

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра организации перевозок на воздушном транспорте
С.В. Петрунин**

ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

ПОСОБИЕ

по проведению практических занятий

*для студентов IV курса
специальности 190701 и направления 190700
очной формы обучения*

Москва – 2013

ББК 33.05

ПЗ1

Рецензент канд. экон. наук, доц. Л.П. Волкова

Петрунин С.В.

ПЗ1 Основы логистики: пособие по проведению практических занятий. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 32 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы логистики» по Учебному плану для студентов IV курса специальности 190701 и направления 190700 очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 12.03.13 г. и методического совета 12.03.13 г.

Редактор И.В. Вилкова

Подписано в печать 10.06.13 г.

Печать офсетная
1,86 усл.печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ № 1645/

1,74 уч.-изд. л.
Тираж 120 экз.

Московский государственный технический университет ГА

125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Редакционно-издательский отдел

125493 Москва, ул. Пулковская, д.6а

© Московский государственный
технический университет ГА, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие по основам логистики предназначено для практических занятий студентов в вузе и для самостоятельных работ. Цель пособия – научить студентов подготавливать рациональную (в идеале – оптимальную) основу для синтеза логистических систем, разрешать конкретные хозяйственные ситуации и принимать правильные управленческие решения. Пособие может быть также полезно специалистам, желающим повысить свою квалификацию, а в некоторых случаях найти методы и приемы решения сложных практических проблем. Пособие, в первую очередь, предназначено студентам, которые решили свою дальнейшую жизнь связать с гражданской авиацией, поэтому часть задач посвящена этой области производства, но большинство задач имеет общехозяйственное значение и поэтому оно может быть полезно всем, интересующимся вопросами логистики.

Для того чтобы грамотно принимать управленческие решения, необходимо знать приемы и методы получения основы для выбора таких решений. Часто опыт и так называемый здравый смысл недостаточны для принятия рациональных решений. Следует использовать научный подход к проблеме. В большинстве случаев на помощь приходит прикладная математика, знание которой для специалиста по организации перевозок просто необходимо.

Пособие состоит из двух частей. В первой содержатся задачи и проблемы, которые предлагаются для решения. Студент на основе накопленных в вузе знаний или обращения к специальной литературе должен выбрать метод и с его помощью найти решение поставленной задачи. Задачи, включенные в сборник, различны по сложности. Есть чисто расчетные задачи, не требующие сложных математических приемов, и задачи повышенной трудности, для которых, как правило, необходимо знание соответствующих разделов прикладной математики.

Во второй части пособия приведены необходимые теоретические основы для решения поставленных задач или эмпирические формулы, если необходимого теоретического обоснования нет. Разумеется, вторая часть сборника не включает методы, которые студенты данной специальности должны знать из предыдущих курсов (методы аппроксимации и экстраполяции функций, методы безусловной и условной оптимизации, линейное программирование).

Естественно, совокупность представленных здесь задач мала и не может охватить все аспекты такой обширной области, как логистика. Цель пособия другая - дать студентам представление о многообразии логистических задач, требующих для своего решения широкого круга знаний, и разбудить их инициативу при постановке и разрешении поставленных проблем.

Для оформления решения задачи студент должен:

- записать цель и исходные данные задачи;
- сформулировать и обосновать метод, который будет использован при решении задачи;

- привести все вычисления, необходимые для получения решения;
- провести анализ полученного решения (соответствие заданным ограничениям, требованиям точности и т.д.);
- построить с помощью EXCEL график или номограмму, поясняющую или подтверждающую решение.

При проведении практических занятий в вузе каждому студенту предлагается свой вариант условий задачи. Номер варианта находится как сумма двух последних цифр номера зачётной книжки. Если эта сумма равна 0, то студент выполняет 19 вариант. Данные находятся в таблицах, номера которых указаны в задачах. Если ссылки на таблицу нет, условия задачи относятся ко всем вариантам. Работа должна быть выполнена с помощью редактора WORD на листах А4.

Наряду с оригинальными использованы также постановки задач других авторов, указанных в литературе. Для некоторых задач ссылки на литературу помогут найти нужный методический материал, который студенты должны знать из дисциплин, которые они уже изучали, но по тем или иным причинам не помнят.

ЧАСТЬ 1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИСТИКА

Задача 1

Рассчитать длительность производственного цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательном, последовательно–параллельном и параллельном способах организации работ (табл. 1). Сравните длительность циклов обработки и объясните их различие. Сведите результаты в таблицу. Постройте номограмму.

Задача 2

Выбрать порядок обработки разнородных деталей на двух операциях, обеспечивающий минимальную длительность суммарного времени обработки (данные в столбцах для 1 и 2 операций табл. 2). Приведите диаграмму распределения времени обработки в первоначальном и полученном варианте. Определите экономию времени при оптимальном порядке обработки деталей по сравнению с первоначально заданным.

Задача 3

Использовать объёмно-динамический метод для расчёта длительности цикла обработки разнородных деталей при последовательно–параллельном способе организации работ (табл. 2). Расчёты и результаты свести в таблицу.

Задача 4

Для 7 самолетов Ту-154 в авиапредприятии задан полугодовой налёт каждого самолёта и месячный налёт всего парка. Определите налёт каждого самолёта в каждый месяц, если известно, что некоторые ВС в определенные месяцы не используется (табл. 3). Результаты свести в таблицу.

Задача 5

Процесс насыщения рынка товарами, как правило, описывается логистической или **S** – образной кривой. Найти параметры **A**, **a**, **b** этой кривой, заданной формулой Ферхюльста

$$Y = \frac{A}{1 + 10^{a+bt}},$$

если заданы значения функции **Y** при некоторых значениях аргумента **t** (табл. 4).

В 1924-1925 гг. исследования, проводившиеся Р. Перлом по изучению биологических процессов (скорость увеличения числа дрозофилл в сосуде, скорость роста дрожжевых клеток в питательной среде и др.), показали, что они подчиняются одному и тому же математическому закону, который можно записать в виде

$$J = \frac{B}{1 + de^{-kt}},$$

где **J** - количество биологических объектов;

B - максимальное количество биологических объектов;

d, **k** - константы.

При каких условиях это выражение совпадает с формулой Ферхюльста?

ЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА

Задача 6

Предприятию в связи с увеличением спроса понадобилось увеличить ежедневный расход ресурса в **k** раз. В связи с изменившейся экономической обстановкой стоимость транспортировки возросла в **n** раз, а стоимость хранения единицы ресурса в единицу времени в **m** раз (табл. 5). Как изменится оптимальный размер заказа и период времени между заказами? Покажите относительную динамику движения ресурса.

Задача 7

Перед предприятием стоит проблема снабжения производства сырьём. Возможны два варианта снабжения:

– предприятие заключает договор с поставщиком сырья и тот своим транспортом доставляет его заказчику;

– предприятие собственным транспортом доставляет сырьё со склада поставщика.

При этом существуют определённые условия доставки:

– доставка сырья транспортом поставщика осуществляется 1 раз в начале недели;

– доставка сырья собственным транспортом осуществляется в первые D дней недели в количестве C тонн в день.

Известны:

- ✓ ежедневная потребность производства в сырье - A тонн/сутки;
- ✓ грузоподъёмность транспорта поставщика - B тонн;
- ✓ интенсивность доставки собственным транспортом - C тонн/сутки;
- ✓ период доставки собственным транспортом - D сутки;
- ✓ стоимость доставки поставщиком - c_b д.е.;
- ✓ стоимость доставки собственным транспортом - c_c д.е.;
- ✓ стоимость хранения запасом - c_{xo} д.е. или c_{xt} д.е./сутки;
- ✓ потери от дефицита - c_n д.е./сутки.

Необходимо рассчитать затраты предприятия при выборе каждого из вариантов и выбрать наилучший вариант (табл. 6).

Задача 8

Есть сеть магазинов одной фирмы. Известно, что в центральном магазине (головном офисе) продаётся A количество товара. В радиусе одного километра от этого магазина в торговых точках этой же фирмы продаётся B количество товара.

Известно также, что объём реализуемых товаров пропорционален площади территории распространения товара, а затраты на перевозку единицы товара пропорционально расстоянию, причём коэффициент пропорциональности D .

Необходимо определить радиус распространения товара, при котором прибыль от продаж будет максимальной, если единица товара продаётся за C д.е. (табл. 7).

Задача 9

Предприятию известно поведение спроса от цены. Его можно описать аналитически

$$Y = \frac{1}{1 + e^{a+bx}},$$

где Y – спрос (в единицах продукции);

x - цена единицы продукции;

a, b - коэффициенты (они зависят от варианта работы и приведены в табл. 8).

Необходимо найти доход предприятия как функцию цены и определить максимальный доход и цену, при которой он реализуется. Второй вопрос: как следует изменить существующую цену, чтобы получить максимальный доход.

Задача 10

Пиццерия распространяет свою продукцию через три свои торговые точки, координаты которых известны (табл. 9). Если удельная стоимость перевозки у каждой точки одинакова, определите зоны влияния каждой из точек, соответствующие минимуму суммарных транспортных расходов. Приведите на графике схему зон влияния.

