МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.П. Павлов, Д.О. Буркеев

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИСТИКА

Учебно-методическое пособие

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
38.03.10 «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура»

Казань
2018

УДК 658.7
ББК 65.40
П12

Павлов В.П., Буркеев Д.О.

П12 Производственная логистика: Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 38.03.10 «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура» / В.П. Павлов, Д.О. Буркеев.– Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2018. – 105 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В пособии представлены задачи по внутрипроизводственной логистике на темы:

– определение объема выпуска продукции;
– комплектация сборных грузов;
– определение «узких мест» в производстве;
– оптимальное распределение ресурсов производства,

а также задачи на определение

– оптимальной загрузки транспортных средств;
– пропускной способности логистической сети.

Табл. 101. Ил.10. Библиогр. 10 наимен.

Рецензент

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой управления и логистики ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
А.И. Шинкевич

УДК 658.7
ББК 65.40

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2018
© Павлов В.П., Буркеев Д.О., 2018

1. ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИСТИКА

1.1. Задачи по определению объема выпускаемой продукции

При решении задач данного раздела логистики определяется количество операций, выполняемых на технологических линиях производства за смену, после чего рассчитываются объем выпуска изделий за смену и коэффициент простоя оборудования. На основе полученных показателей легко находятся годовой объем выпуска продукции и экономические показатели производства: себестоимость, выручка и прибыль.

Годовой выпуск ($V_{год}$) определяется по формуле:

$$V_{год} = V_{см} \cdot D_к \cdot N_{см} \quad , \tag{1}$$

где $V_{см}$ – объем выпуска изделий за смену;

$D_к$ – количество рабочих дней в году;

$N_{см}$ – число рабочих смен за сутки.

Коэффициент простоя $K_{пр}$ находится по формуле;

$$K_{пр} = \left(1 - \frac{V_{см} \cdot \sum t_i}{T_{см} \cdot N_л}\right) \cdot 100\% , \tag{2}$$

где $V_{см}$ – объем выпуска изделий за смену;

t_i – длительность i -й операции, мин.;

$T_{см}$ – продолжительность смены, мин.;

$N_л$ – число технологических линий.

Длительность смены ($T_{см}$) в большинстве случаев принимается равной восьми часам (480 минутам). Производство любого изделия осуществляется в виде операций, количество которых может варьироваться от 2 до 100, и более. Поскольку количество комплектующих изделий сложных технических систем может составлять десятки тысяч, то необходимость решения задач такого рода является весьма актуальной проблемой производственной логистики.

При решении задачи по определению объема выпуска подразумевается только ***последовательное*** выполнение операций, хотя на практике могут быть параллельные операции, смешанные варианты с параллельными и последовательными операциями, и возможно возникновение циклов в производственном процессе.

Под технологической линией понимается оборудование, используемое в течение смены для выполнения одного типа операций. То есть универсальные

технологические линии, выполняющие различные операции, не рассматриваются.

Правильное решение задач данного типа позволяет улучшить экономические показатели: доходы, расходы, себестоимость, прибыль, рентабельность.

В данном сборнике представлено четыре вида задач по определению объема выпускаемой продукции:

1) с двумя производственными операциями на двух или трех технологических линиях;
2) с двумя производственными операциями на четырех и более технологических линиях;
3) с числом операций более двух на четырех и более технологических линиях;
4) расчет экономических показателей в производственной логистике.

1.1.1. Задачи с двумя производственными операциями на двух и трех технологических линиях

При решении задач с двумя производственными операциями формула (2) примет следующий вид:

$$K_{пр} = \left(1 - \frac{V_{см} \cdot (t_1 + t_2)}{T_{см} \cdot N_л}\right) \cdot 100\%, \qquad (3)$$

где t_1 – длительность первой операции, мин.;

t_2 – длительность второй операции, мин.;

$V_{см}$ – объем выпуска изделий за смену;

$T_{см}$ – продолжительность смены, мин.;

$N_л$ – число технологических линий.

Пример 1

Процесс производства изделия состоит из двух последовательных операций. Продолжительность первой операции t_1=10 минут, второй – t_2=19 минут. Длительность смены $T_{см}$= 8 часов. Изобразить графически ритм работы оборудования. Рассчитать объем выпуска продукции за смену и коэффициент простоя оборудования по двум вариантам: на двух и трех технологических линиях, т.е. $N_1 = 2$; $N_2 = 3$.

Решение

За основу расчета надо взять смену в 8 часов, т.е. 480 минут. Сначала рассмотрим вариант производства на двух линиях.

Необходимо определить, сколько изделий за смену будет изготовлено при условии работы двух станков (двух технологических линий). Ритм работы в этом случае будет выглядеть следующим образом:

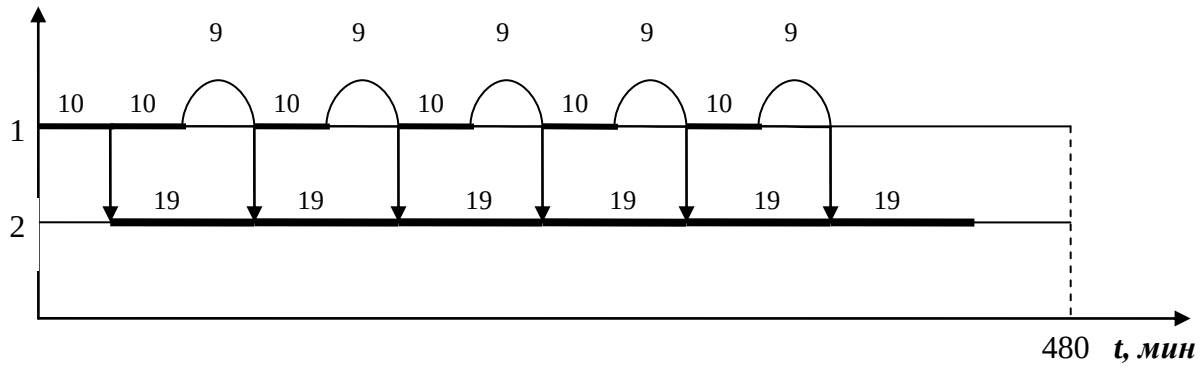

Рис.1. Ритм работы оборудования на двух технологических линиях

При составлении ритма важно учесть следующее:

- операция на второй линии не может начаться, пока не будет закончена операция на первой линии, поэтому на второй линии будет задержка (в нашем случае 10 минут);

- после того как первая линия освободилась, на ней сразу же можно выполнять следующую операцию. Однако к окончанию выполнения этой операции на первой линии вторая линия еще не освободится. Поэтому возникнет простой на первой линии, равный времени ожидания освобождения второй линии (в нашем случае 9 минут). Только после того как освободилась вторая линия, и мы передали изделие на нее, можно продолжить работу на первой линии.

Ритм составляется до тех пор, пока он не будет иметь повторяющийся постоянный характер. После того как ритм получен, составляется уравнение по одной из линий. Из полученного уравнения находится объем выпуска изделий за смену.

<u>Правило 1</u>. Уравнение составляется по той линии, в которой нет внутренних простоев.

Уравнение может составляться не обязательно по одной линии. Если операция на нескольких линиях одна и та же, то уравнение составляется по всем таким линиям.

В нашем примере уравнение составляется по второй линии, и оно будет иметь следующий вид:

$10 + 19x + \delta = 480$,

где 10 – ожидание до начала работы второй линии, мин.,

x – количество операций, выполняемых на второй линии за смену, мин.,

δ – промежуток времени, остающийся в конце смены, в течение которого невозможно выполнение целой операции. Поскольку мы решаем целочисленное уравнение, величиной δ мы пренебрегаем, из полученного уравнения находим число операций, а также объем выпуска за смену:

$$x = \left[\frac{480-10}{19}\right] = 24 \text{ операции.}$$

Квадратные скобки [ ] означают нахождение целого числа. Необходимо обратить внимание на то, что число операций и объем выпуска изделий являются целыми числами. При операции определения целого числа отбрасывается дробная часть. Надо иметь в виду, что эта операция ***не совпадает с операцией округления.***

$V_{см} = x = 24$ изделия.

Примечание. Число операций в данном случае равно объему выпуска продукции. Однако если бы одинаковые операции выполнялись на разных линиях, то объем продукции был бы равен сумме числа операций, выполняемых на этих линиях.

Коэффициент простоя для двух линий будет равен

$$K_{пр} = \left(1 - \frac{(10+19)\cdot 24}{480\cdot 2}\right)\cdot 100\% = 27{,}5\%.$$

Теперь рассмотрим вариант производства изделия на трех линиях. Для этого необходимо определить, какую технологическую линию надо добавить, с какой длительностью операции.

<u>Правило2</u>. Дополнительная линия оборудования устанавливается для той операции, которая «тормозит» процесс, т.е. является менее производительной.

