3,1	0,0

Конечный маршрут движения будет иметь следующий вид:



Схема конечного маршрута будет иметь следующий вид:

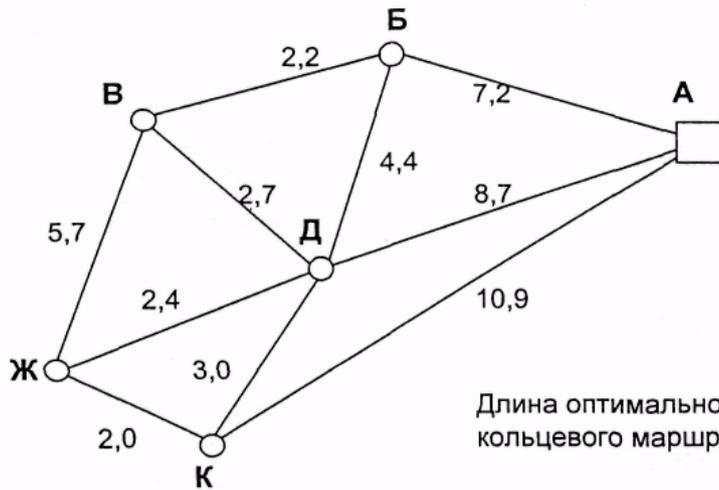


Длина оптимального кольцевого маршрута для шести транспортных пунктов равна: **30,5 км.**

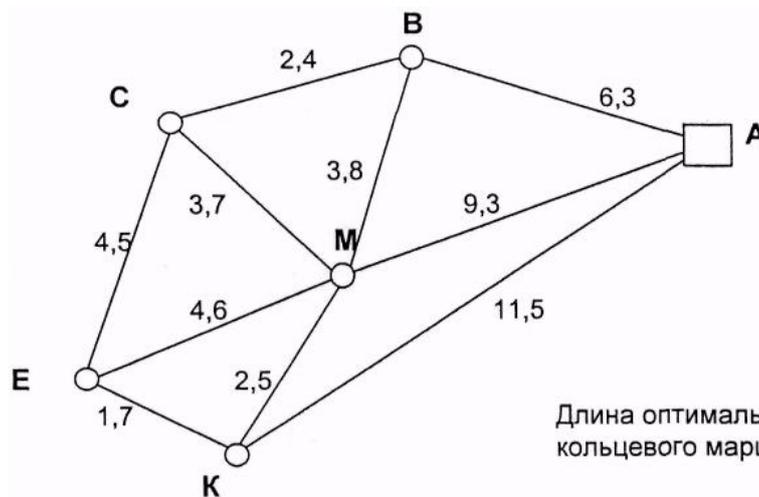
Варианты исходных данных к лабораторной работе №1

Схемы размещения пунктов потребления и расстояния между ними

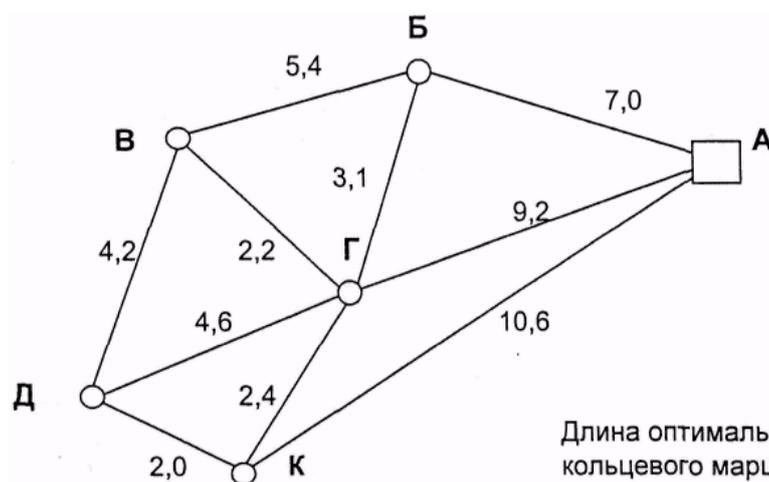
Вариант № 1



Вариант № 2



Вариант № 3



Лабораторная работа № 2. Прогнозирование материального потока регионального склада предприятия

Цель работы: рассчитать ожидаемый объем перевозок продукции с регионального склада на прогнозный период.

Теория прогнозирования материального потока

Формирование материалопотока в логистических системах является одной из важнейших задач. Основой этого процесса является прогнозирование различных параметров и, в частности, объема перевозок материальных средств на складе, что позволяет осуществлять долгосрочное планирование его работы. Для этих целей применяются экономико-математические методы с использованием известных базовых функций.