ТРАНСПОРТНАЯ И СКЛАДСКАЯ ЛОГИСТИКА

Задача 11

Имеется сеть магазинов и сеть складов, которые снабжают эти магазины однообразными товарами. Каждый i -й склад ($i = 1,3$) имеет свою максимальную вместимость $A(i)$. Считается, что склады заполнены полностью. Каждый j -й магазин ($j = 1,4$) имеет потребность в количестве товара $B(j)$. Известны расходы C_{ij} на перевозку единицы товара от i -го склада до j -го магазина. Необходимо организовать такие потоки товаров из складов в магазины, чтобы потребности магазинов были полностью удовлетворены и суммарные расходы доставки товаров были минимальны (табл. 10). Нарисовать схему движения материальных потоков.

Задача 12

Решить предыдущую задачу с учетом того, что на двух самых нагруженных маршрутах пропускные способности уменьшены вдвое.

Задача 13

Имеется торговая сеть, состоящая из 4-х магазинов. В каком месте следует построить склад, чтобы суммарные расходы от перевозки товаров от склада в магазины были минимальны? Расходы на перевозку пропорциональны расстоянию и количеству товара.

Известны:

- координаты нахождения всех магазинов (x_i, y_i);
- потребности каждого магазина в товарах - w_i (табл. 12).

Необходимо определить:

- 1) координаты склада, удовлетворяющие приведенному критерию;
- 2) ординаты склада при условии, что он должен находиться на дороге, описываемой уравнением $x = 4$.

Построить схемы расположения магазинов и складов для каждого из случаев.

Задача 14

Имеется годовой календарный план поставок сырья на производственное предприятие. Необходимо рассчитать величину страхового запаса сырья, чтобы обеспечить бесперебойный процесс производства продукции. Суммарная поставка отвечает годовой потребности предприятия. Времена и объёмы поставок заданы (табл. 12).

ЧАСТЬ 2. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ

Задача 1

Из способов календарной организации процесса обработки партии деталей наиболее употребляемыми являются три: последовательный, параллельный и последовательно-параллельный способы. При любом способе должны выполняться следующие ограничения:

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

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

Длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательном способе равна

$$T_{\text{послед}} = n \sum_{j=1}^m t_j, \quad (1)$$

где $T_{\text{послед}}$ - длительность цикла обработки партии деталей при последовательном способе их обработки;

n - размер партии одинаковых деталей;

t_j - длительность j -й операции;

m - число операций.

Длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при параллельном способе равна

$$T_{\text{пр}} = (n - 1) t^* + \sum_{j=1}^m t_j = n t^* + \sum_{j \neq j^*}^m t_j, \quad (2)$$

где $T_{\text{пр}}$ - длительность цикла обработки партии деталей при параллельном способе их обработки;

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

Длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательно-параллельном способе равна

$$T_{\text{пп}} = T_{\text{посл}} - (n - 1) \sum_{j=1}^m t_{j0} = n \sum_{j=1}^m t_j - (n - 1) \sum_{j=1}^m t_{j0}, \quad (3)$$

где $T_{\text{пп}}$ - длительность цикла обработки партии одинаковых деталей при последовательно-параллельном способе их обработки;

t_{j0} - длительность обработки, наименьшая из двух соседних операций.

Наибольшая длительность наблюдается при последовательном способе, наименьшая - при параллельном способе. Типичная номограмма длительности циклов приведена на рис. 1.

Литература: [1, с. 168].

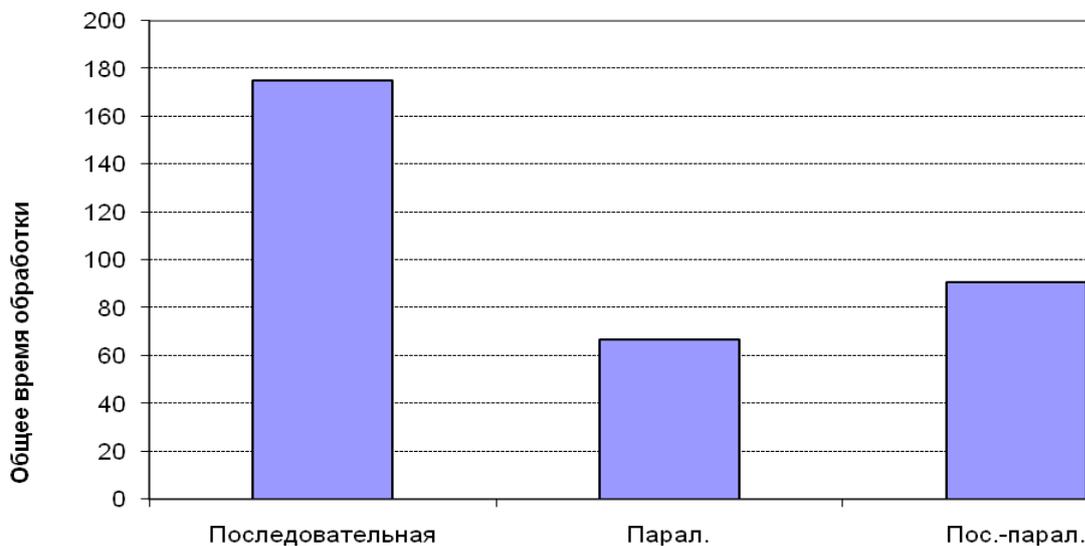


Рис. 1. Виды обработки

Задача 2

Для партии разнородных деталей, требующих обработки на двух операциях, можно установить порядок, обеспечивающий минимальное время цикла обработки этих деталей. Правило, определяющее такой порядок, названо по имени автора - правило С. Джонсона. В него входят три этапа.

1. Все детали с указанием времени на выполнение каждой операции должны быть перечислены и им должны быть даны номера или имена.

2. Выбирается с кратчайшим временем выполнения. Если кратчайшее время приходится на первую операцию, деталь переносится в начало списка. Если кратчайшее время приходится на вторую операцию, то деталь отправляется в конец списка. Если одинаково кратчайшее время у нескольких деталей на первой операции, то они отправляются в начало списка в порядке убывания времени выполнения второй операции. Если одинаково кратчайшее

время у нескольких деталей на второй операции, то они отправляются в конец списка в порядке убывания времени на первой операции.

3. Если место детали определено, она исключается из рассмотрения. Остальные детали могут занять места только ниже ранее расставленных сверху и выше ранее расставленных внизу деталей.

Если не все детали расставлены, обращаемся к п. 2.

Литература: [2, с. 89; 3, с. 19].

Задача 3

Для определения длительности производственного цикла обработки разнородных деталей при последовательно–параллельном способе можно использовать эмпирические формулы, аналогичные применяемым в задаче 1

$$T'_{\text{шт}} = n' \sum_{j=1}^m t'^{cp}_j - (n' - 1) \sum_{j=1}^m t'^{cp}_{j0}, \quad (4)$$

где n' - количество разнородных деталей в партии;

t'^{cp}_j - средняя продолжительность обработки деталей на j -й операции;

t'^{cp}_{j0} - продолжительность меньшей из j -й и $(j + 1)$ -й средних продолжительностей обработки деталей.

Если на каждой операции используется не один обслуживающий аппарат, а несколько, длительность производственного цикла определяется по формуле

$$T''_{\text{шт}} = n' \sum_{j=1}^m t''^{cp}_j - (n' - 1) \sum_{j=1}^m (n' - C_j) t'^{cp}_{j0}, \quad (5)$$

где t''^{cp}_j - средний интервал времени при наличии более одного обслуживающего аппарата, ($t''^{cp}_j = t'^{cp}_j / C_j$);

t'^{cp}_{j0} - меньший из двух соседних j -ого и $(j + 1)$ -го интервалов t'^{cp}_j ;

C_j - количество обслуживающих аппаратов на j -й операции.

В действительности, величина $T''_{\text{шт}}$ несколько занижает реальную длительность производственного процесса. Поэтому к величине $T''_{\text{шт}}$ следует добавить величину O'' , равную сумме всех t'^{cp}_j , для которых $t'^{cp}_j \leq t'^{cp}_{j+1}$. Поэтому продолжительность реального производственного цикла можно считать равной

$$T_p = T''_{\text{шт}} + O''.$$

Литература: [1, с.174-176].

Задача 4

Поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: найти ежемесячный налёт каждого самолёта, если известны месячные налёты всего парка ВС, состоящего из 7 самолётов, и полугодовой налёт каждого самолёта. Кроме того, известно, что k -й самолёт в p -й месяц не летает. Математически это можно записать так

$$\begin{aligned} \sum_j x_{ij} &= a_i, \quad i = 1,7; \\ \sum_i x_{ij} &= b_j, \quad j = 1,6; \\ x_{kp} &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

где x_{ij} - налёт часов i -го ВС в j -й месяц;
 a_i - полугодовой налёт i -го ВС;
 b_j - налёт всего парка ВС в j -й месяц.