Как видно из графика, таковой является вторая линия, поэтому дополнительное оборудование ставим на вторую линию. Тогда график для трех линий будет иметь следующий вид:

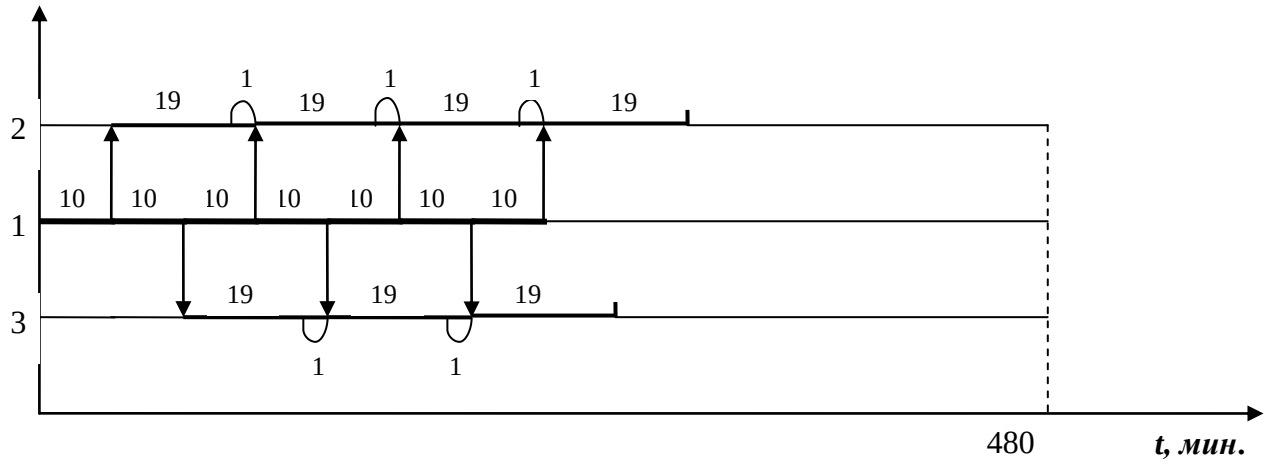

Рис. 2. График работы оборудования на трех технологических линиях

На первой линии будет делаться первая операция, через каждые 10 минут. На второй будет задержка в 10 минут, т.к. вторая операция невозможна, пока не пройдет первая. После этого машина на второй линии будет выполнять вторую операцию с ритмом 19 минут – работа и одна минута ожидания. На третьей линии также будет выполняться вторая операция, но задержка составит 20 минут – ровно столько времени понадобится первой машине, чтобы выполнить две первые операции. Ритм будет тот же, что и на второй линии – 19 минут работы и одна минута простоя.

Чтобы рассчитать объем выпуска за смену, предпочтительнее пользоваться первой линией, так как на ней нет одноминутных «пауз». Чтобы все операции были завершены, вплоть до последней операции, необходимо зарезервировать 19 минут на конец первой линии. Тогда уравнение примет следующий вид:

$$10x + 19 + \delta = 480,$$

$$x = \left[\frac{480 - 19}{10}\right] = 46 \text{ операций,}$$

$$V_{см} = x = 46 \text{ изделий.}$$

Коэффициент простоя для трех линий будет равен :

$$K_{пр} = \left(1 - \frac{(10+19)\cdot 46}{480\cdot 3}\right)\cdot 100\% = 7{,}36\%.$$

Таким образом, коэффициент простоя для трех линий меньше, чем коэффициент простоя для двух линий. Следовательно, производство изделия на трех линиях более выгодно.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Процесс производства изделия состоит из двух операций. Данные по продолжительности первой (t_1) и второй (t_2) операций даны в табл. 1. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования и рассчитать выпуск изделий за смену при условии минимального простоя оборудования. Рассмотреть варианты на двух и трех линиях.

Таблица 1

Исходные данные по вариантам для задачи 1

№ варианта	t_1	t_2	**№ варианта**	t_1	t_2
1	39	14	**16**	71	25
2	41	85	**17**	73	150
3	43	15	**18**	75	26
4	45	93	**19**	77	158
5	47	17	**20**	79	28
6	49	101	**21**	81	166
7	51	18	**22**	83	29
8	53	109	**23**	85	174
9	55	19	**24**	87	31
10	57	117	**25**	89	182
11	59	21	**26**	91	32
12	61	125	**27**	93	191
13	63	22	**28**	95	33
14	67	23	**29**	97	199
15	69	142	**30**	99	35

Задача 2

Процесс производства изделия состоит из двух последовательных операций. Данные по продолжительности первой (t_1) и второй (t_2) операций даны в табл. 2. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования, и рассчитать выпуск изделий за смену при условии минимального простоя оборудования. Рассмотреть варианты на двух и трех линиях.

Таблица 2

Исходные данные по вариантам для задачи 2

№ варианта	t_1	t_2	№ варианта	t_1	t_2
1	29	35	**16**	59	120
2	31	13	**17**	61	74
3	33	40	**18**	63	26
4	35	71	**19**	65	79
5	37	45	**20**	67	136
6	39	16	**21**	69	84
7	41	50	**22**	71	30
8	43	87	**23**	73	89
9	45	55	**24**	75	152
10	47	20	**25**	77	94
11	49	60	**26**	79	33
12	51	103	**27**	81	99
13	53	65	**28**	83	168
14	55	23	**29**	85	104
15	57	70	**30**	87	36

Задача 3

Процесс производства изделия состоит из двух последовательных операций. Данные по продолжительности первой (t_1)и второй (t_2)операций даны в табл. 3. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования, и рассчитать выпуск изделий за смену при условии минимального простоя оборудования. Рассмотреть варианты на двух и трех линиях.

Таблица 3

Исходные данные по вариантам для задачи 3

№ варианта	t_1	t_2	№ варианта	t_1	t_2
1	91	185	**16**	47	19
2	93	114	**17**	49	62
3	95	40	**18**	51	108
4	97	119	**19**	53	67
5	103	43	**20**	55	23
6	111	47	**21**	57	72
7	119	51	**22**	59	125
8	125	53	**23**	61	77
9	33	42	**24**	63	26
10	35	74	**25**	65	82
11	37	47	**26**	67	142
12	39	16	**27**	69	87
13	41	52	**28**	71	29
14	43	91	**29**	73	92
15	45	57	**30**	75	159

Задача 4

Процесс производства изделия состоит из двух последовательных операций. Данные по продолжительности первой (t_1) и второй (t_2) операций даны в табл. 4. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования, и рассчитать выпуск изделий за смену при условии минимального простоя оборудования. Рассмотреть варианты на двух и трех линиях.

Таблица 4

Исходные данные по вариантам для задачи 4

№ варианта	t_1	t_2	№ варианта	t_1	t_2
1	77	97	**16**	107	226
2	79	32	**17**	109	137
3	81	102	**18**	111	45
4	83	176	**19**	119	48
5	85	107	**20**	121	152
6	87	35	**21**	123	155
7	89	112	**22**	125	51
8	91	193	**23**	19	7
9	93	117	**24**	21	44
10	95	39	**25**	23	8
11	97	122	**26**	25	52
12	99	209	**27**	27	10
13	101	127	**28**	29	60
14	103	42	**29**	33	68
15	105	132	**30**	35	12

1.1.2. Задачи с двумя производственными операциями на четырех и более технологических линиях

Пример 2

Процесс производства изделия состоит из двух последовательных операций. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования, и рассчитать выпуск изделий за смену при условии минимального простоя оборудования. Продолжительность операций t_1= 2 мин., t_2=3 мин., число линий $N_л$=5.

Решение

В первую очередь покажем ритм работы оборудования на пяти технологических линиях. Следует обратить внимание на то, что если мы задержим начало выполнения операций на второй линии на одну минуту, то мы получим ритм работы без простоев, а, следовательно, наиболее выгодный вариант работы оборудования.