Для расчета объема перевозок используют показатели товарооборота склада и удельного показателя товарооборота.

$$Q = T * H / 1000,$$

где: Q - объем перевозок (тыс. тонн), T - товарооборот (млрд. руб.),
 H - удельный показатель товарооборота (тонн/млрд. руб.).

Удельный показатель товарооборота показывает объем перевозок в тоннах, отнесенных к 1 млрд. руб. товарооборота склада и рассчитывается делением объема перевозок на 1 млрд. руб. товарооборота. На этот показатель, как показывает практика, большое влияние оказывает уровень механизации погрузо-разгрузочных работ и уровень децентрализации перевозок («самовывоз»). Поэтому их необходимо учитывать при прогнозировании материалопотока. С учетом данных показателей формула расчета объема перевозок примет следующий вид:

$$Q = T * H * (1 - N) * M / 1000,$$

где: Q - объем перевозок (тыс. тонн), T - товарооборот (млрд. руб.),
 H - удельный показатель товарооборота (тонн/млрд. руб.),
 N - удельный вес децентрализованных перевозок (коэффициент),
 M - уровень механизации погрузо-разгрузочных работ (коэффициент).

Для прогнозирования материалопотока склада подбирают математическое уравнение функции (прямую, гиперболу, параболу и т.д.). В данной лабораторной работе используется уравнение гиперболы $Y = a + b/x$.

Для определения прогнозных значений объема перевозок последовательно определяют прогнозные значения входящих в его формулу переменных: 1) товарооборота, 2) удельного показателя товарооборота, 3) удельного веса децентрализованных перевозок и 4) уровня механизации погрузо-разгрузочных работ.

Порядок выполнения работы:

1. Ваш рабочий файл является книгой Excel и содержит несколько листов.
 - 1-й лист - лист исходных данных и итогов расчета исходных и прогнозных значений Q;
 - 2-й лист - лист расчета прогнозных значений товарооборота T;
 - 3-й лист - лист расчета прогнозных значений удельного показателя товарооборота H;
 - 4-й лист - лист расчета прогнозных значений удельного веса децентрализованных перевозок N;
 - 5-й лист - лист расчета прогнозных значений уровня механизации погрузо-разгрузочных работ M.
2. На 1-м листе внесите исходные данные на базовый период в таблицу №1.
3. В строке «объем перевозок» таблицы №1 запишите формулу расчета объема перевозок на базовый и прогнозный период.
4. На 2-м листе рассчитайте прогнозные значения товарооборота следующим образом.
 - 4.1. Расчет корреляционной таблицы.

Найдите уравнение гиперболы для показателя товарооборота. Для этого рассчитайте коэффициенты уравнения регрессии a и b по формулам, предварительно заполнив корреляционную таблицу, в которой X - год, Y - показатель товарооборота. В ячейки корреляционной таблицы вставлять только формулы, а для заполнения столбца Y, который должен содержать исходные значения товарооборота базового периода, использовать стандартную функцию **транспонирования строки матрицы** (строка товарооборота в таблице №1 на 1-м листе) **в столбец матрицы** (столбец Y корреляционной таблицы).

4.2. Расчет прогнозной таблицы.

В столбец «эмпирические значения» прогнозной таблицы транспонируем значения товарооборота в базовом периоде. Зная уравнение гиперболы, находим выровненные значения товарооборота в базовом и прогнозном периодах. Фактические и теоретические данные о товарообороте позволяют в графическом виде представить динамику товарооборота. Полученные значения товарооборота на прогнозный период транспонируем в таблицу №1 на 1-м листе.

5. Подобным образом рассчитываются прогнозные значения удельного показателя товарооборота, удельного веса децентрализованных перевозок, уровня механизации погрузо-разгрузочных работ на 3-м, 4-м и 5-м листах соответственно. На 4-м и 5-м листах параметры уравнения регрессии a и b рассчитываются автоматически. Полученные прогнозные значения всех показателей транспонируются в таблицу №1 на 1-м листе.

6. Полученные значения объема перевозок на прогнозный период покажите преподавателю и после его проверки занесите в бланк отчета.

7. Согласно вариантам №2, №3 и №4 занесите новые исходные данные и получите новые значения объема перевозок на прогнозный период, которые также последовательно занесите в бланк отчета.

8. Постройте график динамики объема перевозок по результатам расчета с исходными данными варианта №4.