Ограничения данной задачи полностью соответствуют ограничениям транспортной задачи. Необходимым и достаточным условием разрешимости данной задачи является требование

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j = A.$$

Существует множество решений поставленной задачи. Но желательно найти решение, удовлетворяющее условию устойчивости. Таким решением является следующее

$$x_{ij} = a_i b_j / A = D_i Q_j, \quad (7)$$

где $D_i = a_i / \sqrt{A}$, $Q_j = b_j / \sqrt{A}$. (8)

Определить все x_{ij} не составляло бы труда, если бы не было ограничения $x_{kp} = 0$. Для определения D_k и Q_p соотношения (8) не годятся, но эти величины можно определить из уравнений

$$\begin{aligned} D_k^{m+1} &= (a_k + D_k^m Q_p^m) / \sqrt{A + D_k^m Q_p^m}; \\ Q_p^{m+1} &= (b_p + D_k^m Q_p^m) / \sqrt{A + D_k^m Q_p^m}. \end{aligned}$$

Здесь индекс m означает номер итерации, а решение каждого уравнения системы находится в процессе итераций. Уравнения решаются итерационным методом. Процесс начинается с нулевого приближения, для которого

$$D_k = a_k / \sqrt{A}, Q_p = b_p / \sqrt{A}.$$

Процесс продолжается до тех пор, пока каждая из переменных на некотором шаге будет отличаться от своего значения на предыдущем шаге менее чем на десятую долю процента. После определения D_k и Q_p остальные коэффициенты D_i и Q_j определяются из выражений

$$D_i = a_i / \sqrt{A + D_k Q_p}, Q_p = b_p / \sqrt{A + D_k Q_p}.$$

(Внимание: именно остальные, а не уже определённые D_k, Q_p). Затем по (7) находится налёт каждого ВС в каждый месяц. (Не забыть, что $x_{kp}=0$). Убедиться в правильности решения можно, сложив налёт по строке и столбцу. Сумма налёта по i -й строке должна быть равна a_i , а по j -му столбцу - b_j .

Литература: [4, с. 65 - 70].

Задача 5

Для определения параметров уравнения Ферхюльста первоначально следует определить значение верхней асимптоты, т. е. величину A . Она равна

$$A = \frac{2y_1 y_2 y_3 - y_2^2 (y_1 - y_3)}{y_1 y_3 - y_2^2},$$

где y_1, y_2, y_3 - три значения функции Y , взятые через равные интервалы времени.

Представим функции в виде

$$\frac{Y_t}{A} = \frac{1}{1 + 10^{a+bt}}.$$

Тогда

$$a + bt = \lg \left(\frac{A}{Y_t} - 1 \right).$$

Обозначим стоящее справа выражение через Z_t , т. е. $Z_t = \lg \left(\frac{A}{Y_t} - 1 \right)$.

Для определения неизвестных параметров из равенств

$$a + bt = Z_t$$

можно воспользоваться методом наименьших квадратов, т.е. найти минимум выражения

$$\sum_i^n (Z_{ti} - a - bt) \rightarrow \min.$$

При дифференцировании по a и b получим систему из двух уравнений для определения двух неизвестных - a и b .

$$na + b \sum_i^n t_i = \sum_i^n Z_{ti};$$

$$a \sum_i^n t_i + b \sum_i^n t_i^2 = \sum_i^n Z_{ti} t_i.$$

Решение этой системы не представляет труда.
Литература: [5, с. 46 - 48].

Задача 6

Оптимальный размер заказа определяется формулой Вильсона

$$q = \sqrt{\frac{2aC_{mp}}{C_{xp}}},$$

где q - размер заказа;

a - ежедневная потребность в ресурсе;

C_{mp} - стоимость транспортировки;

C_{xp} - стоимость хранения единицы ресурса в единицу времени.

После изменения цен и ежедневной потребности в ресурсе оптимальный размер заказа будет другой

$$q^* = \sqrt{\frac{2(ka)(mC_{mp})}{(nC_{xp})}} = \sqrt{\frac{km}{n}} \sqrt{\frac{2aC_{mp}}{C_{xp}}} = \sqrt{\frac{km}{n}} q,$$

т.е. увеличится по сравнению с предыдущим в $\sqrt{\frac{km}{n}}$ больше. Время между заказами станет следующим

$$t^* = \frac{q^*}{ka} = \frac{\sqrt{\frac{km}{n}} q}{ka} = \sqrt{\frac{m}{kn}} \frac{q}{a} = \sqrt{\frac{m}{kn}} t.$$

Время увеличится в $\sqrt{\frac{m}{kn}}$ раз по сравнению с исходным. Данные варианта 20 табл. 3 позволяют определить, что новый заказ должен быть больше первоначального в $\sqrt{\frac{km}{n}} = \sqrt{\frac{3*2}{1,5}} = 2$ раза, а время между заказами больше в $\sqrt{\frac{m}{kn}} = \sqrt{\frac{2}{3*1,5}} = \sqrt{0,444} = 0,67$ раза. Можно построить график движения ресурсов в относительных координатах (рис. 2).

Литература: [4, с.11-14].

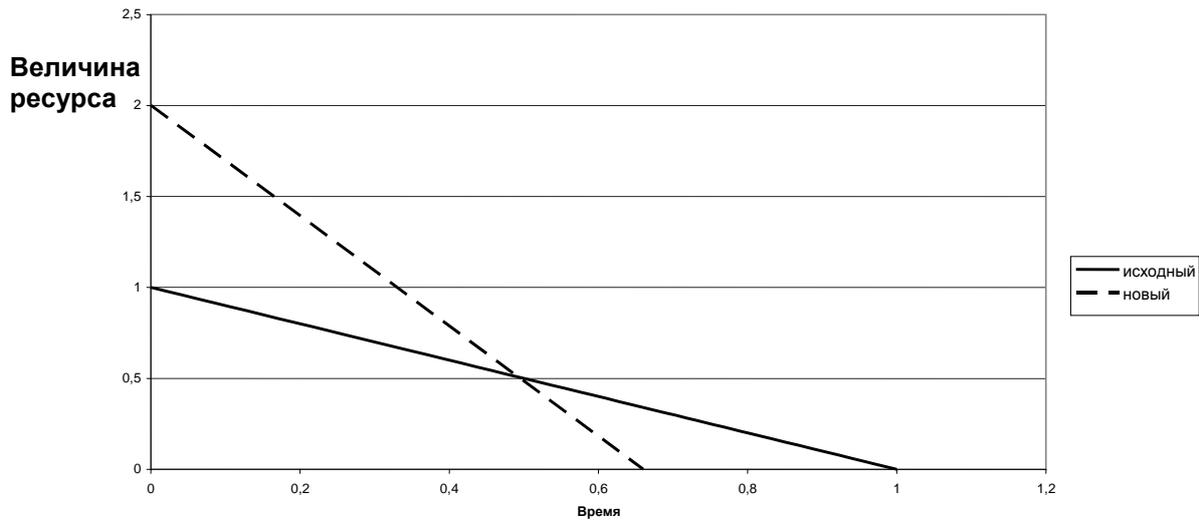


Рис. 2. График движения ресурса

Задача 7

Расходы, связанные с доставкой и хранением сырья, равны

$$C_{полн} = C_m + C_{хр} + C_d,$$

где $C_{полн}$ - все расходы, связанные с сырьём;

C_m - расходы на транспортировку сырья;

$C_{хр}$ - расходы, связанные с хранением сырья;

C_d - расходы из-за дефицита.

Последнее слагаемое, т.е. C_d , отлично от нуля только в случае, когда возникает дефицит сырья. Для оценки рассмотрим эти варианты отдельно.

Вариант 1. Динамика расхода ресурсов будет выглядеть либо так, как показано на рис. 3, либо так, как показано на рис. 4. В первом случае дефицит равен нулю, во втором величина расходов, связанная с ним, пропорциональна времени отсутствия ресурсов. Как в случае отсутствия дефицита, так и при его наличии, расходы за хранение при заданном c_{xt} зависят от площади, образованной функцией ресурсов и осями координат, т. е.

$$C_{хр} = c_{xt} S.$$

Если задано c_{x0} , то для определения расходов за хранение необходимо найти среднее количество ресурсов за неделю, которое равно $c^* = S / 7$, а

$$C_{хр} = c_{x0} c^*.$$

Вариант 2. Доставка сырья осуществляется D раз в неделю, объём каждой доставки - S . График динамики ресурсов будет выглядеть в виде рис. 5

либо рис. 6. Для расчета расходов на хранение следует найти площадь, образованную функцией ресурсов от времени и осями координат.

В случае заданного c_{xt} эти расходы равны:

$$C_{xp} = c_{xt} S,$$

а при заданном c_{xo}

$$C_{xp} = c_{xo} S / 7.$$

Для нахождения расходов, связанных с дефицитом, следует определить, хватает ли ресурсов на недельный производственный цикл. Если хватает, то расходов, связанных с дефицитом, нет. В ином случае расходы от дефицита будут пропорциональны числу дней, не обеспеченных ресурсами.

Определив величины расходов в каждом из этих вариантов, дать ответ о предпочтительности одного из них.

Литература: [6, с.8-10].