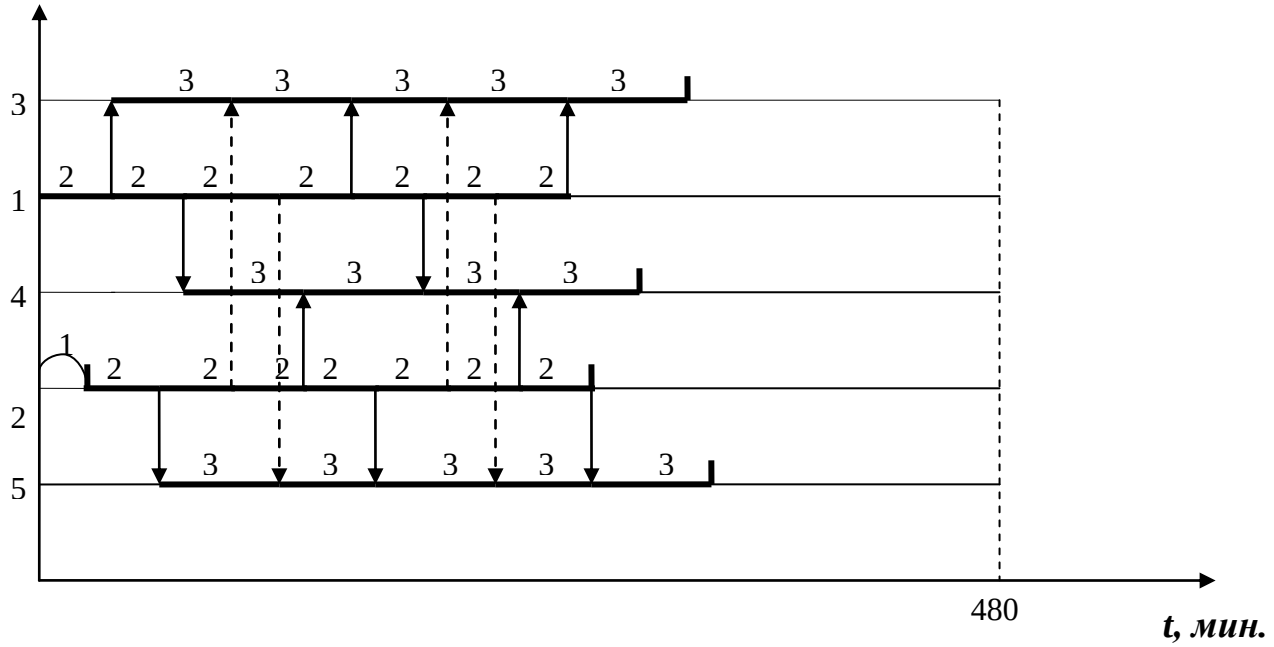

Рис. 3. Ритм работы оборудования на пяти технологических линиях

Как видно из графика, по всем технологическим линиям производство идет без простоев, следовательно, объем выпуска изделий можно считать по любой из технологических линий. Рассчитаем объем выпуска по обеим технологическим линиям:

– по первой и второй линиям:

$2x + 3 + \delta = 480$; $1 + 2y + 3 + \delta = 480$;

$x = \left[\frac{480-3}{2}\right] = 238$ операций; $y = \left[\frac{480-4}{2}\right] = 238$ операций.

$V_{см} = x + y = 238 + 238 = 476$ изделий;

– по третьей, четвертой и пятой линиям:

$2 + 3x + \delta = 480$; $4 + 3y + \delta = 480$; $3 + 3z + \delta = 480$;

$x = \left[\frac{480-2}{3}\right] = 159$; $y = \left[\frac{480-4}{3}\right] = 158$; $z = \left[\frac{480-3}{3}\right] = 159$;

$V_{см} = x + y + z = 159 + 158 + 159 = 476$ изделий.

Как видно из расчета, по обоим вариантам получается одинаковое количество изделий ($V_{см}$).

Коэффициент простоя будет равен:

$$K_{пр} = \left(1 - \frac{(2+3)\cdot 476}{480\cdot 5}\right)\cdot 100\% = 0{,}83\%.$$

Задача для самостоятельного решения

Задача 5

Процесс производства изделия состоит из двух последовательных операций. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования и рассчитать выпуск изделий за смену при условии минимального простоя оборудования. Данные по продолжительности первой (t_1), второй (t_2) операций и числу линий приведены в табл. 5.

Таблица 5

Исходные данные по вариантам для задачи 5

№ варианта	t_1	t_2	$N_л$
1	2	3	5
2	11	3	4
3	10	3	4
4	11	2	6
5	21	31	5
6	9	100	12
7	11	100	10

1.1.3. Задачи с большим числом операций на нескольких технологических линиях

Пример 3

Процесс производства изделия состоит из трех последовательных операций: t_1 = 6, t_2= 7, t_3= 13. Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов. Построить график работы оборудования, рассчитать выпуск изделий за смену и коэффициент простоя оборудования для четырех технологических линий.

Решение

1. График работы оборудования будет выглядеть следующим образом:

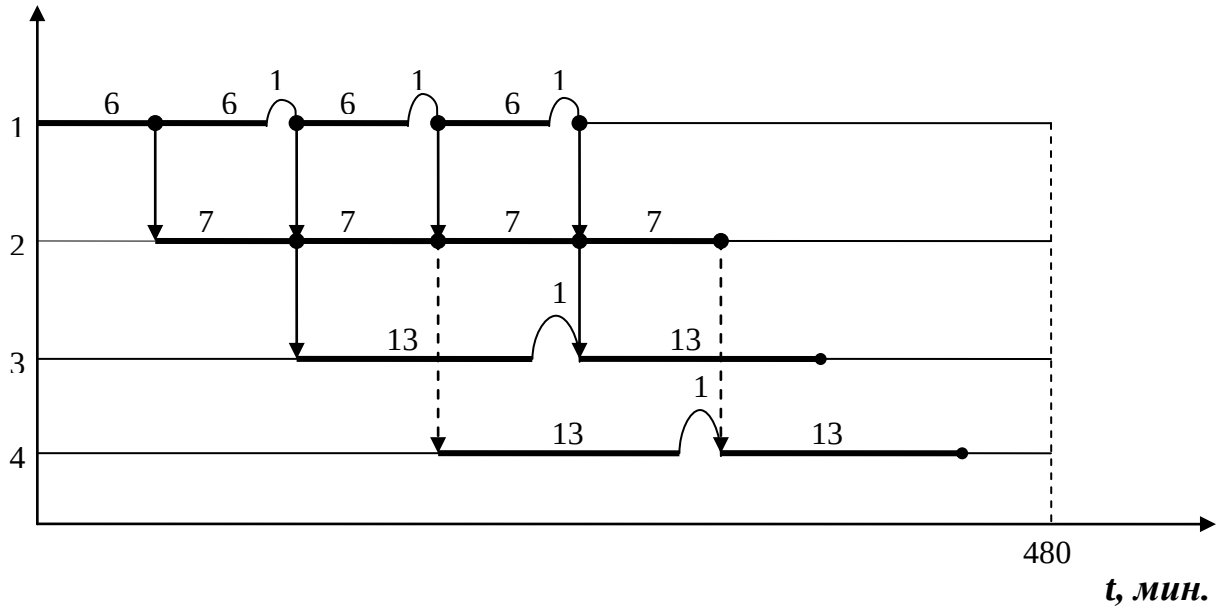

Рис. 4. Ритм работы оборудования на четырех технологических линиях

Как видно из графика, по второй линии производство идет без простоев, значит, уравнение будем составлять по этой линии:

$6 + 7x + 13 + \delta = 480$;

$x = \left[\dfrac{480 - 6 - 13}{7}\right] = 65$ операций;

$V_{см} = x = 65$ изделий.

Коэффициент простоя будет равен;

$$K_{пр} = \left(1 - \frac{(6 + 7 + 13) \cdot 65}{480 \cdot 4}\right) \cdot 100\% = 11{,}98\%.$$

Задачи для самостоятельного решения

Задача 6

Процесс производства изделия состоит из трех операций. Длительность операций t_1, t_2, t_3 приведена в табл. 6. Продолжительность смены $T_{см}$ = 8 часов. Построить график работы оборудования, рассчитать выпуск изделий за смену и коэффициент простоя оборудования для четырех технологических линий.

Таблица 6

Исходные данные по вариантам для задачи 6

№ варианта	t_1	t_2	t_3	№ варианта	t_1	t_2	t_3
1	10	9	17	**17**	15	14	31
2	11	10	20	**18**	16	15	33
3	11	10	22	**19**	17	16	35
4	13	12	24	**20**	18	17	37
5	14	13	26	**21**	21	50	23
6	14	13	28	**22**	44	20	18
7	15	14	30	**23**	21	25	48
8	17	16	33	**24**	14	33	17
9	18	17	36	**25**	35	18	19
10	20	19	38	**26**	13	15	32
11	9	8	19	**27**	30	74	34
12	10	9	21	**28**	68	31	28
13	11	10	23	**29**	28	34	65
14	12	11	25	**30**	19	44	23
15	13	12	27	**31**	51	26	28
16	14	13	29	**32**	23	26	56

Задача 7

Процесс производства изделия состоит из трех последовательных операций. Длительность операций t_1, t_2, t_3 приведена в табл. 7. Продолжительность смены $T_{см}$ = 8 часов. Построить график, рассчитать выпуск изделий за смену и коэффициент простоя оборудования.

Таблица 7

Исходные данные по вариантам для задачи 7

№ варианта	t_1	t_2	t_3	$N_л$
1	6	7	15	4
2	6	7	13	4
3	5	7	10	4
4	8	7	13	4
5	8	6	11	4
6	8	10	12	4
7	18	17	40	4
8	17	15	40	4
9	17	18	40	4
10	19	15	40	4
11	15	17	40	4
12	18	13	40	4
13	6	5	10	4
14	6	7	10	5

15	5	7	10	5
16	10	21	23	5
17	10	24	22	5
18	10	17	19	5
19	9	17	20	5
20	6	7	20	5
21	19	29	60	9
22	21	31	60	9
23	19	31	60	9
24	20	30	60	11
25	21	31	60	11
26	18	30	60	11
27	20	31	60	11
28	21	29	60	11
29	2	3	6	11
30	2	3	5	11

1.1.4. Логистические задачи, связанные с расчетом экономических показателей

Для выполнения экономических расчетов во внутрипроизводственной логистике используются следующие формулы.