Таблица 1. Исходные статистические данные изменений параметров объема перевозок за исследуемый период

Показатель	Единица измерения	Обозначение	БАЗОВЫЙ ПЕРИОД (год)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Товарооборот	млрд.руб.	Т												
Удельный показатель товарооборота	тонн / млрд.руб.	Н												
Удельный вес децентрализованных перевозок	%	Н												
Уровень механизации погрузо - разгрузочных работ	%	М												

Таблица 2. Корреляционная таблица

х	1/х	(1/х) ²	у	у/х
Для составления программы, где исходные данные в таблице №1 будут изменяться (см. таблицы №2, №3, №4), в ячейки вставлять только формулы!!! чтобы в дальнейшем с изменением базовых данных, полученные результаты по каждому показателю изменялись автоматически.				
Итого:				

Формулы расчета коэффициентов уравнения регрессии

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum (1/x)^2 - \sum 1/x \cdot \sum y/x}{n \sum (1/x)^2 - \sum 1/x \cdot \sum 1/x} \quad b = \frac{n \sum y/x - \sum 1/x \cdot \sum y}{n \sum (1/x)^2 - \sum 1/x \cdot \sum 1/x}$$

Уравнение гиперболы для показателя товарооборота имеет вид:

$$T = a + b/x .$$

Таблица 3. Прогнозная таблица

Годы	Эмпирические значения У	Выровненные значения, У _х
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Выделенные ячейки - результаты ожидаемого товарооборота на 12-16 г.г.

Строим график динамики показателей товарооборота (эмпирические значения и выровненные значения).

Значения товарооборота и других показателей за 12, 13, 14, 15, 16 годы переносим в таблицу № 4 на прогнозный период:

Таблица 4. Расчетные значения (выровненные и прогнозные) объема перевозок и его параметров

Показатель	Единица измерения	Обозначение	БАЗОВЫЙ ПЕРИОД											ПРОГНОЗНЫЙ ПЕРИОД					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Объем перевозок	тыс. тонн	Q																	
Товарооборот	млрд.руб.	T																	
Удельный показатель товарооборота	тонн / млрд.руб.	H																	
Удельный вес децентрализованных перевозок	%	N																	
Уровень механизации погрузо-разгрузочных работ	%	M																	

Варианты исходных данных для выполнения лабораторной работы № 2

Вариант № 1

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	20	130	190	240	265	275	280	290	295	260	310
H	3000	4000	4348	4500	4600	4700	4750	4800	4850	4950	5000
N	30	20	16	13	12	11,5	11	10,5	10	9,7	9,5
M	80	82	85	85,5	86	87	87	87,2	87,3	87,6	88

Вариант № 2

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	75	115	230	230	290	275	300	330	310	320	290
H	3000	4000	4348	4500	4600	4700	4750	4800	4850	4950	5000
N	30	20	16	13	12	11,5	11	10,5	10	9,7	9,5
M	80	82	85	85,5	86	87	87	87,2	87,3	87,6	88

Вариант № 3

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	75	115	230	230	290	275	300	330	310	320	290
H	3000	4000	4348	4500	4600	4700	4750	4800	4850	4950	5000
N	40	30	20	19	20	15	14	10,5	12	7	14
M	80	82	85	90	86	88	87	87,2	90	87,6	95

Вариант № 4

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	130	130	300	240	265	325	280	290	295	260	310
H	3000	4000	4348	4500	4600	4700	4750	4800	4850	4950	5000
N	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10
M	80	82	85	85,5	86	87	87	87,2	87,3	87,6	88

Лабораторная работа №3. Расчет величины оборотных средств в запасах материальных ресурсов предприятия

Цель работы: рассчитать величину финансовых вложений предприятия в наличные запасы материальных ресурсов.

Теория управления запасами материально-технических ресурсов (МТР)

На производственном предприятии существуют три вида МТР запасов: 1) производственные запасы, 2) запасы незавершенного производства, 3) запасы готовой продукции. Все они по своему содержанию имеют натуральную и стоимостную оценку.

К *производственным* запасам на перерабатывающих предприятиях относят:

- сырье и основные материалы;
- покупные полуфабрикаты, требующие затрат живого труда для превращения их в готовую продукцию;
- вспомогательные материалы, которые либо придают продукции необходимые свойства или товарный вид, либо служат для ухода за техникой и проведения химических анализов;
- топливо и другие виды энергии;
- тару.

Производственные запасы находятся на основных складах предприятия и представляют собой, с одной стороны, материально-техническую основу производства, а с другой – денежное выражение стоимости МТР, которые участвуют в процессе производства продукции или находятся на складе для обеспечения его непрерывности.

К запасам незавершенного производства относят материальные ресурсы продукции, находящуюся в производстве и запасах на складах цехов, которые на момент расчета находится на какой-либо стадии изготовления. В нее включается в том или ином объеме стоимость МТ ресурсов и количество труда, затраченное на ее изготовление, стоимость потребленных топливно–энергетических ресурсов и т.д.