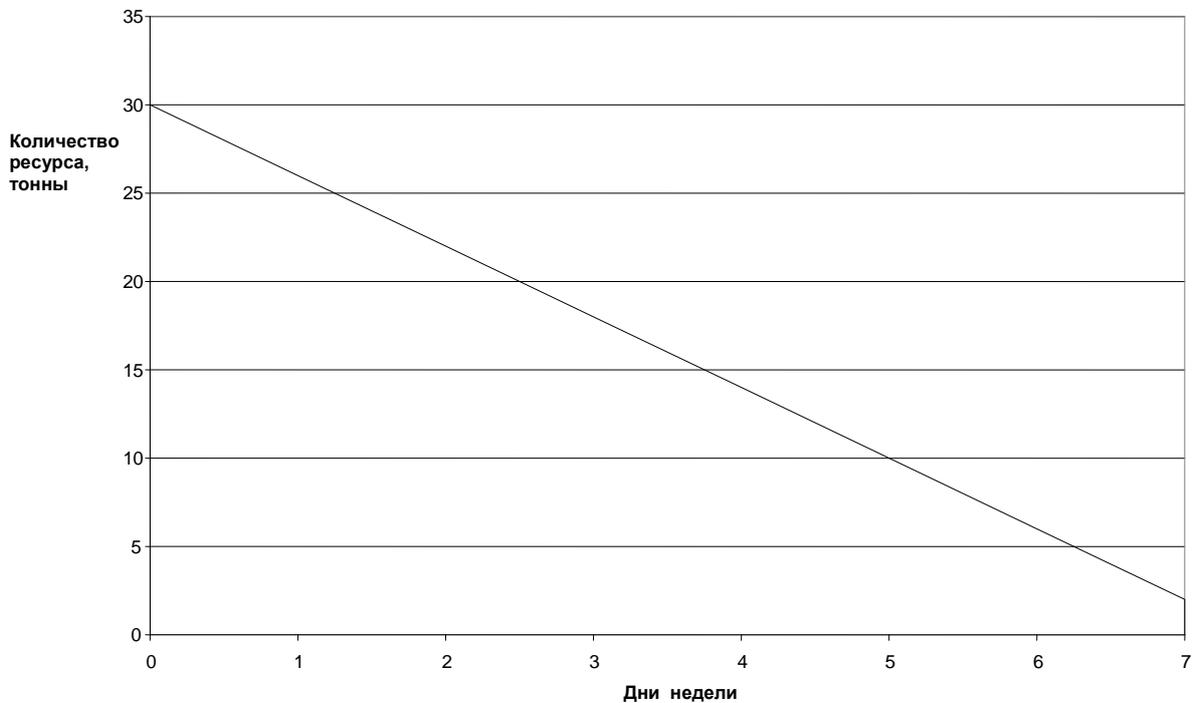


Рис. 3. Динамика расхода ресурсов (разовая поставка, нет дефицита)

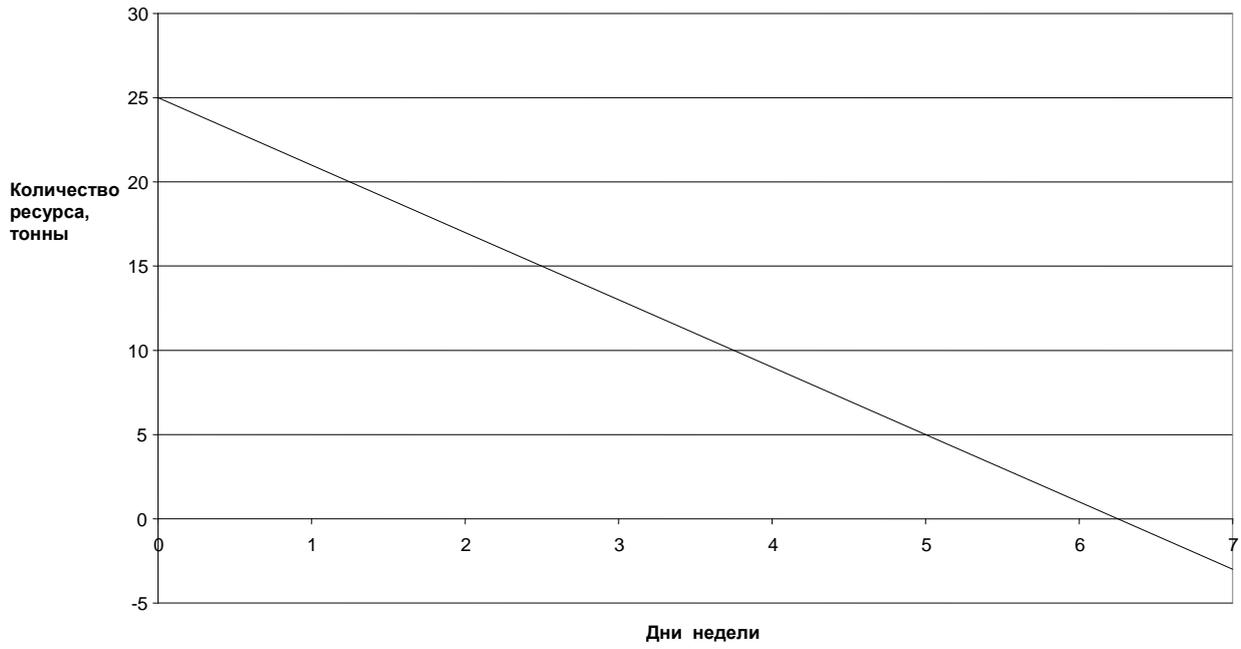


Рис. 4. Динамика расхода ресурсов (разовая поставка, дефицит)

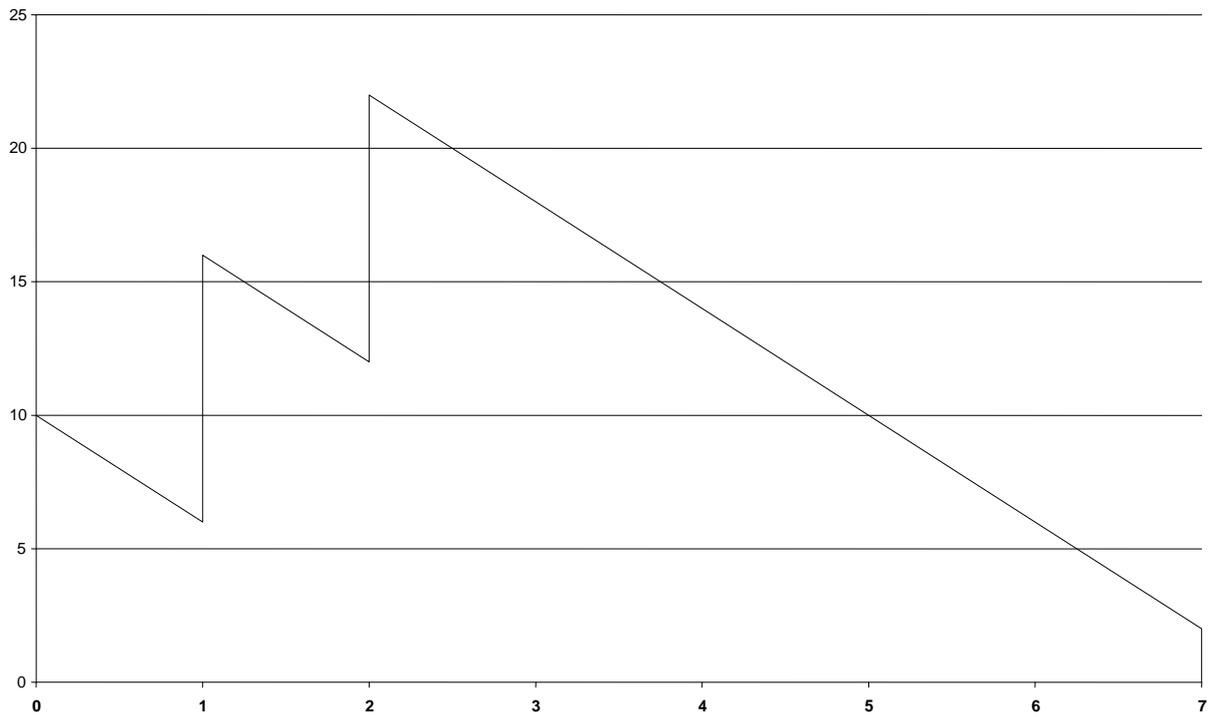


Рис. 5. Динамика расхода ресурсов (многократные поставки, нет дефицита)

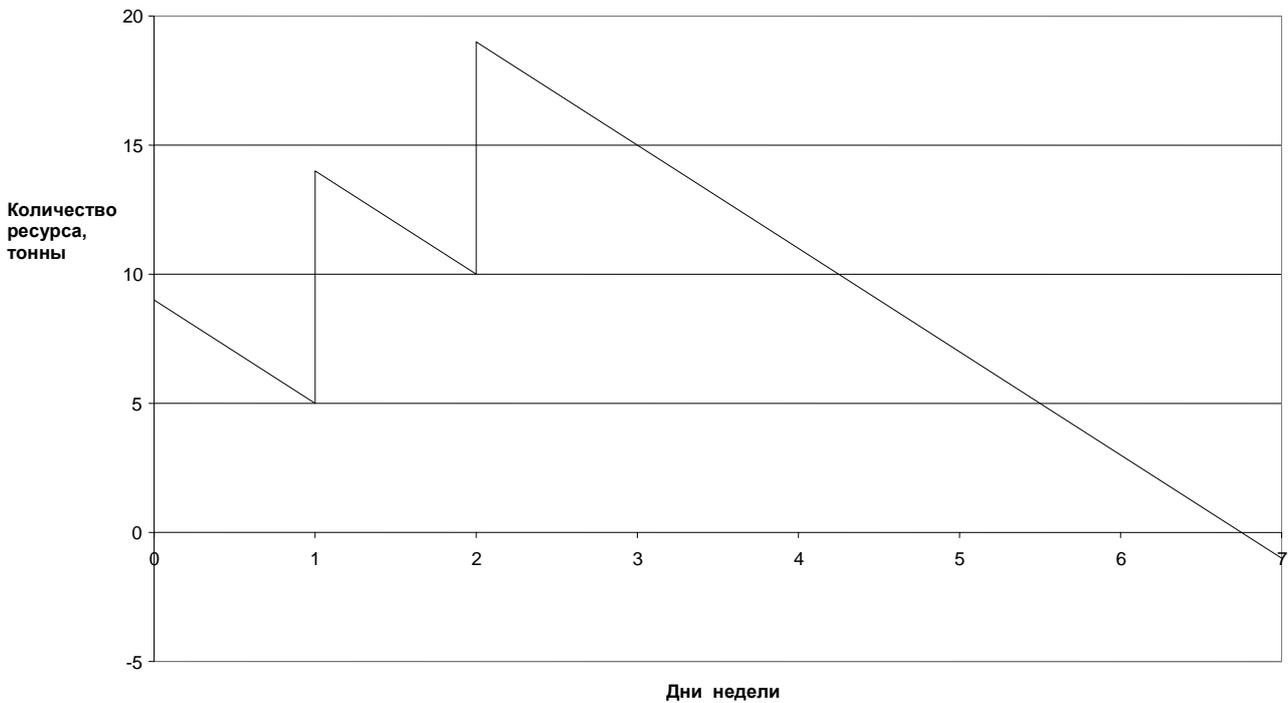


Рис. 6. Динамика расхода ресурсов (многократные поставки, дефицит)