Себестоимость одного изделия (*S*) рассчитывается по формуле:

$$S = C_м + \frac{(C_р + C_{пр}) \cdot (t_1 + t_2)}{60} + \frac{T_{см} \cdot N_л \cdot C_{пр}}{V_{см}}, \qquad (4)$$

где $C_м$ – расходы материалов на одно изделие, руб.;

$C_р$ – расходы на один час работы, руб.;

$C_{пр}$ – расходы на один час простоя, руб.;

t_1 – длительность первой операции, мин.;

t_2 – длительность второй операции, мин.;

$T_{см}$ – продолжительность смены, час;

$N_л$ – число линий;

$V_{см}$ – выпуск изделий за смену.

Формула (4) используется, если число операций равно двум. В общем случае для n операций длительности всех операций суммируются, себестоимость одного изделия (*S*) рассчитывается по формуле 5:

$$S = C_м + \frac{(C_р + C_{пр}) \cdot \sum t_i}{60} + \frac{T_{см} \cdot N_л \cdot C_{пр}}{V_{см}}, \quad (5)$$

где t_i – длительность i -й операции, мин. Остальные показатели учитываются в формуле аналогично. Прибыль (P), приходящаяся на одну смену, рассчитывается по формуле 6:

$$P = (d - S) \cdot V_{см}, \quad (6)$$

где $V_{см}$ – выпуск изделий за смену;

d – цена изделия, руб.;

S – себестоимость изделия, руб.

Примечание. Налоги при расчете себестоимости и прибыли либо не учитываются, либо считаются включенными в удельные экономические показатели.

Задача 8

Известны данные по производству определенного изделия:

1) расходы материалов на одно изделие $C_м$ = 1000 руб.;
2) расходы за один час работы $C_р$ = 800 руб.;
3) расходы за один час простоя $C_{пр}$ = 700 руб.;
4) длительность первой операции t_1 = 31 мин.;
5) длительность второй операции t_2 = 19 мин.
6) цена изделия d=3000 руб.

Количество рабочих дней в году ($Д_р$) принять равным 250 дням.

Рассчитать объем выпуска на двух и трех линиях. Определить себестоимость изделия и годовую прибыль. На сколько процентов изменится себестоимость при вводе дополнительной линии?

Задача 9

Производство включает две технологические операции: длительность первой операции t_1 = 10 мин, длительность второй операции t_2 = 19 мин. На каждую операцию используется одна машина.

Поступило предложение закупить еще одну машину стоимостью 4650 тыс. руб. Известны следующие данные:

- цена изделия – 3000 руб.;
- расходы материалов на одно изделие $C_м$ = 1000 руб.;
- расходы за один час работы $C_р$ = 800 руб.;
- расходы за один час простоя $C_{пр}$ = 700 руб.

Требуется рассчитать ритм работы и определить себестоимость, доходы, прибыль, приходящиеся на одну смену.

Задача 10

Производство включает две технологические операции:
длительность первой операции $t_1 =$ 12 мин;
длительность второй операции $t_2 =$ 17 мин.

Количество рабочих дней в году ($Д_р$) принять равным 250 дням.

Поступило предложение по рационализации технологии.

Длительность первой операции уменьшилась и стала t_1 = 9мин.

Известны следующие данные, необходимые для расчета:

1) цена изделия — 3000 руб.;
2) расходы материалов на одно изделие $C_м$ = 1000 руб.;
3) расходы за 1 час работы $C_р$ = 800 руб.;
4) расходы за 1 час простоя $C_{пр}$ = 700 руб.

Какова экономия от этого предложения?

1.2. Задачи максимизации объема выпуска продукции за счет оптимального распределения трудовых ресурсов

Распределение ресурсов производственных процессов для определения максимального объема выпуска продукции является одной из важных задач производственной логистики.

При решении задач этого раздела необходимо учитывать следующие условия:

– производство состоит из участков, на которых можно производить различные операции. В нашем случае на каждом участке производится одна операция. Каждый участок требует свои производственные ресурсы: материалы, оборудование, людские силы;

– операции на производственных участках рассматриваются как независимые друг от друга, поэтому они могут производиться *параллельно*, а не *последовательно*;

– тип производства выбран с таким расчетом, что на каждом участке делается только один тип комплектующего изделия, и объем операций на всех участках должен быть равным. То есть спецификация сложного изделия имеет применяемость каждого комплектующего, равную 1. В этом случае нет излишних запасов комплектующих;

– работники считаются универсальными. Они могут выполнять любые операции, но каждый работник прикрепляется к каждому участку на всю смену.

Рассмотрим алгоритм решения задач этого типа на примере.

Пример 4

Сборочное производство имеет три участка. Длительность операций по участкам равна: t_1=17 минут;

t_2=31 минут;

t_3=97 минут.

Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов.

Численность персонала N = 70 человек.

Распределить численность персонала по участкам так, чтобы объем выпуска продукции был максимальным.

Решение

1. Находим суммарную длительность всех операций (t_c):

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + \ldots + t_i = \sum t_i \,, \qquad (7)$$

t_c =17+31+97= 145 мин.

2. Определяем выработку одного работника за смену (υ_i):

$$\upsilon_i = \left[\frac{T_{см}}{t_i} \right], \qquad (8)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, мин.,

t_i – длительность операции на *i*-м участке.

$$\upsilon_1 = \left[\frac{480}{17} \right] = 28$$

$$\upsilon_2 = \left[\frac{480}{31} \right] = 15$$

$$\upsilon_3 = \left[\frac{480}{97} \right] = 4$$

3. Определяем первый вариант распределения численности персонала по формулам:

$$N_i = \left[\frac{t_i * N}{t_c} \right] , \qquad (9)$$

$$N_1 = \left[\frac{17 \cdot 70}{145} \right] = 8,$$

$$N_2 = \left[\frac{31 \cdot 70}{145} \right] = 14.$$

Для того чтобы не нарушился баланс, на последнем участке численность персонала находим по формуле, исходя из остаточного принципа

$$N_i = N - \sum_{i=1}^{n-1} N_i , \qquad (10)$$

$$N_3 = 70 - (8 + 14) = 48.$$

4. Определяем объем операций на каждом участке:

$$V_i = \upsilon_i \cdot N_i , \qquad (11)$$

$$V_1 = 28 \cdot 8 = 224;$$

$$V_2 = 15 \cdot 14 = 210;$$

$$V_3 = 4 \cdot 48 = 192.$$

5. Определяем объем выпуска продукции ($V_{\min}$):

$$V_{\min} = \min\{V_i\}. \qquad (12)$$

$$V_{\min} = 192.$$

Объем выпуска продукции ограничивается минимальным объемом операций на участках.

6. Определяем избыток численности на участках (ΔN_i):

$$\Delta N_i = \left[\frac{V_i - V_{\min}}{\upsilon_i} \right], \qquad (13)$$

$$\Delta N_1 = \left[\frac{224 - 192}{28} \right] = 1,$$

$$\Delta N_2 = \left[\frac{210 - 192}{15} \right] = 1,$$

$$\Delta N_3 = \left[\frac{192 - 192}{4} \right] = 0.$$

7. Необходимо сделать перераспределение численности персонала на участках. Для этого уменьшается численность на участке с максимальным

объемом операций, то есть с максимальным избытком численности, и увеличивается численность персонала на участках с минимальным объемом операций. Это позволит увеличить минимальный объем операций, следовательно, увеличить объем выпускаемой продукции. Новая численность персонала будет равна:

$$N_{1i} = N_i + \Delta N_i . \qquad (14)$$

8. После перераспределения численности продолжаем решение задачи итеративно, переходя на п.4.

Для удобства все решение задачи можно оформить в виде табл. 8.

Таблица 8

№ уч.	Время операции, T_i, мин.	Выработка за смену, υ_i	Численность на участках, N_i	Объем операций на участке, V_i	Избыток числ. на участке, ΔN_i	Новая числ., N_{1i}	Новый объем операций, V_{1i}
1	17	28	8	224	1	7	196
2	31	15	14	210	1	14	210
3	97	4	48	192	0	49	196
$\sum$	t_c **=145**		***N*=70**	**min =192**			**196**

Для продолжения решения задачи при необходимости можно расширять таблицу, добавляя столбцы, идентичные ст. 4, 5, 6, до получения конечного результата. В данном случае новый избыток численности будет равен нулю на всех участках.

Обычно критерием решения задачи служит равенство нулю «избытка численности» на всех участках. В некоторых случаях критерий решения усложняется. Это вариант так называемых «бегающих» единиц. Возможен «избыток численности», равный 1, который при расчетах циклически переходит от одного участка к другому. Но при этом максимальный объем выпуска продукции остается постоянным, и полученный результат не улучшается.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 11

Сборочное производство имеет три участка. Длительность операций по участкам равна: t_1, t_2, t_3.