Запасы готовой продукции имеют стоимость продукции, прошедшей все стадии производства и итоговый контроль и готовой к реализации. Они находятся на складах предприятия, где продукция комплектуется, упаковывается, группируется в партии отправки и отгружается конечному потребителю.

Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа производится, используя методику расчета:

Таблица 1. Порядок расчета параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа

№ п/п	Показатель	Порядок расчета
1	Потребность, шт.	Исходные данные (вычисляется на основании плана производства/плана реализации)
2	Оптимальный размер заказа, шт.	$Q = \sqrt{\frac{2AS}{W}}$
3	Время поставки, дни	Исходные данные (обычно указывается в договоре на поставку)
4	Возможное время задержки поставки, дни	Исходные данные (рекомендуется брать разумно максимальное время, на которое может быть задержана поставка)
5	Ожидаемое дневное потребление (шт./ день)*	[1] : количество рабочих дней
6	Срок расходования запасов (дни)	[2] : [5]
7	Ожидаемое потребление за время поставки	[3] · [5]
8	Максимальное потребление за время поставки (шт.)	([3] + [4]) · [5]
9	Страховой запас (шт.)	[8] – [7]
10	Пороговый уровень запасов (шт.)	[9] + [7]
11	Максимально желательный объем запасов (шт.)	[9] + [2]
12	Срок расходования запасов до порогового уровня (дни)**	([11] – [10]): [5]

* Округление производится в большую сторону

** Округление производится по общим правилам.

Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами производится согласно методике расчета:

Таблица 2. Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

№ п/п	Показатель	Порядок расчета
1	Потребность, шт.	Исходные данные (<i>вычисляется на основании плана производства/плана реализации</i>)
2	Интервал поставки, дни	$I = Q/S$, см. формулу (4.1)
3	Время поставки, дни	Исходные данные (<i>обычно указывается в договоре на поставку</i>)
4	Возможное время задержки поставки, дни	Исходные данные (<i>рекомендуется брать разумно максимальное время, на которое может быть задержана поставка</i>)
5	Ожидаемое дневное потребление (шт./ день)	[1] : количество рабочих дней
6	Ожидаемое потребление за время поставки	[3] · [5]
7	Максимальное потребление за время поставки (шт.)	([3] + [4]) · [5]
8	Страховой запас (шт.)	[7] – [6]
9	Максимально желательный объем запасов (шт.)	[8] + [2] · 5
10	Размер заказа (шт.)	[9] - текущий запас + [6]

При этом эффективный интервал времени между заказами, являющийся исходным параметром данной модели, предлагается, исходя из оптимального размера заказа.

Интервал времени между заказами I , (дн.), рассчитывается по формуле:

$$I = Q/S,$$

где: N – число рабочих дней в периоде, дн.;

Q – оптимальный размер заказа, шт.;

S – потребность, шт./дн.

Общее количество поставок n за период N (дн.) будет равно:

$$n = N/I.$$

Расчет норматива оборотных средств (ОС) предприятия в текущем запасе МТ ресурсов, $N_{С.ТЕК}$:

1. Вид i -го МТ ресурса ($i = 1, 2, \dots, l$) по j -му цеху ($j = \text{№}1, \text{№}2, \dots, k$), M_{ij} .

2. Стоимость 1 т i -го материала, $C_{i(1Т)}$, руб.

3. Среднедневной расход i -го материала в цехе № j , $Q_{i \text{ Ц} j (\text{ДН})}$, т.

4. Общий среднедневной расход i -го материала, $Q_{i (\text{ДН})} = \sum Q_{i \text{ Ц} j (\text{ДН})}$, т.

5. Расчет оптимальной партии поставок, $q_{\text{П.П.}i}$, т:

5.1. Затраты на поставку 1т материала i , $C_{\text{ПОСТ } i (1Т)}$, руб.

5.2. Годовое потребление i -го материала по цехам и на предприятии в целом (принять в году 365 дн.), т: $Q_{\text{ПОТР } i (Г)} = Q_{i (\text{ДН})} \cdot 365$.

5.3. Годовые затраты на содержание 1 т i -го материала, руб., $C_{\text{СОД } i (1Т/Г)}$, рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{СОД } i (1Т/Г)} = C_{i(1Т)} \cdot i,$$

где i – стоимость годового содержания 1т i -го материала в % от стоимости, $C_{i(1Т)}$.

5.4. Грузоподъемность транспорта, привлекаемого для поставки МТ ресурсов, q , т: принять ж.д. $q_1 = 60\text{т}$; авто. $q_2 = 10\text{т}$, $q_3 = 0,5\text{т}$.