Задача 8

Из поставленной задачи следует, что необходимо найти такой радиус распространения товаров, при котором прибыль от продажи товаров будет максимальной, т. е. нужно найти прибыль как функцию радиус - R и определить максимум этой функции. Из условия следует, что количество продаваемых товаров - линейная функция площади или иначе

$$P = a + bS,$$

где P – количество продаваемых товаров;
 S - площадь распространения товаров;
 a, b - пока неизвестные коэффициенты.

Определим коэффициенты a и b . При $R = 0$ и, следовательно, при $S = 0$ величина $P = A$. Поэтому $a = A$. Также известно, что в радиусе одного километра от центрального магазина продаётся B товаров. Это условие даёт возможность определить величину b .

$$B = A + b\pi, \text{ или } b = (B - A) / \pi.$$

$$dM = P \cdot dr.$$

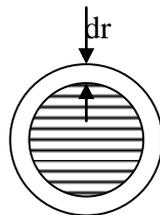


Рис. 7. Прирост товарооборота при увеличении радиуса

Тогда количество продаваемых товаров как функция радиуса будет выглядеть так

$$P = A + (B - A) R^2.$$

Прибыль от продажи товаров без учёта расходов на транспортировку L равна

$$L = CP = C [A + (B - A) R^2].$$

Чтобы найти расходы на перевозку товаров, сначала определим прирост товарооборота dM при предельно малом приращении радиуса - dr (как представлено на рис. 7).

Тогда

$$dM = [A + (B - A) r^2] dr.$$

Интегрируя данное выражение по r в пределах от $r = 0$ до $r = R$, получим

$$M = AR + \frac{B - A}{3} R^3.$$

Тогда расходы на транспортировку (T) будут равны

$$T = \left(AR + \frac{B - A}{3} R^3 \right) D,$$

а прибыль с учётом расходов на транспортировку - Π_T :

$$\Pi_T = C [A + (B - A) R^2] - D \left[AR + \frac{B - A}{3} R^3 \right].$$

Для нахождения точек, подозрительных на экстремум, продифференцируем это выражение и приравняем производную нулю.

$$\frac{d\Pi_T}{dR} = (A - B) D R^2 - 2 (A - B) C R - D A = 0.$$

Квадратное уравнение –

$$R^2 - 2 \frac{C}{D} R + \frac{A}{B - A} = 0$$

имеет корни

$$R_{1,2} = \frac{C}{D} \pm \sqrt{\frac{C^2}{D^2} - \frac{A}{B - A}}.$$

Анализ полученного решения студенты должны провести самостоятельно.

Литература: [4, с. 25-28].

Задача 9

Выполнение работы начнем с построения графика спроса. На оси абсцисс нанесем цену - x , на оси ординат - величину спрос Y . Такое построение можно

провести любым способом, но удобнее это осуществить с помощью Excel. Сначала в некотором столбце (пусть столбце **C**) наносится шкала цены (от 0 до 20). Затем в соседней справа с 0 ячейке записывается функция спроса. Например, если цена 0 записана в ячейку **C5**, то в ячейке **D5** следует записать

$$= 1 / (1 + \exp(\$M\$2 + \$N\$2 * C5)) .$$

Предполагается, что в ячейке **M2** должно стоять значение a , в ячейке **N2** - значение b . После ввода этого выражения в ячейку **D5** следует подвести курсор в правый нижний угол этой ячейки до появления знака \dagger . Затем нажать левую кнопку мыши и не опуская её спуститься вниз по столбцу **D**. Таким образом, в столбце **D** получается значение Y как функция цены x (в столбце **C**). Затем следует выделить столбцы **C** и **D**, нажать позицию “Вставка”, найти позицию «точечный», нажать курсор на ней, а затем выбрать схему с непрерывным графиком. Легенду можно убрать, так как на графике будет только одна кривая. Как известно, доход находится как произведение цены на количество реализованной продукции. Считая, что спрос определяет реализованную продукцию, можно определить величину дохода P

$$P = \frac{x}{1 + e^{a+bx}} .$$

Необходимо построить график дохода как функцию цены. Величина дохода находится аналогично спросу.

Доход является функцией одной переменной - x . Нахождение экстремума такой функции, в данном случае максимума, не представляет труда. Следует найти первую производную по x и приравнять её нулю. Она равна

$$P' = \frac{1}{1 + e^{a+bx}} - \frac{xbe^{a+bx}}{(1 + e^{a+bx})^2} = \frac{e^{a+bx}(1 - xb) + 1}{(1 + e^{a+bx})^2} = 0 .$$

Достаточно положить числитель равным нулю, т.е.

$$e^{a+bx}(1 - xb) + 1 = 0 \quad \text{или} \quad e^{a+bx}(xb - 1) - 1 = 0 .$$

Решение данного уравнения можно также осуществить с помощью Excel. В какой-нибудь ячейке, например **I5**, запишите некоторое значение x . В ячейке **I6** следует записать предыдущее уравнение в таком виде

$$= (\$N\$2 * I5 - 1) * \exp(\$M\$2 + \$N\$2 * I5) - 1 .$$

Затем обратиться к пункту меню **Данные**, а затем к позиции **Анализ “что-если”**. Из полученного меню выбрать пункт **Подбор параметра**. На вопросы пункта отвечать согласно следующей таблице.

Установить в ячейке	I6 .
Значение	0
Изменяя значения ячейки	I5

Тогда ячейка **15** будет содержать значение цены, при которой реализуется максимальный доход. Следует проверить, насколько существующая цена отличается от оптимальной.

Задача 10

Задача может быть поставлена так. Пусть в городе есть несколько отделений одной фирмы, обеспечивающих население своим товаром. Требуется определить зоны, которые должны обслуживаться тем или иным отделением. Критерий оптимальности - минимум транспортных расходов. Сначала рассмотрим случай, когда тарифы на перевозки одинаковы. Для того чтобы обеспечить клиента при наименьших транспортных затратах, следует найти минимум величины

$$c \sum_{i=1}^n l_i x_i \Rightarrow \min ,$$

где c - тариф на перевозку;

l_i - расстояние от i -го отделения до клиента;

$x_i = 1$, если данное i -е отделение обслуживает клиента;

$x_i = 0$ в противоположном случае.

Клиента обслуживает только одно отделение, отсюда

$$\sum_i x_i = 1 .$$

Очевидно, что при равенстве тарифов клиент должен обслуживаться ближайшим отделением. Для множества клиентов это правило остаётся в силе. Границы между зонами отделений можно найти так. Пусть есть два отделения $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$. Граница между ними будет проходить по перпендикуляру к середине отрезка между ними.

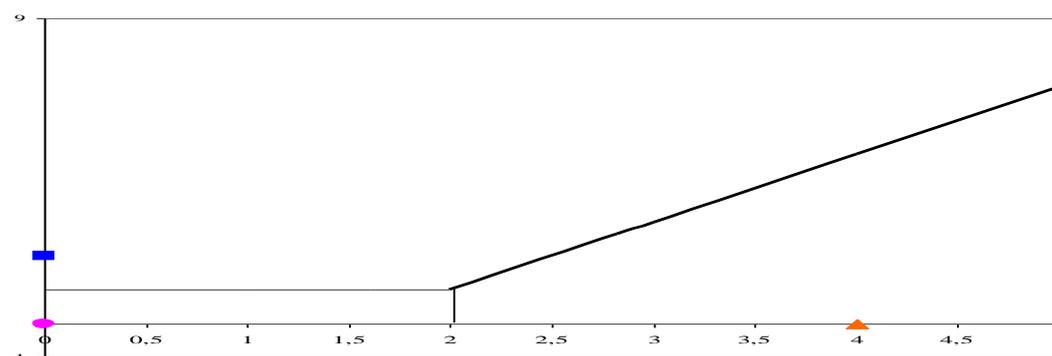


Рис. 8. Распределение зон влияния при одинаковых тарифах

Этот отрезок описывается выражением

$$y^* = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} x^* + \frac{x_1 y_2 - x_2 y_1}{x_1 - x_2} ,$$

а перпендикуляр к его середине - выражением

$$y^0 = \frac{x_1 - x_2}{y_2 - y_1} x^0 + \frac{x_1^2 + y_1^2 - x_2^2 - y_2^2}{2(y_1 - y_2)}.$$

Сказанное позволяет определить границы зон влияния различных отделений. Пусть места расположения отделений заданы как $M(4,0)$, $N(0,2)$, $P(0,0)$. Граница между M и N описывается уравнением $y^* = 2x^* - 3$, граница между M и P - $x^* = 2$ и граница между P и N - $y^* = 1$.