Продолжительность смены $T_{см}$= 8 часов.

Численность персонала – *N* человек.

Распределить численность персонала по участкам так, чтобы объем выпуска продукции был максимальным.

Данные по вариантам для параметров t_1, t_2, t_3 и N приведены в табл. 9.

Таблица 9

Исходные данные по вариантам для задачи 11

№ варианта	t_1	t_2	t_3	N
1	13	17	19	72
2	11	13	19	68
3	13	17	19	72
4	13	17	97	79
5	13	19	53	71
6	13	53	47	61
7	11	31	47	59
8	17	31	97	70
9	17	47	53	77
10	19	29	37	62
11	19	31	37	53
12	15	31	73	94
13	23	31	73	75
14	29	31	73	62
15	31	37	73	53
16	37	41	73	54
17	37	43	73	45
18	37	43	59	48
19	41	43	59	58
20	41	53	59	47
21	53	59	61	59
22	51	59	67	45
23	29	59	67	59
24	31	59	67	66
25	53	59	67	66
26	59	61	67	43
27	59	61	71	60
28	59	61	79	67
29	61	73	79	65
30	61	73	83	61

Задача 12

Сборочное производство имеет пять участков. Длительность операций по участкам равна t_1, t_2, t_3, t_4, t_5.

Продолжительность смены $T_{см}$ = 8 часов.

Численность персонала – N человек.

Распределить численность персонала по участкам так, чтобы объем выпуска продукции был максимальным.

Данные t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 и N приведены в табл. 10.

Таблица 10

Исходные данные по вариантам для задачи 12

№ варианта	t_1	t_2	T_3	t_4	t_5	N
1	41	13	23	77	59	117
2	39	13	23	77	49	118
3	40	11	38	75	49	161
4	7	11	38	75	53	227
5	17	11	38	66	53	161
6	19	23	38	66	13	68
7	9	23	38	87	13	89
8	9	13	57	71	16	99
9	14	43	8	51	19	86
10	11	41	17	51	44	76
11	11	13	15	17	45	221
12	43	12	14	16	18	221
13	16	44	13	15	17	220
14	15	17	45	14	16	199
15	7	10	12	14	40	221
16	37	8	11	13	15	221
17	12	38	9	12	14	203
18	11	13	39	10	13	203
19	10	12	14	40	11	201
20	8	11	13	15	41	199
21	38	9	12	14	16	221
22	13	39	10	13	15	199
23	12	14	40	11	14	221
24	11	13	15	41	12	221
25	9	12	14	16	42	201
26	39	10	13	15	17	221
27	14	40	11	14	16	204
28	13	15	41	12	15	204
29	7	10	12	14	45	221
30	43	8	11	13	15	204

Задача 13

Сборочное производство имеет десять участков. Длительность операций по участкам равна t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}. Продолжительность смены $T_{см} = 8$ часов. Численность персонала – *N* человек.

Распределить численность персонала по участкам так, чтобы объем выпуска продукции был максимальным.

Данные приведены в табл. 11.

Таблица 11

Исходные данные по вариантам для задачи 13

№ варианта	t_1	t_2	t_3	t_4	T_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	N
1	11	3	17	19	21	16	14	13	7	10	287
2	15	30	11	45	19	20	4	10	12	17	259
3	15	30	11	45	8	20	23	10	12	17	300
4	15	5	11	45	19	7	23	10	12	17	301
5	12	5	17	45	15	19	23	10	12	22	307
6	15	9	11	25	19	20	23	10	8	17	203
7	67	45	33	23	6	9	15	64	55	43	113
8	57	35	23	33	13	7	25	54	45	61	193
9	17	35	23	33	11	18	25	24	6	30	129
10	14	43	8	51	33	25	7	15	60	17	133
11	15	30	11	8	19	20	23	10	12	17	199
12	17	35	23	33	16	20	25	10	45	30	185
13	7	8	9	10	11	13	15	16	17	18	127
14	3	29	27	26	25	23	22	21	19	18	515
15	1	2	3	7	9	12	25	35	45	15	1117
16	1	3	2	5	9	7	15	19	17	8	90
17	17	35	23	33	16	20	25	10	30	19	222
18	7	8	9	10	11	13	15	20	17	18	247
19	3	29	27	26	25	23	22	21	19	18	216
20	1	3	2	7	9	12	25	35	45	15	217
21	1	3	2	5	9	7	15	19	17	8	120
22	17	33	23	33	16	20	24	10	31	19	222
23	30	8	9	10	11	13	15	7	17	18	247
24	19	30	27	26	25	23	22	21	3	18	216
25	1	3	2	7	9	13	25	34	47	15	419
26	1	3	2	5	9	7	15	19	17	8	300
27	17	30	20	33	15	20	25	10	31	19	225
28	30	7	10	9	11	13	15	6	17	20	250
29	3	30	31	26	25	29	22	20	19	18	218
30	1	2	3	7	9	13	25	30	50	15	429

Задача 14

Сборочное производство имеет десять участков. Длительность операций по участкам равна: $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}$. Продолжительность смены $T_{см} = 8$ часов. Численность персонала – N человек. Распределить численность персонала по участкам так, чтобы объем выпуска продукции был максимальным.

Данные $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}$ и N приведены в таблице 12.

Таблица 12

Исходные данные по вариантам для задачи 14

№ варианта	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	N
1	3	2	1	5	10	7	15	20	17	8	306
2	11	3	19	20	21	16	14	13	7	10	294
3	3	3	7	7	3	3	3	7	3	7	32
4	67	45	33	23	79	88	15	64	55	43	110
5	57	35	23	33	69	78	25	54	45	60	193
6	17	35	23	33	19	18	25	24	45	30	83
7	17	35	23	33	16	20	25	10	45	30	185
8	7	8	9	10	11	13	15	16	17	18	127
9	3	29	27	26	25	23	22	21	19	18	515
10	1	3	2	7	9	12	25	35	45	15	1117
11	1	3	2	5	9	7	15	19	17	8	90
12	17	30	20	33	15	20	25	10	31	19	223
13	30	7	10	9	11	13	15	6	17	20	248
14	3	30	31	26	25	29	22	20	19	18	216
15	1	2	3	7	9	13	25	30	50	15	422
16	3	2	1	5	10	7	15	20	17	8	304
17	11	3	19	20	21	16	14	13	7	10	289
18	15	31	11	44	18	20	4	10	13	17	259
19	15	29	11	45	9	19	23	10	13	17	300
20	14	5	11	44	19	7	24	10	13	17	301
21	12	5	17	43	15	19	23	10	12	22	306
22	13	9	11	25	19	21	23	10	17	7	208
23	66	45	33	23	6	10	16	60	50	43	114
24	58	36	23	33	13	7	25	54	44	61	191
25	17	60	23	33	11	18	25	24	6	30	123
26	17	40	7	50	31	33	7	13	60	19	134
27	15	3	11	8	19	60	23	10	12	17	199
28	17	33	23	33	16	20	24	10	31	19	222
29	30	8	9	10	11	13	15	7	17	18	247
30	3	29	27	26	25	23	22	21	19	18	216

Задача 15

Сборочное производство имеет десять участков. Длительность операций по участкам равна: $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}$. Продолжительность смены $T_{см} = 8$ часов. Численность персонала – N человек. Распределить численность персонала по участкам так, чтобы объем выпуска продукции был максимальным. В этой задаче ответы, как правило, получаются в виде «бегающих единиц». Данные $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}$ и N приведены в табл. 13.

Таблица 13

№ варианта	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	N
1	12	7	8	5	4	3	12	91	31	10	686
2	2	5	12	7	4	11	13	44	10	66	603
3	12	7	8	5	4	3	12	91	31	10	690
4	2	5	8	7	4	11	13	34	33	67	403
5	2	5	8	7	4	11	13	89	33	10	776
6	2	5	8	7	4	6	13	88	31	10	996
7	2	5	8	7	4	6	13	87	31	10	303
8	2	7	8	5	4	6	12	87	31	10	436
9	4	3	5	7	2	11	13	88	10	12	823
10	4	6	5	7	2	11	13	78	10	12	713
11	2	6	5	7	4	11	14	67	10	12	619
12	5	3	9	7	2	11	13	20	10	47	497
13	12	3	4	7	2	11	13	22	10	55	557
14	11	3	4	7	2	12	13	22	9	61	500
15	11	3	4	7	2	12	13	14	10	61	311
16	2	7	8	11	35	8	13	9	10	11	397
17	3	7	8	11	5	8	13	9	10	11	666
18	4	6	5	7	2	11	13	88	10	12	803
19	4	6	5	7	2	11	13	78	10	12	704
21	4	6	5	7	3	11	13	81	10	12	557
22	2	6	5	7	4	11	13	67	10	12	608
23	9	11	36	8	10	15	43	5	7	12	202
24	2	5	4	7	11	12	25	34	41	14	156
25	2	5	4	3	11	12	13	14	10	43	997
26	2	3	4	5	10	11	13	14	45	12	1006
27	2	5	4	7	11	12	13	15	10	60	888
28	11	3	4	7	2	12	13	14	10	61	221
29	11	3	4	7	2	12	13	22	10	61	398
30	12	3	4	7	2	11	13	22	10	55	665

1.3. Задачи на определение «узкого места» в производственной логистической системе

Тип внутрипроизводственной логистической системы (ВПЛС), ориентированной на определение и устранение «узкого» места в производстве, возник в 1980-х годах, как конкурентный ответ на широкое распространение японских систем тянущего типа. Важное значение в создании нового типа ВПЛС сыграла теория ограничений Э.Голдратта. При определении «узкого места» находятся ресурсы, имеющие критическое значение. Использование определенного объема критических ресурсов необходимо для устранения «узкого места» и достижения нового уровня пропускной способности системы.