5.5. Принятая поставка на срок не более чем на n дней. Если дневная норма расхода составляет $< 0,1q_3$, величина n принимается равной 12 дней.

5.6. Минимальная суммарная партия поставки i -го материала на предприятие, $q_{\text{П.П. min.}i}$, т, рассчитывается по грузоподъемности привлекаемого к перевозке транспорта, q и общему среднедневному расходу i -го материала, $Q_{i (\text{ДН})}$ с учетом следующих условий:

$Q_{i (\text{ДН})} \geq 20 \rightarrow$ поставка вагонами по ж.д. грузоподъемностью q_1 , т

$20 > Q_{i (\text{ДН})} > 0,5 \rightarrow$ поставка автотранспортом грузоподъемностью q_2 , т

$Q_{i (\text{ДН})} \leq 0,5$ поставка автотранспортом грузоподъемностью q_3 , т (П 1)

5.7. Минимальная партия поставки i -го материала в цех № j , $q_{\text{Ц } j \text{ min.}i}$, рассчитывается как доля от общей потребности предприятия в этом материале.

5.8. Оптимальная (рыночная) партия поставки i -го материала на предприятие, т:

- рассчитывается значение $q_{\text{П.П.}i}$ по формуле:

$$q_{п.п.i} = \sqrt{\frac{2C_{\text{ПОСТ } i(\Gamma)} \cdot Q_{\text{ПОТР } i(\Gamma)}}{C_{\text{СОД } i(\Gamma/\text{ГОД})}}, \quad (\text{П } 2)$$

- по значению $q_{п.п.i}$ определяется оптимальная партия поставки, которая принимается равной или кратной дневной потребности в соответствии с производственной программой предприятия. Для этого рассчитанная величина $q_{п.п.i}$ сравнивается с величиной Q_i (ДН). Если $q_{п.п.i} > Q_i$ (ДН), то за оптимальную партию принимается величина $q_{п.п.i}$, округленная в большую сторону и кратная величине Q_i (ДН). В противном случае за оптимальный размер партии поставки принимается величина $q_{п.п.i} = Q_i$ (ДН).

5.9. Оптимальная партия поставки i -го материала в цех № j предприятие рассчитывается как доля дневного расхода этого материала по данному цеху:

$$q_{цj п.п.i} = q_{п.п.i} \cdot (Q_{i \text{ Ц}j} (\text{ДН}) / Q_i (\text{ДН})) .$$

6. Годовой план объема поставок i -го материала, $q_{п.п.i} (\Gamma) \geq Q_{\text{ПОТР } i (\Gamma)}$, т.

7. Принятая партия поставок (фактическая) в цех $q_{цj п.п.i} (\Phi)$, т, и на предприятие в целом рассчитывается по формулам:

$$q_{цj п.п.i} (\Phi) = (q_{цj п.п.i} + q_{\text{Ц}j \text{ min.}i})/2; \quad (\text{П } 3)$$

$$q_{п.п.i} (\Phi) = \sum q_{цj п.п.i} (\Phi) . \quad (\text{П } 4)$$

При расчете партии поставки в цеха учитываются следующие условия:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_i (\text{ДН}) \geq 1 \text{ т} \rightarrow q_{цj п.п.i} (\Phi) \text{ рассчитывается по формуле (П } 3) \\ 1 \text{ т} > Q_i (\text{ДН}) \geq 0,1 \text{ т} \rightarrow q_{цj п.п.i} (\Phi) = \text{дневному расходу } x \text{ на } \frac{1}{2} n, n \text{ см. п. 5.5} \\ 0,1 \text{ т} > Q_i (\text{ДН}) > 0 \rightarrow q_{цj п.п.i} (\Phi) = \text{дневному расходу } x \text{ на } n, n \text{ см. п. 5.5} \end{array} \right.$$

8. Число поставок, за исключением крупных и мелких поставок, m_i :

$$m_i = Q_{\text{ПОТР } i (\Gamma)} / q_{(\Phi) п.п.i} .$$

9. Средний интервал между поставками i -го материала, $T_i = 365 / m_i$, дн .