Попарно сравнивая каждые зоны, нетрудно определить сферу влияния каждой из зон (рис. 8). Зона, ограниченная прямыми, в которую входит точка M (или N , или P), соответственно является зоной влияния этой точки.

Литература: [4, с. 92-94].

Задачи 11 и 12

Для решения этих задач студенты должны знать методы решения транспортной задачи линейного программирования, с которыми они встречались на предыдущих курсах.

Литература: [7].

Задача 13

Расходы на перевозку прямо пропорциональны расстоянию и количеству перевозимого груза. Поэтому целевую функцию следует представить в виде

$$Z = \sum_{i=1}^4 \omega_i l_i \rightarrow \min$$

или при вводе координат магазинов и склада

$$Z = \sum_{i=1}^4 \omega_i \sqrt{(a - x_i)^2 + (b - y_i)^2},$$

где a - искомая абсцисса склада;

b - искомая ордината склада;

x_i - заданная абсцисса i -го магазина;

y_i - заданная ордината i -го магазина.

Для упрощения задачи следует вместо исходной целевой функции рассмотреть другую функцию, заменив радикал его выражением

$$Z^* = \sum_{i=1}^4 \omega_i [(a - x_i)^2 + (b - y_i)^2].$$

Взяв частные производные Z^* по a и b и приравняв их нулю, получим

$$a^0 = \frac{\sum_{i=1}^4 \omega_i x_i}{\sum_{i=1}^4 \omega_i}; \quad b^0 = \frac{\sum_{i=1}^4 \omega_i y_i}{\sum_{i=1}^4 \omega_i}.$$

Как правило, этим приближенным решением и обходятся. Студентам также можно воспользоваться им для определения координат склада. Ответ на п. 2 студенты должны дать самостоятельно.

Литература: [4, с. 16-21].

Задача 14

Общепринятый метод расчёта величины страхового запаса включает несколько этапов.

Вначале определяется ежедневная потребность в ресурсе. Поступающее количество ресурса за год известно, количество дней в году тоже (считаем производство непрерывным), поэтому найти ежедневную потребность в ресурсах P не составляет труда.

Затем определяется средний интервал между поставками из выражения

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1} q_i t_i}{Q},$$

где q_i - величина i -й партии ресурса;
 t_i - интервал между i -й и $(i + 1)$ -й партией ресурса;
 Q - общее количество ресурса за год.

Определяются поставки, величина интервала которых t_i больше t_{cp} . Присвоим этим поставкам индекс “ k ”. Тогда объём страхового запаса определяется выражением

$$q_{cmp} = \frac{\sum_{i=1} (t_k - t_{cp}) q_k}{\sum_{i=1} q_k} P,$$

где q_k, t_k - величина и интервал времени поставки, если $t_k > t_{cp}$;
 P - ежедневная потребность в ресурсах.

Построить динамику движения ресурсов во времени.

Литература: [8, с. 40-41].



Рис. 9. Динамика движения ресурса

ЛИТЕРАТУРА

1. Логистика/ под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 1999.
2. Кудрявцев Е.М. Исследование операций в задачах, алгоритмах и программах. – М.: Радио и связь, 1984.
3. Козловский В.А., Козловская Э.А., Савруков Н.Т. Логистический менеджмент. – СПб.: Политехника, 1999.
4. Петрунин С.В. Организационные и логистические методы повышения эффективности производственной деятельности авиакомпаний. – М.: АвиаБизнесГрупп, 2006.
5. Практикум по логистике/ под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 1999.
6. Петрунин С.В. Пособие к изучению дисциплины и выполнению контрольных работ по дисциплине “ Логистика “. – М.: МГТУ ГА, 1999.
7. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.: Наука, 1969.
8. Леншин И.А., Смоляков Ю.И. Логистика: в 2 ч. – М.: Машиностроение, 1996. – Ч. 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Исходные данные к задаче 1

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

Таблица 2

Исходные данные для задач 2 и 3

	Вариант 1						Вариант 2						Вариант 3						Вариант 4					
	№ операции						№ операции						№ операции						№ операции					
Дет.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3	52	5	21	45	33	45	47	57	56	8	26	5	37	7	38	19	38	42	10	18	21	10	11
2	39	26	6	7	53	20	5	6	27	28	28	12	37	7	8	45	13	41	48	51	19	33	10	30
3	43	19	46	14	9	10	59	40	8	47	10	11	7	20	35	48	11	55	8	33	10	44	34	50
4	6	25	8	48	44	55	26	32	9	10	10	45	21	9	38	11	37	31	49	10	11	27	21	34
5	30	8	24	11	11	29	32	9	10	49	55	18	18	21	11	49	13	31	36	43	53	13	29	10
6	8	28	10	26	12	31	33	36	22	33	33	14	19	20	12	26	14	23	22	12	22	14	47	20
7	47	30	11	20	18	14	56	26	12	13	14	38	11	52	52	12	15	16	12	14	51	33	16	41
8	10	11	17	24	27	22	11	12	51	24	45	55	38	18	50	15	47	30	17	14	24	16	52	20
9	43	12	33	14	50	35	56	50	55	15	16	12	13	43	47	16	17	21	14	43	13	17	31	56
10	57	51	16	50	41	51	56	14	34	28	17	18	51	23	28	15	14	19	34	53	17	42	19	29
11	11	27	35	16	17	13	14	55	40	10	18	29	38	16	27	36	39	21	50	20	21	51	54	21
12	33	16	50	15	12	50	21	27	15	22	54	23	20	57	31	27	14	23	34	30	29	39	17	44

Продолжение табл. 2

Вариант 5							Вариант 6						Вариант 7						Вариант 8					
№ операции							№ операции						№ операции						№ операции					
Дет.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	31	15	13	32	7	10	27	17	17	7	8	33	52	6	59	57	46	10	44	49	8	10	10	27
2	14	13	20	47	8	9	20	28	7	8	58	18	43	7	47	20	10	41	18	32	15	44	19	12
3	5	14	53	30	40	10	45	36	8	9	44	24	54	23	28	10	11	44	8	12	25	11	37	47
4	48	56	8	9	26	55	29	28	35	14	11	12	36	9	10	26	55	14	9	10	44	29	12	18
5	7	26	45	10	35	49	59	9	58	21	12	59	44	52	42	12	19	14	32	11	12	43	49	28
6	8	25	30	50	50	57	18	10	49	12	28	53	57	57	27	45	40	15	43	12	48	42	15	27
7	53	10	12	12	18	12	58	11	12	45	50	17	11	20	35	14	32	24	12	27	27	15	58	37
8	10	38	12	27	14	59	11	12	57	12	44	35	12	20	14	52	24	16	13	14	22	15	22	34
9	18	12	13	37	59	33	12	56	14	40	15	17	54	40	21	16	17	56	27	33	36	19	18	19
10	53	15	54	32	16	17	13	40	13	28	32	18	10	22	41	54	18	19	37	30	17	18	49	58
11	45	14	29	16	25	25	14	39	35	17	18	34	18	16	17	29	36	29	37	21	18	19	59	29
12	29	44	25	33	31	31	57	58	45	24	56	38	55	11	14	22	48	35	28	33	11	51	46	23
Вариант 9							Вариант 10						Вариант 11						Вариант 12					
№ операции							№ операции						№ операции						№ операции					
Дет.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3	57	20	6	50	38	44	31	45	53	8	9	22	25	7	28	21	10	58	21	8	45	32	11
2	23	5	16	54	8	39	5	51	7	11	14	48	6	7	16	41	55	43	21	28	26	36	52	12
3	36	6	7	41	15	24	40	49	37	9	10	34	49	25	48	10	11	39	25	9	15	21	28	54
4	46	46	24	9	12	21	7	8	38	26	23	59	56	19	10	11	21	21	9	53	29	25	13	38
5	33	24	59	10	35	23	28	9	35	52	54	25	9	10	18	28	33	37	55	17	12	29	14	40
6	35	19	10	41	12	42	56	29	14	41	32	59	10	17	40	13	50	45	11	58	49	14	55	18
7	11	21	38	12	13	49	43	11	12	34	51	21	11	16	13	28	32	14	44	42	14	15	44	58
8	15	41	59	22	14	15	13	17	42	14	15	56	31	13	56	47	16	13	46	14	10	16	51	17
9	11	51	13	35	46	14	12	56	12	54	24	17	15	46	15	17	17	10	29	40	16	34	18	56
10	12	21	14	14	24	23	18	55	31	17	14	18	32	15	40	10	54	19	21	31	40	43	50	20
11	13	14	41	23	31	12	33	41	16	17	24	48	32	49	38	21	19	30	16	17	18	21	10	47
12	59	35	59	16	26	44	35	34	32	41	25	50	47	41	57	25	15	45	45	50	50	18	40	42
Вариант 13							Вариант 14						Вариант 15						Вариант 16					
№ операции							№ операции						№ операции						№ операции					
Дет.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	49	37	19	14	7	42	50	5	38	41	8	55	52	6	19	46	9	29	49	10	15	9	10	53
2	17	33	6	7	31	59	5	12	7	57	44	54	44	21	24	50	10	11	29	8	9	58	31	26
3	5	6	10	56	27	26	52	33	35	43	32	11	13	8	9	14	25	24	23	18	25	51	12	13
4	48	26	8	23	10	23	23	8	44	10	11	25	10	20	18	11	51	30	9	10	37	23	45	26
5	7	8	25	40	38	59	13	57	53	11	51	19	9	39	11	48	19	16	32	49	17	31	59	15
6	39	13	33	51	12	13	9	10	22	42	12	51	10	35	12	30	39	18	10	12	13	14	14	11
7	9	18	44	56	13	38	32	16	12	13	31	31	56	10	55	56	30	16	12	13	32	20	24	21
8	23	11	30	13	52	43	11	54	46	18	15	48	38	33	47	15	16	36	29	36	15	32	49	29
9	10	12	46	22	49	16	52	13	10	15	44	16	50	16	23	26	20	18	21	55	16	18	18	35
10	50	28	14	37	32	31	22	13	46	11	17	18	22	20	58	17	18	59	15	17	17	26	50	10
11	10	58	15	21	40	53	43	51	16	17	55	50	15	16	43	53	33	16	19	47	21	19	18	21
12	39	41	24	17	46	37	18	39	48	27	21	22	33	18	16	55	27	42	41	40	11	54	34	17