Пример 6

Дана производственная система, которая имеет структуру, состоящую из трех параллельных технологических линий и сборочной линии. Первые три параллельные линии сходятся в сборочную линию, которая нумеруется под номером 4. Каждая из четырех линий включает три участка. Производство использует два ресурса – оборудование и персонал. Ресурсы распределены по участкам и не являются взаимозаменяемыми. В табл. 14 приводится количество ресурсов, используемых на каждом участке.

Таблица 14

Исходные данные

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производительность		
1	оборудование	22	39	51	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	24	15	16			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	203	330	30	28	27
	персонал	161	120	112			

Работа каждого участка зависит от определенного минимального нормативного значения ресурсов, количества единиц оборудования и минимальной численности персонала. Эти нормативные сведения даны в табл. 15. Для каждой такой производственной единицы, «комплекса», есть своя «производительность», которая указывается в табл. 14. Таким образом, любой участок может наращивать свою производительность дискретно, увеличивая число комплексов. Комплекс – это рабочее место, обеспечивающее требуемую производительность при наличии соответствующего минимального количества ресурсов.

Увеличение количества ресурсов без соблюдения пропорций не обеспечивает эффективный рост производительности участка в целом. «Производительность» в табл. 14 тоже носит нормативный характер и относится к комплексу, а не к участку.

Таблица 15

Нормативные сведения

N линии	Наименование ресурса	Нормативное количество ресурса		
1	оборудование	11	13	17
	персонал	5	3	4
2	оборудование	12	8	6
	персонал	6	5	4
3	оборудование	11	17	7
	персонал	7	3	3
4	оборудование	31	29	33
	персонал	23	13	14

Необходимо определить наиболее «узкое место» производственной системы, то есть технологическую линию и участок, который определяет пропускную способность системы в целом.

Кроме того, необходимо определить дефицит критического ресурса, т.е. количество ресурса, которое необходимо добавить, чтобы повысить пропускную способность системы до следующего уровня.

Решение

Для определения пропускной способности системы требуется сначала рассчитать пропускную способность каждого участка с учетом ресурсов по формуле:

$$P = [F / f] \bullet v,$$

где P – пропускная способность участка;

F – исходное количество ресурсов на участке (табл. 14);

f – норма ресурса на данном участке (табл. 15);

v – производительность комплекса (табл. 14).

Квадратные скобки указывают, что надо вычислять целое число комплексов, отбрасывая дробную часть, получаемую после деления. Не надо путать определение целого числа с операцией округления. Это разные операции. Их результат может не совпадать.

Так, для первого участка первой линии количество оборудования (F) равно 22, норма для оборудования (f) равна 11. Следовательно, число комплексов равно двум. Поскольку производительность комплекса (v) составляет 100, то

пропускная способность (P) для этого участка равна 200. Но этот результат относится только к оборудованию.

Для первого участка первой линии пропускная способность по персоналу будет равна 300, поскольку исходная численность персонала 16 человек, разделенная на норму в 5 человек даст 3 комплекса. И отсюда при производительности комплекса в 100 единиц мы будем иметь пропускную способность первого участка по персоналу – 300.

Эти результаты мы заносим в табл. 16. Ясно, что пропускная способность первого участка первой линии будет минимумом с учетом ограничений по двум ресурсам, оборудованию и персоналу, то есть 200.

Аналогичным образом рассчитываются все значения пропускной способности по участкам всех технологических линий, включая сборную линию с номером 4.

Результаты заносятся в таблицу 16.

Таблица 16

Расчет пропускной способности системы

N линии	Наименование ресурса	Пропускная способность участков			Пропускная способность линий
1	оборудование	200	270	246	200
	персонал	300	540	656	
2	оборудование	330	390	300	195
	персонал	220	195	200	
3	оборудование	216	196	216	196
	персонал	264	252	324	
4	оборудование	270	196	270	196
	персонал	210	252	216	
Пропускная способность системы					195

Минимальная величина из всех пропускных способностей участков соответствует пропускной способности каждой отдельной технологической линии.

Пропускная способность системы в общем случае рассчитывается исходя из спецификации изделия, получаемого на сборке. В нашем случае взят упрощенный вариант, каждая линия производит одну деталь, т.е. применяемость равна единице. При таком условии пропускная способность системы будет равна минимальному значению из значений пропускных способностей всех линий – 195.

Из результатов в табл. 16 следует, что узким местом является участок 2 второй технологической линии. Критический ресурс – численность персонала на этом участке. Остается определить недостающую численность.

Следующим уровнем пропускной способности будет 196. Но чтобы к нему перейти надо устранить первое узкое место. При численности 15 чел. (F) и норме (f) в 5 чел. получаем частное от деления нацело – 3 комплекса. Требуется добавить еще один комплекс. Для четырех комплексов численность будет равна произведению 4 на норму в 5 чел., т.е. 20 чел. Дефицит ресурса численности – это разность нормативного значения (20 чел.) и исходного значения (15 чел.). Он равен 5.

Ответ: узкое место – участок 2 второй технологической линии. Дефицит численности персонала – 5 человек.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 16

Решить аналогичную задачу, используя таблицу 15 и исходные данные таблиц 17–47.

Необходимо определить «узкое место» производственной системы и дефицит критического ресурса.

Номер варианта – 1

Таблица 17

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производительность		
1	оборудование	22	39	51	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	24	15	16			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	203	330	30	28	27
	персонал	161	120	111			

Номер варианта – 2

Таблица 18

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производительность		
1	оборудование	50	43	52	100	90	82
	персонал	42	38	47			
2	оборудование	110	71	70	55	65	50
	персонал	71	66	85			
3	оборудование	120	150	88	24	28	18
	персонал	81	52	41			
4	оборудование	308	299	305	30	28	27
	персонал	213	187	190			

Номер варианта – 3

Таблица 19

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	25	30	45	100	90	82
	персонал	42	38	47			
2	оборудование	110	92	70	55	65	50
	персонал	71	66	85			
3	оборудование	120	150	88	24	28	18
	персонал	81	52	41			
4	оборудование	308	299	305	30	28	27
	персонал	213	187	190			

Номер варианта – 4

Таблица 20

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производитель-ность		
1	оборудование	50	43	52	100	90	82
	персонал	42	38	47			
2	оборудование	110	71	70	55	65	50
	персонал	71	17	85			
3	оборудование	120	150	88	24	28	18
	персонал	81	52	41			
4	оборудование	308	299	305	30	28	27
	персонал	213	187	190			

Номер варианта – 5

Таблица 21

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производитель-ность		
1	оборудование	50	43	52	100	90	82
	персонал	42	38	47			
2	оборудование	110	71	70	55	65	50
	персонал	71	22	85			
3	оборудование	120	150	88	24	28	18
	персонал	81	52	41			
4	оборудование	308	299	264	30	28	27
	персонал	213	187	190			

Номер варианта – 6

Таблица 22

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	27	24	19			
3	оборудование	124	176	89	24	28	18
	персонал	64	25	39			
4	оборудование	287	235	299	30	28	27
	персонал	169	120	132			

Номер варианта – 7

Таблица 23

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	43	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	31	55	65	50
	персонал	34	22	38			
3	оборудование	123	172	98	24	28	18
	персонал	81	52	43			
4	оборудование	308	299	333	30	28	27
	персонал	213	200	190			

Номер варианта – 8

Таблица 24

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	43	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	31	55	65	50
	персонал	34	22	38			
3	оборудование	123	172	98	24	28	18
	персонал	81	52	43			
4	оборудование	308	299	333	30	28	27
	персонал	213	200	190			

Номер варианта – 9

Таблица 25

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	43	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	22	38			
3	оборудование	123	172	98	24	28	18
	персонал	81	52	43			
4	оборудование	308	299	333	30	28	27
	персонал	213	200	190			

Номер варианта – 10

Таблица 26

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	43	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	22	38			
3	оборудование	123	172	105	24	28	18
	персонал	81	52	45			
4	оборудование	308	299	333	30	28	27
	персонал	213	200	190			