10. Объем i -го материала в оборотных средствах по цеху № j :

$$N_{Q_i \text{ Ц}j} = q_{цj п.п.i} (\Phi), \text{ т.}$$

11. ОС в текущем запасе i -го материала в цехе № j :

$$N_{C_{\text{Ц}j \text{ ТЕК } i}} = N_{Q_i \text{ Ц}j} \cdot C_{i (1 \text{ Т})}, \text{ руб.}$$

12. ОС в текущем запасе i -го материала по предприятию (по всем цехам):

$$N_{C_{\text{ТЕК } i}} = \sum_{j=1}^k N_{C_{\text{Ц}j \text{ ТЕК } i}}, \text{ руб.}$$

13. Норматив ОС в текущем запасе всех материалов по предприятию N_C

$$N_{C\text{ ТЕК}} = \sum_{i=1}^l N_{C\text{ ТЕК}i}, \text{ руб.}$$

Расчет норматива ОС в запасах, находящихся на межцеховых складах, на складах цехов и на рабочих местах (в незавершенном производстве предприятия), $N_{C.н.п.}$:

1. Вид i -го МТ ресурса ($i = 1, 2, \dots, l$).

2. Расчет длительности производственного цикла $T_{п.ц.}$, дн.

2.1. Среднее время производственного процесса (текущий запас) $t_{1\text{ ПР}}$, дн.

$$t_{1\text{ ПР}} = (\sum t_{1\text{ ПР Ц}j})/k, \text{ дн.}$$

где k – количество цехов.

2.2. Среднее время физико-химического, термического и электрохимического процесса технологической обработки поступающих в цеха материалов и полуфабрикатов (технологический запас):

$$t_{2\text{ ПР}} = (\sum t_{2\text{ ПР Ц}j})/k, \text{ дн.}$$

2.3. Среднее время транспортировки материалов и полуфабрикатов внутри цехов, а готовой продукции на склад (транспортный запас):

$$t_{3\text{ ПР}} = (\sum t_{3\text{ ПР Ц}j})/k, \text{ дн.}$$

2.4. Среднее время накопления материалов и полуфабрикатов перед началом следующей технологической операции (оборотный запас):

$$t_{4\text{ ПР}} = (\sum t_{4\text{ ПР Ц}j})/k, \text{ дн.}$$

2.5. Среднее время экспертизы качества материалов, полуфабрикатов и готовой продукции:

$$t_{5\text{ ПР}} = (\sum t_{5\text{ ПР Ц}j})/k, \text{ дн.}$$

2.6. Среднее время нахождения материалов и полуфабрикатов в гарантийном запасе для обеспечения непрерывности производственного процесса (страховой запас):

$$t_{6\text{ ПР}} = (\sum t_{6\text{ ПР Ц}j})/k, \text{ дн.}$$

2.7. Длительность производственного цикла $T_{п.ц.}$, дн., равна:

$$T_{п.ц.} = t_{1\text{ ПР}} + t_{2\text{ ПР}} + t_{3\text{ ПР}} + t_{4\text{ ПР}} + t_{5\text{ ПР}} + t_{6\text{ ПР}}, \text{ дн.}$$

3. Расчет коэффициента нарастания затрат $K_{н.з.}$

3.1. Единовременные затраты на производство $C_{E.З.} = Q_{i(ДН)} \cdot C_{i(1Т)}$, руб.

3.2. Нарастающие затраты $C_{Н.З.} = C_1 + C_2 + \dots + C_r$, руб.,

где C_1, C_2, \dots, C_r – вложенные средства, данные в абсолютных единицах (руб.) или в % от $C_{E.З.}$, учитывающие уже поступившие вложения.

3.3. Затраты, производимые равномерно каждый день $C_P = C_{E.З.} \cdot k$ (%), руб.

3.4. Производственная себестоимость изделия $C_{ПР.СЕБ.}$, руб. при неравномерном нарастании затрат*:

$$C_{ПР.СЕБ.} = C_{E.З.} + C_1 + C_2 + \dots + C_r + C_P, \text{ руб.}$$

3.5. Средняя стоимость изделия в незавершенном производстве:

$$C_{СР.Н.П.} = \frac{C_{E.З.} \cdot T_{П.Ц.} + C_1 t_1 + C_2 t_2 + \dots + C_r t_r + 0.5 C_P \cdot T_{П.Ц.}}{T_{П.Ц.}}, \text{ руб.},$$

где C_1, C_2, \dots, C_r – разовые затраты, производимые в течение производственного цикла, руб.;

t_1, t_2, \dots, t_r – время от момента произведения разовых затрат до окончания производственного цикла, дн. Принять, что первые разовые затраты были произведены через 15% времени $T_{П.Ц.}$, вторые разовые затраты были произведены еще через 20% времени $T_{П.Ц.}$, третьи разовые затраты были произведены еще через 35% времени $T_{П.Ц.}$.

3.6. Коэффициента нарастания затрат $K_{Н.З.}$ при неравномерном их нарастании**:

$$K_{Н.З.} = C_{СР.Н.П.} / C_{ПР.СЕБ.} .$$

4. Расчет нормы времени оборота ОС в незавершенном производстве:

$$H_{Т.Н.П.} = T_{П.Ц.} \cdot K_{Н.З.}, \text{ дн.}$$

5. Среднедневный расход i -го материала, $Q_{i(ДН)}$, т (I, п.4).