Окончание табл. 2

Вариант 17							Вариант 18						Вариант 19						Вариант 20					
№ операции							№ операции						№ операции						№ операции					
Дет.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	49	4	5	16	45	26	47	39	28	7	59	9	31	6	22	48	9	59	38	32	55	32	10	11
2	36	5	6	26	59	22	46	26	30	8	24	10	6	13	18	56	10	58	7	8	48	49	56	53
3	5	59	19	46	9	41	35	7	18	52	46	37	7	8	59	52	42	54	8	41	10	58	12	55
4	38	11	8	9	44	51	48	11	9	10	31	23	22	57	46	54	47	37	54	32	18	31	13	14
5	7	55	49	54	11	15	8	59	10	48	33	31	9	59	11	35	45	29	10	11	43	42	54	32
6	25	53	18	42	25	30	36	39	33	48	13	14	31	25	12	52	14	48	11	13	11	14	58	20
7	9	48	52	41	21	14	10	11	20	14	54	26	53	44	13	14	31	36	27	57	42	15	58	33
8	51	47	30	13	14	13	47	23	13	37	42	16	11	13	14	56	30	10	33	13	15	18	17	48
9	44	11	28	51	15	16	12	59	18	15	30	47	45	39	56	16	33	19	16	45	16	44	18	44
10	12	53	22	15	36	23	53	14	15	42	13	39	14	15	11	17	51	29	53	16	21	32	14	41
11	52	58	21	37	28	18	14	13	28	49	18	51	52	54	47	13	19	20	27	17	17	19	45	21
12	28	50	43	41	35	38	41	49	25	24	11	44	29	27	58	26	43	59	57	31	45	51	42	16

Таблица 3

Исходные данные для задачи 4

Вариант	Данные по налёту								Простои								
									ВС	Срок							
1	Полугодовой налёт ВС								1369	1112	1776	1936	1465	1189	1180	1	2
	Месячный налёт парка								1360	1803	1238	1571	1545	2511		2	3
2	Полугодовой налёт ВС								1902	1902	1181	1102	1350	1490	1378	3	5
	Месячный налёт парка								1594	1515	2100	1277	1676	2143		5	6
3	Полугодовой налёт ВС								1736	1641	1575	1477	1415	1486	1168	7	1
	Месячный налёт парка								1896	1697	2147	1222	2174	1365		2	5
4	Полугодовой налёт ВС								1139	1027	1826	1124	1778	1577	1093	7	1
	Месячный налёт парка								1843	1577	2113	1769	1354	912		2	1
5	Полугодовой налёт ВС								1865	1442	1764	1259	1728	1977	1119	5	6
	Месячный налёт парка								1780	1912	2044	1369	1275	2779		6	1
6	Полугодовой налёт ВС								1615	1058	1788	1531	1652	1242	1192	3	3
	Месячный налёт парка								1499	1686	1409	1664	1277	2549		1	6
7	Полугодовой налёт ВС								1502	1812	1167	1649	1162	1288	1667	1	6
	Месячный налёт парка								1610	1571	1974	1731	1285	2083		7	3
8	Полугодовой налёт ВС								1978	1109	1039	1472	1100	1266	1669	2	6
	Месячный налёт парка								1288	1465	1744	1779	1741	1624		6	1
9	Полугодовой налёт ВС								1641	1575	1630	1276	1724	1953	1612	1	4
	Месячный налёт парка								1941	1562	1266	1564	1436	3651		5	1
10	Полугодовой налёт ВС								1097	1059	1641	1479	1917	1553	1234	6	1
	Месячный налёт парка								1619	1299	1655	1354	2078	1985		2	1
11	Полугодовой налёт ВС								1451	1205	1618	1786	1060	1813	1011	2	5
	Месячный налёт парка								1784	1777	1308	1266	1837	1983		2	2
12	Полугодовой налёт ВС								1786	1053	1400	1924	1538	1224	1626	2	6
	Месячный налёт парка								1743	1252	1921	1239	2090	2318		4	6

Окончание табл. 3

13	Полугодовой налёт ВС	1532	1623	1595	1831	1546	1555	1039	5	1
	Месячный налёт парка	1380	2119	2113	1863	2157	1102		3	3
14	Полугодовой налёт ВС	1680	1357	1183	1954	1577	1726	1402	5	5
	Месячный налёт парка	2071	1681	2156	1576	1338	2071		4	3
15	Полугодовой налёт ВС	1234	1083	1696	1178	1348	1334	1990	1	3
	Месячный налёт парка	2112	1334	1967	2079	2018	368		6	1
16	Полугодовой налёт ВС	1595	1762	1563	1943	1308	1496	1643	4	3
	Месячный налёт парка	1798	1963	1924	2049	2195	1397		7	6
17	Полугодовой налёт ВС	1032	1145	1009	1642	1547	1581	1239	5	6
	Месячный налёт парка	1850	1978	1393	1355	1252	1384		1	4
18	Полугодовой налёт ВС	1076	1972	1899	1351	1567	1016	1834	4	2
	Месячный налёт парка	1631	2162	1579	2076	1586	1699		1	5
19	Полугодовой налёт ВС	1310	1620	1230	1410	1510	1400	1520	3	2
	Месячный налёт парка	1600	1500	1400	1350	1460	1700		7	5
20	Полугодовой налёт ВС	1090	1310	1415	1585	1100	1200	1310	4	4
	Месячный налёт парка	1400	1400	1500	1500	1100	1100		6	1

Таблица 4

**Значения логистической функции для различных вариантов
(исходные данные для задачи 5)**

Вариант	Аргумент			
	0	3	6	9
1	0,165	1,517	5,951	8,098
2	0,214	2,555	9,612	11,803
3	0,217	3,086	8,996	9,945
4	0,196	1,806	7,085	9,64
5	0,167	3,962	10,491	10,985
6	0,157	1,445	5,668	7,712
7	0,211	5,15	14,255	14,979
8	0,118	1,72	5,338	5,963
9	0,161	1,481	5,809	7,905
10	0,387	7,466	11,854	11,997
11	0,186	1,716	6,73	9,158
12	0,148	1,882	8,815	11,716
13	0,328	7,577	19,143	19,976
14	0,169	1,553	6,093	8,291
15	0,333	4,872	15,125	16,896
16	0,439	4,88	15,246	17,784
17	0,066	1,64	4,735	4,992
18	0,176	1,626	6,376	8,676
19	0,12	1,73	5,61	6,22
20	0,10	1,52	4,56	5,17

Таблица 5

Исходные данные к задаче 6

Вариант	К	m	n	Вариант	К	m	n
1	1,2	2,7	2	11	2,2	1,9	1,1
2	1,2	2,5	1,9	12	2,2	1,7	1,2
3	1,4	2,7	1,8	13	2,4	1,5	1,3
4	1,4	2,5	1,7	14	2,4	1,3	1,4
5	1,6	2,3	1,6	15	2,6	1,5	1,5
6	1,6	2,1	1,5	16	2,6	1,3	1,6
7	1,8	2,3	1,4	17	2,8	2	1,7
8	1,8	2,1	1,3	18	2,8	1,1	1,8
9	2	1,9	1,2	19	3	1,1	1,9
10	2	1,7	1,1	20	3	2	1,5