Номер варианта – 11

Таблица 27

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	43	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	123	172	105	24	28	18
	персонал	81	52	45			
4	оборудование	308	299	333	30	28	27
	персонал	213	200	190			

Номер варианта – 12

Таблица 28

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	22	37	51	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	24	15	16			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	203	330	30	28	27
	персонал	161	120	111			

Номер варианта – 13

Таблица 28

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	43	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	112	24	28	18
	персонал	84	52	48			
4	оборудование	310	299	363	30	28	27
	персонал	230	200	190			

Номер варианта – 14

Таблица 30

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	105	24	28	18
	персонал	84	52	48			
4	оборудование	310	299	363	30	28	27
	персонал	230	200	190			

Номер варианта – 15

Таблица 31

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	112	24	28	18
	персонал	84	52	45			
4	оборудование	310	299	363	30	28	27
	персонал	230	200	190			

Номер варианта – 16

Таблица 32

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	112	24	28	18
	персонал	84	52	48			
4	оборудование	310	299	323	30	28	27
	персонал	230	200	190			

Номер варианта – 17

Таблица 33

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	112	24	28	18
	персонал	84	52	48			
4	оборудование	310	299	323	30	28	27
	персонал	230	200	190			

Номер варианта – 18

Таблица 34

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	112	24	28	18
	персонал	84	52	48			
4	оборудование	310	299	363	30	28	27
	персонал	213	200	190			

Таблица 35

Номер варианта – 19

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	88	71	36	55	65	50
	персонал	34	25	38			
3	оборудование	132	172	112	24	28	18
	персонал	84	52	48			
4	оборудование	310	299	363	30	28	27
	персонал	230	200	190			

Номер варианта – 20

Таблица 36

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	27	24	21			
3	оборудование	124	176	89	24	28	18
	персонал	64	25	39			
4	оборудование	287	235	299	30	28	27
	персонал	169	120	132			

Номер варианта – 21

Таблица 37

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	27	24	21			
3	оборудование	124	176	89	24	28	18
	персонал	64	25	39			
4	оборудование	287	235	299	30	28	27
	персонал	184	120	132			

Номер варианта – 22

Таблица 38

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	27	24	21			
3	оборудование	124	176	93	24	28	18
	персонал	78	25	39			
4	оборудование	287	235	299	30	28	27
	персонал	184	120	132			

Номер варианта - 23

Таблица 39

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	30	24	21			
3	оборудование	124	176	93	24	28	18
	персонал	78	25	39			
4	оборудование	287	235	299	30	28	27
	персонал	184	120	132			

Номер варианта – 24

Таблица 40

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производительность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	30	24	21			
3	оборудование	124	176	93	24	28	18
	персонал	78	27	39			
4	оборудование	287	261	299	30	28	27
	персонал	184	120	132			

Номер варианта – 25

Таблица 41

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производительность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	30	24	21			
3	оборудование	124	176	98	24	28	18
	персонал	78	27	42			
4	оборудование	287	261	299	30	28	27
	персонал	184	120	132			

Номер варианта – 26

Таблица 42

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	32	55	65	50
	персонал	30	24	21			
3	оборудование	124	176	98	24	28	18
	персонал	78	27	42			
4	оборудование	287	261	299	30	28	27
	персонал	207	120	132			

Номер варианта – 27

Таблица 43

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	37	52	69	100	90	82
	персонал	22	21	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	30	24	25			
3	оборудование	124	176	98	24	28	18
	персонал	78	27	42			
4	оборудование	287	261	330	30	28	27
	персонал	207	120	140			

Таблица 44

Номер варианта – 28

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	22	37	50	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	22	15	15			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	174	330	30	28	27
	персонал	161	120	111			

Номер варианта – 29

Таблица 45

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	22	37	50	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	22	15	16			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	174	330	30	28	27
	персонал	161	120	111			

Номер варианта – 30

Таблица 46

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производи-тельность		
1	оборудование	22	37	51	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	22	15	16			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	174	330	30	28	27
	персонал	161	120	111			

Номер варианта – 31

Таблица 47

N линии	Наименование ресурса	Количество ресурсов			Производительность		
1	оборудование	22	37	51	100	90	82
	персонал	16	18	33			
2	оборудование	77	55	37	55	65	50
	персонал	24	15	16			
3	оборудование	109	119	90	24	28	18
	персонал	78	27	56			
4	оборудование	287	174	330	30	28	27
	персонал	161	120	111			

3. Задачи по транспортной и складской логистике

Одной из важных задач транспортной и складской логистик является определение вместимости транспортных средств и складов, а также оптимальное размещение груза на них. В результате решения задач по этим разделам логистики мы должны определить максимальное число единиц товара, размещаемого в данном транспортном средстве или на складе. При формировании грузов по направлениям отправки можно комплектовать сборные грузы. Для этого необходимо решать задачи комплектации грузов.

3.1. Задачи по определению оптимальной вместимости транспортных средств и складов

Пример 7

Имеется товар со следующими параметрами: x=7 ед., y=11 ед., z=17 ед. Контейнер имеет следующие размеры: A=44 ед., B=57 ед., C=90 ед. Найти максимальное количество товара, размещаемого в данном контейнере.

Решение

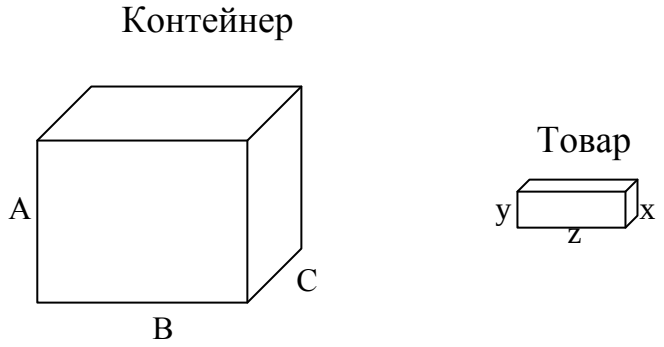

Рис. 5. Параметры контейнера и товара

Для решения данной задачи в первую очередь составляется матрица рядов, то есть определяется число рядов груза, которое поместится в контейнер при различных вариантах расположения сторон товара относительно его сторон. Таким образом, если укладывать товар стороной z вдоль стороны B контейнера (рис. 6), то получится $[57 \div 17] = 3$ ряда и какой-то остаток, в который невозможно уложить еще один ряд. Этот остаток будет равен $57 - (17 \cdot 3) = 6$ ед.

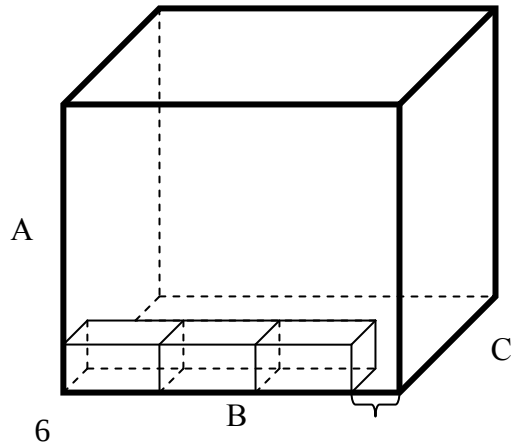

Рис. 6. Заполнение контейнера по одному из вариантов (сторона z вдоль стороны B)

Аналогично рассчитывается количество рядов, получаемое при различных вариантах укладки товара относительно контейнера и

соответствующие остатки. Результаты сводятся в матрицу «рядов» и матрицу «остатков» (рис. 7).

Матрица «рядов»

	x=7	**y=11**	**z=17**
A=44	6	4	2
B=57	8	5	3
C=90	12	8	5

Матрица «остатков»

	x=7	**y=11**	**z=17**
A=44	2	0	**10**
B=57	1	2	6
C=90	6	2	5

Рис. 7. Матрица «рядов» и матрица «остатков»

После составления матрицы «рядов» определяются варианты пространственного заполнения контейнера. В общем случае их может быть всего шесть:

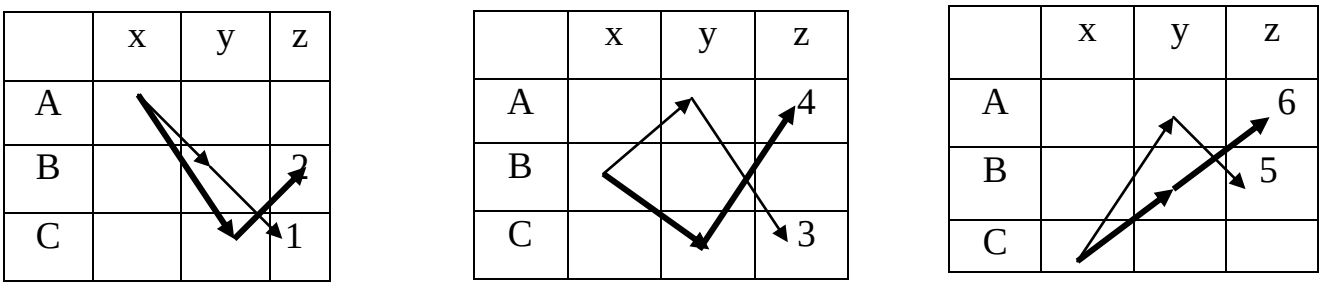

Рис.8. Варианты заполнения пространства

Далее определяется количество товара, которое поместится в контейнере при каждом варианте заполнения (табл. 48).