6. Стоимость 1 т i -го материала, руб., $C_{i(1Т)}$ (I, п.2).

9. Расчет норматива ОС в незавершенном производстве по i -му материалу:

$$N_{СН.П.i} = Q_{i(ДН)} \cdot C_{i(1Т)} \cdot H_{Т.Н.П.i}, \text{ руб.}$$

* При равномерном нарастании затрат $C_{ПР.СЕБ.} = C_{E.З.} + C_{Н.З.}$, руб.

** При равномерном нарастании затрат: $K_{Н.З.} = (C_{E.З.} + 0,5 C_{Н.З.}) / (C_{E.З.} + C_{Н.З.})$

10. Расчет норматива ОС в незавершенном производстве по всем материалам, используемым в производстве $N_{С.н.п.}$:

$$N_{С.н.п.} = \sum_{i=1}^l N_{С.н.п.i}, \text{ руб.}$$

Расчет норматива ОС на запасные части и инструмент для ремонта оборудования и транспортных средств, $N_{С.зип}$:

1. Вид оборудования v ($v = 1, 2, \dots, s$): станки токарные, расточные и др., кузнечно-прессовое оборудование, литейное оборудование и т.д.

2. Количество единиц i -го инструмента (принадлежности), необходимого для выполнения одной типовой ремонтной операции оборудования v -го вида, $n_{ипvi}$, ед.

3. Стоимость i -го инструмента (принадлежности), $C_{ипvi}$, руб.

4. Расчет нормы ОС на i -й инструмент (принадлежность) для выполнения одной типовой ремонтной операции по ремонту механических и электрических частей оборудования v -го вида, $H_{С.ипvi}$:

$$H_{С.ипvi} = n_{ипvi} \cdot C_{ипvi}.$$

5. Количество типовых ремонтных операций по видам ремонта механических и электрических частей, выполняемых при восстановлении оборудования v -го вида, $n_{рем.ед.v}$, ед.

6. Количество единиц оборудования v -го вида, подлежащего ремонту n_v , ед.

7. Коэффициент понижения количества i -го инструмента (принадлежности), вводимый при наличии большого числа взаимозаменяемых и однотипных деталей в оборудовании v -го вида $k_{зипvi}^{***}$.

8. Расчет потребности в оборотных средствах на инструмент и принадлежности для ремонтов оборудования всех видов, руб.:

$$N_{С.зип} = \sum_{v=1}^s \sum_{i=1}^l (H_{С.ипvi} \cdot n_{рем.ед.vi} \cdot n_v \cdot k_{зипvi}^{***}).$$

*** Примечание: если $1 \leq n_v, n_{мех.iv} < 100$ ед., то $k_{зипv}^*, k_{дет.iv} = 1$; если $n_v, n_{мех.iv} \geq 100$ ед., то $k_{зипv}^*, k_{дет.iv} = 0,85$.

9. Специфицированная норма запаса i -й детали по условиям снабжения, т.е. период времени между поставками или изготовлением i -й детали, с учетом плана ремонта оборудования всех видов $N_{Т.ДЕТvi}$, дн.

10. Срок службы i -й детали $T_{ДЕТvi}$, дн.

11. Количество i -х деталей в типовом механизме оборудования v -го вида $n_{ДЕТvi}$, шт.

12. Количество типовых механизмов в оборудовании v -го вида $n_{МЕХ. vi}$, шт.

13. Коэффициент понижения запаса i -х деталей в зависимости от количества типовых механизмов в оборудовании v -го вида $k_{ДЕТ. vi}^*$.

14. Стоимость i -й детали $C_{ДЕТvi}$ руб.

15. Потребность в ОС на запасные i -е детали рассчитывается по формуле:

$$N_{С.ЗДvi} = (N_{Т.ДЕТvi} / T_{ДЕТ. vi}) \cdot (n_{ДЕТ. vi} \cdot n_{МЕХvi} \cdot k_{ДЕТ. vi} \cdot n_v \cdot C_{ДЕТ. vi}), \text{ руб.}$$

16. Расчет потребности оборотных средств на запасные детали для оборудования всех видов, руб.:

$$N_{С.ЗД} = \sum_{v=1}^s \sum_{i=1}^l N_{С.ЗДvi} .$$

17. Общий норматив ОС в ЗИП $N_{С.ЗИП}$, руб.:

$$N_{С.ЗИП} = N_{С.ИП} + N_{С.ЗД} .$$

Исходные данные для проверочного расчета приведены в таблице.