Таблица 6

Исходные данные к задаче 7

Вариант	Ежедневное потребление материала	Грузоподъемность транспорта склада	Интенсивность доставки своим транспортом	Период доставки своим транспортом	Стоимость доставки складом	Стоимость доставки предприятием	Стоимость хранения, независимая от срока	Стоимость хранения, зависящая от срока	Потери от дефицита
	А, тонн в сутки	В, тонн	С, тонн в сутки	Д, сутки	с _б , д.е.	с _п , д.е.	с _{хо} , д.е. за тонну	с _{хт} , д.е. за тонну в сутки	с _п , д.е. за сутки
1	2	10	6	2	17	10	6	-	10
2	2	8	4	3	30	14	-	1	13
3	2	12	7	2	25	12	5	-	16
4	2	7	3,5	3	15	13	7	-	20
5	2	9	5	4	12	10	-	2	23
6	3	20	8	3	20	9	5	-	27
7	3	27	7	2	16	8	-	2	24
8	3	19	5	2	18	7	-	1	19
9	3	29	10	2	14	11	7	-	12
10	3	22	7	3	22	9	-	2,5	15
11	3	33	8	4	12	7	6	-	18
12	3	29	6	3	19	10	-	2	20
13	3	26	10	3	15	6	9	-	21
14	3	25	7	2	17	8	8	-	11
15	3	28	8	3	13	9	-	1,5	15
16	2,5	15	6	3	21	7	7	-	22
17	2,5	17	8	2	17	12	-	1	19
18	2,5	20	4	3	18	10	5	-	14
19	2,5	19	4	4	16	8	-	-	13
20	2	16	2,5	5	20	8	6	-	11

Таблица 7

Исходные данные к задаче 8

Вариант	Объём продаж на месте А, ед.	Объём продаж на 1 кмВ, ед.	Цена единицы товара С, руб./ед.	Затраты на перевозку D, руб./км·ед
1	90	100	10	3
2	92	100	20	2
3	94	100	30	3
4	96	100	40	5
5	98	100	50	1
6	100	115	13	5
7	102	115	21	4
8	104	115	31	2
9	106	115	42	4
10	108	115	53	6
11	110	115	11	9
12	112	115	21	7
13	114	125	34	3
14	116	125	43	5
15	118	125	51	4
16	120	125	13	1
17	122	135	22	2
18	124	135	33	8
19	126	135	42	6
20	128	135	52	3

Таблица 8

Исходные данные к задаче 9

Вариант	a	B	$x_{сум}$
1	-5	0,6	12
2	-5	0,4	9
3	-5	0,7	8
4	-5	0,55	11
5	-4	0,4	10
6	-4	0,5	14
7	-4	0,6	8
8	-4	0,3	9
9	-3	0,2	13
10	-3	0,3	11
11	-3	0,4	10
12	-3	0,5	9
13	-2	0,1	7
14	-2	0,2	14
15	-2	0,07	20
16	-2	0,05	17
17	-1	0,07	11
18	-1	0,06	14
19	-1	0,1	9
20	-5	0,5	10

Таблица 9

Исходные данные к задаче 10

Вариант	X(i)	Y(i)
1	5 7 3	5 0 6
2	6 4 4	4 2 4
3	6 3 4	5 1 8
4	5 3 1	8 0 3
5	3 9 4	4 1 2
6	2 10 2	5 2 5
7	4 12 1	6 6 3
8	5 9 2	3 4 2
9	0 7 1	4 1 1
10	7 8 2	7 0 2
11	7 9 1	8 2 3
12	4 7 2	3 4 3
13	0 3 3	4 1 5
14	1 4 4	3 0 4
15	4 5 2	5 2 2
16	7 10 3	3 3 5
17	7 6 2	8 3 1
18	1 9 4	1 5 3
19	2 6 1	4 3 5
20	4 0 0	0 2 0

Таблица 10

Исходные данные к задаче 11

Вариант	A(i)	B(j)	C(i,j)
1	7 5 6	3 1 5 4	4 7 6 9 0 4 8 8 7 3 4 1
2	8 3 7	3 3 3 4	6 8 3 7 0 1 2 0 1 4 1 5
3	8 2 8	3 2 7 3	2 0 9 3 2 2 8 1 9 7 4 8
4	7 2 2	6 1 2 1	4 4 5 9 4 3 1 4 4 6 2 3
5	5 8 7	2 2 2 7	9 6 3 4 4 9 9 9 2 1 7 9
6	4 8 4	3 3 4 3	3 2 5 7 0 6 2 2 8 9 4 6
7	6 8 3	3 7 2 2	3 0 2 9 7 1 3 2 7 0 9 4
8	7 8 3	1 5 1 5	6 2 5 0 9 3 0 4 6 8 3 6
9	2 5 3	2 2 1 2	1 2 9 2 2 8 1 6 2 9 4 5
10	9 5 5	5 1 1 6	8 8 7 3 3 4 8 5 6 7 2 7
11	9 7 3	8 3 1 3	5 3 7 1 4 0 1 6 3 5 5 2
12	6 5 3	1 5 2 3	9 8 4 5 4 8 2 3 4 8 4 8
13	2 2 6	2 2 4 1	0 6 8 6 4 5 6 0 6 8 2 4
14	3 3 8	1 1 3 4	8 2 8 2 0 2 3 2 2 5 4 4
15	6 3 4	3 3 1 3	1 0 0 4 3 2 6 3 1 7 8 4
16	8 8 5	1 4 4 6	7 0 1 2 9 6 7 2 9 9 3 3
17	8 4 3	6 4 1 2	8 7 3 9 1 7 0 6 0 0 9 3
18	3 6 7	1 6 2 3	6 8 4 7 4 0 8 3 3 9 4 6
19	7 6 4	4 1 3 4	8 3 5 4 4 7 3 2 2 6 9 3
20	5 9 4	1 3 2 6	1 9 7 1 3 9 3 7 7 9 2 1

Таблица 11

Исходные данные к задаче 13

Вариант	X(i)	Y(i)	W(i)
1	7 5 6 2	3 1 5 4	4 7 6 9
2	8 3 7 3	3 3 3 4	6 8 3 7
3	8 2 8 4	3 2 7 3	2 5 9 3
4	7 2 2 6	6 1 2 1	4 4 5 9
5	5 8 7 2	2 2 2 7	9 6 3 4
6	4 8 4 3	3 3 4 3	3 2 5 7
7	6 8 3 4	3 7 2 2	3 5 2 9
8	7 8 3 1	1 5 1 5	6 2 5 4
9	2 5 3 2	2 2 1 2	1 2 9 2
10	9 5 5 6	5 1 1 6	8 8 7 3
11	9 7 3 8	8 3 1 3	5 3 7 1
12	6 5 3 1	1 5 2 3	9 8 4 5
13	2 2 6 3	2 2 4 1	5 6 8 6
14	3 3 8 1	1 1 3 4	8 2 8 2
15	6 3 4 5	3 3 1 3	1 5 2 4
16	8 8 5 1	1 4 4 6	7 5 1 2
17	8 4 3 6	6 4 1 2	8 7 3 9
18	3 6 7 1	1 6 2 3	6 8 4 7

Таблица 12

Исходные данные к задаче 14

Вариант	Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь	
	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т
1	1	109	27	105	29	110	5	128	8	107	21	107
2	1	102	5	101	1	127	24	121	10	102	5	120
3	1	121	3	123	3	99	8	108	28	120	23	101
4	1	101	3	100	28	125	7	122	28	122	24	121
5	1	112	1	121	19	113	13	102	11	102	5	108
6	1	105	2	115	2	113	2	127	12	100	4	128
7	1	103	5	114	4	123	1	110	5	102	11	120
8	1	120	18	123	16	120	20	124	24	116	7	104
9	1	105	11	114	17	124	19	120	8	111	17	127
10	1	104	11	118	12	103	10	99	5	119	1	107
11	1	119	18	104	14	122	11	114	6	126	20	101
12	1	100	1	123	28	105	12	121	14	116	19	99
13	1	126	5	105	11	107	25	111	3	117	26	124
14	1	106	22	112	25	127	2	121	16	99	2	126
15	1	110	21	120	24	100	21	122	2	122	22	124
16	1	124	28	108	16	107	29	101	21	101	28	110
17	1	126	4	117	17	123	6	128	18	124	26	111
18	1	114	15	113	16	117	18	108	15	111	17	105
19	1	116	12	120	20	111	7	143	12	100	20	89
20	1	100	6	98	15	130	15	103	1	85	7	140

Окончание табл. 12

Вариант	Июль		Август		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		Декабрь	
	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т	Дата	Объём, т
1	24	107	29	114	11	111	9	112	21	127	19	123
2	11	117	12	102	5	106	8	119	13	118	13	117
3	28	108	27	122	16	126	24	128	24	128	8	124
4	25	122	25	110	3	102	28	107	6	108	16	118
5	29	115	5	109	10	109	21	123	2	105	29	113
6	23	123	19	118	29	111	28	112	27	107	20	105
7	4	108	16	101	17	104	27	100	16	117	21	104
8	9	115	7	112	7	117	6	120	24	117	14	127
9	6	108	5	108	9	113	21	108	29	106	6	123
10	7	103	28	125	19	126	22	124	18	110	14	102
11	6	112	12	118	8	118	2	126	16	120	27	108
12	24	124	22	123	25	117	8	103	10	105	27	116
13	5	101	24	118	17	100	4	108	9	104	6	107
14	12	124	18	119	9	128	2	115	27	121	28	110
15	7	104	4	111	15	117	20	101	28	106	9	124
16	23	126	2	115	21	101	15	106	6	122	2	103
17	11	99	3	109	28	112	15	124	10	111	2	127
18	8	113	10	128	28	109	9	122	12	112	5	111
19	14	97	7	130	21	108	7	100	8	110	3	99
20	20	108	10	121	12	140	14	98	21	109	23	100