Исходные данные

(по текущему запасу)

Вид матер.ресурсов, M_i	Стоимость 1 т i-го материала, $C_{i(1т)}$	Затраты в руб. и % на		Среднедневной расход i-го материала в цехах $Q_{i Ц_j}$		
		поставку 1т i-го материала, $C_{пост i(1т)}$	содержание 1т i-го материала, $C_{со i(1т/т)}$	(дн), Т		
				№1	№2	№3
M_1	494,17	114,4	25,8	168,95	158,82	189,23
M_2	318,59	449,16	15,5	33,9	31,87	37,97
M_3	421,05	192,22	22,6	492,45	462,91	551,55
M_4	76,13	534,35	23,8	254,22	238,97	284,73
M_5	2513,09	365,46	11,5	121,16	113,9	135,7
M_6	1528,13	9266,63	14,2	0,13	0,12	0,15

$n = 12$ дн.

(по запас. в незав.произв)

Вид материальных ресурсов, M_i		Длительность производственного цикла по цехам (дн):					
		t_1 пр.ц _j	t_2 пр.ц _j	t_3 пр.ц _j	t_4 пр.ц _j	t_5 пр.ц _j	t_6 пр.ц _j
Цех № 1	M_1	3,8	7,8	8,6	6,2	8,4	7,3
	M_2	8,9	15,6	11,4	9,1	13,4	9,3
	M_3	4,9	16,5	11,9	11,7	13,1	11,8
	M_4	11,9	11,3	12,1	11,4	11,6	11,7
	M_5	27,1	12,5	22,7	25,8	17,4	23,9
	M_6	28	10,4	23,2	27,6	11,9	26,8
Цех № 2	M_1	16,8	5,9	16,7	13,6	14,5	16,1
	M_2	27,8	13,6	25,2	24,8	14,1	24,9
	M_3	3,9	7,9	10,4	7,8	8,9	8,6
	M_4	24	3,4	23	6,7	13,2	17,9
	M_5	3,9	3	8,7	3,1	5,4	7,5
	M_6	10,6	12,1	10,8	10,8	11,6	10,8
Цех № 3	M_1	3,9	6,4	4,9	4,1	5,1	4,7
	M_2	20,2	7,2	15,2	13,9	14,5	14,1
	M_3	24,7	12	20,7	16,3	12,3	19,2
	M_4	20,5	14	19,8	19,8	16,1	19,8
	M_5	11,1	9,9	11,2	10,4	10,7	10,6
	M_6	12,8	6	13,2	12	9,5	12,9

Вид материальных ресурсов, M_i	Разовые затраты в %		
	C_1	C_2	C_3
M_1	6,9	11,4	11,4
M_2	4,5	9,3	11,5
M_3	19,1	6,5	14,8
M_4	4,9	11,3	12,6
M_5	16	10,1	14,5
M_6	15,3	8	13,4

$k = 7\%$

(по запасам ЗИП)

Инструмент и присп. для ремонта	Кол-во ИП для тип. рем. опер. обор-я v-го вида, $n_{ИПv_i}$, ед.			Стоим- ть ед. ИП $C_{ИПv_i}$, руб.	Кол-во рем. операций, $n_{РЕМ.ЕД. v_i}$, ед.		
	$ИП_{v_1}$	$ИП_{v_2}$	$ИП_{v_3}$		$ОП_{v_1}$	$ОП_{v_2}$	$ОП_{v_3}$
$ИП_1$	18	21	19	330,74	92	10	67
$ИП_2$	35	15	35	598	56	37	42
$ИП_3$	11	18	16	362,59	26	42	39

Зап. делали для ремонта	Кол-во Д в мех. $n_{ДЕТiv}$, ед.			$C_{ДЕТv_i}$, руб.	$Н_{Т.ДЕТv_i}$, дн.	$Т_{ДЕТv_i}$, дн.
	$Д_{v_1}$	$Д_{v_2}$	$Д_{v_3}$			
$Д_1$	9	13	28	1196,97	64	72
$Д_2$	33	7	23	1938,84	112	126
$Д_3$	42	15	38	520,33	117	132

Зап. делали для ремонта	Кол-во мех-ов, $n_{МЕХiv}$, шт.			Кол-во рем-го обор., n_v		
	M_{v_1}	M_{v_2}	M_{v_3}	V_1	V_2	V_3
$Д_1$	12	18	19	31	15	30
$Д_2$	39	15	38	16	16	17
$Д_3$	22	31	34	24	12	19

Методические рекомендации обсуждены на заседании выпускающей кафедры и одобрены Ученым советом Коломенского института.

Автор-составитель: канд. экон. наук Гаврилова Т.М.