Таблица 48

№	**Вариант заполнения**	**Расчет**	**Результат**	**Дополнительные единицы товара**	**Конечный результат**
1.	$Ax \bullet By \bullet Cz$	$6 \bullet 5 \bullet 5$	150		150
2.	$Ax \bullet Cy \bullet Bz$	$6 \bullet 8 \bullet 3$	144		144
3.	$Bx \bullet Ay \bullet Cz$	$8 \bullet 4 \bullet 5$	160		160
4.	$Bx \bullet Cy \bullet Az$	$8 \bullet 8 \bullet 2$	128	+25	153
5.	$Cx \bullet Ay \bullet Bz$	$12 \bullet 4 \bullet 3$	144		144
6.	$Cx \bullet By \bullet Az$	$12 \bullet 5 \bullet 2$	120	+25	145
		max	**160**		**160**

Как видно из таблицы, третий вариант заполнения контейнера наиболее выгодный, так как при этом варианте в контейнер поместится максимальное число единиц товара, равное 160. Однако прежде чем сказать, что это и есть окончательный ответ, вернемся к матрице «остатков». Если среди остатков нет

таких, которые были бы больше одной из сторон товара, то полученный ответ является окончательным. В случае же, если величина остатка больше какой-либо стороны товара, необходимо рассмотреть варианты заполнения свободной части контейнера.

Для этого определяем сторону контейнера, на которой остаток превысил одну из сторон товара (в нашем случае это сторона A=44 при укладке вдоль нее товара стороной z=17, остаток при этом равен 10). Далее мы мысленно отсекаем часть пространства, ограниченную остатком и другими сторонами контейнера (рис. 9.), и строим матрицу «рядов» для этого пространства. Аналогично определяется максимально возможное число товара, которое можно разместить в этом пространстве (табл. 48). Как видно из табл. 49, в этом пространстве мы дополнительно можем разместить 25 единиц товара.

Полученный результат, т.е. 25 единиц, прибавляется к ранее полученным вариантам ***только по тем путям, на которых образовался остаток***, больший одной из сторон товара (в нашем примере это $Bx \bullet Cy \bullet Az$ и $Cx \bullet By \bullet Az$).

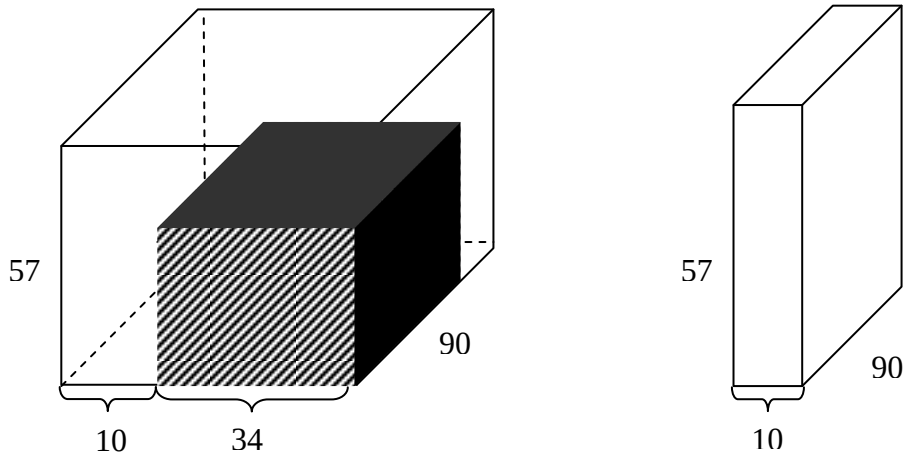

Рис. 9. Определение свободной части контейнера, которую необходимо заполнить

Таким образом, с учетом дополнительных единиц товара, максимальный результат не изменился и равен 160 ед.

Матрица «рядов»

	x=7	y=11	z=17
A=10	1	0	0
B=57	8	5	3
C=90	12	8	5

Таблица 49

№	Вариант заполнения	Расчет	Результат
1.	$Ax \bullet By \bullet Cz$	$1 \bullet 5 \bullet 5$	25
2.	$Ax \bullet Cy \bullet Bz$	$1 \bullet 8 \bullet 3$	24
3.	$Bx \bullet Ay \bullet Cz$	$8 \bullet 0 \bullet 5$	0
4.	$Bx \bullet Cy \bullet Az$	$8 \bullet 8 \bullet 0$	0
5.	$Cx \bullet Ay \bullet Bz$	$12 \bullet 0 \bullet 3$	0
6.	$Cx \bullet By \bullet Az$	$12 \bullet 5 \bullet 0$	0
		max	25

Задачи для самостоятельного решения

Задача 17

Имеется товар со следующими размерами *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 50. Описание алгоритма приведено в примере 6.

Таблица 50

Исходные данные по вариантам для задачи 17

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	85	105	168	5	7	9
2	85	107	168	5	7	9
3	85	113	168	5	7	9
4	85	115	168	5	7	9
5	85	122	168	5	7	9
6	85	133	168	5	7	9
7	85	140	168	5	7	9
8	85	142	168	5	7	9
9	85	149	168	5	7	9
10	85	151	168	5	7	9
11	85	158	168	5	7	9
12	85	161	168	5	7	9
13	100	122	150	5	7	9
14	100	133	150	5	7	9
15	100	140	150	5	7	9
16	100	142	150	5	7	9
17	100	149	150	5	7	9
18	94	122	150	5	7	9
19	94	133	150	5	7	9
20	94	140	150	5	7	9
21	94	142	150	5	7	9
22	94	149	150	5	7	9

23	94	122	161	5	7	9
24	94	133	161	5	7	9
25	94	140	161	5	7	9
26	94	142	161	5	7	9
27	94	149	161	5	7	9
28	94	95	168	5	7	9
29	94	98	168	5	7	9
30	94	105	168	5	7	9
31	94	107	168	5	7	9
32	94	113	168	5	7	9

Задача 18

Имеется товар со следующими размерами: *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 51. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 51

Исходные данные по вариантам для задачи 18

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	234	436	500	11	13	17
2	234	438	500	11	13	17
3	234	455	500	11	13	17
4	234	470	500	11	13	17
5	234	472	500	11	13	17
6	234	473	500	11	13	17
7	234	487	500	11	13	17
8	234	489	500	11	13	17
9	221	300	504	11	13	17
10	221	317	504	11	13	17
11	221	319	504	11	13	17
12	221	334	504	11	13	17
13	221	338	504	11	13	17
14	221	351	504	11	13	17
15	221	352	504	11	13	17
16	234	302	500	11	13	17
17	234	317	500	11	13	17
18	234	319	500	11	13	17
19	234	334	500	11	13	17
20	234	338	500	11	13	17
21	234	351	500	11	13	17
22	234	352	500	11	13	17
23	234	353	500	11	13	17
24	234	368	500	11	13	17

25	234	370	500	11	13	17
26	225	303	507	11	13	17
27	221	368	504	11	13	17
28	221	370	504	11	13	17
29	225	303	659	11	13	17
30	225	303	660	11	13	17
31	225	303	676	11	13	17
32	225	303	640	11	13	17

Задача 19

Имеется товар со следующими размерами *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в таблице 52. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 52

Исходные данные по вариантам для задачи 19

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	1950	2310	2515	50	81	97
2	1950	2310	2515	51	81	86
3	1950	2310	2515	51	81	89
4	1950	2310	2515	52	81	89
5	1950	2310	2515	53	81	89
6	1950	2310	2515	50	81	97
7	2330	2350	5867	97	100	160
8	2330	2350	5867	97	100	157
9	2330	2350	5867	98	101	158
10	2330	2350	5867	97	99	157
11	2330	2350	5867	96	100	124
12	2330	2350	5867	96	100	125
13	2330	2350	5867	96	100	139
14	2330	2350	5867	96	100	157
15	2330	2350	5867	96	100	158
16	2330	2350	5867	96	100	160
17	2330	2350	5867	96	100	170
18	2330	2350	5867	96	100	173
19	2330	2350	5867	96	100	180
20	2330	2350	5867	98	100	160
21	454	479	600	13	17	23
22	459	479	600	13	17	23
23	476	479	600	13	17	23
24	340	412	600	13	17	19
25	357	412	600	13	17	19

26	374	412	600	13	17	19
27	377	412	600	13	17	19
28	378	412	600	13	17	19
29	393	412	600	13	17	19
30	397	412	600	13	17	19

Задача 20

Имеется товар со следующими размерами: *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 53. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 53

Исходные данные по вариантам для задачи 20

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	11988	40	50	60
2	2330	2350	11988	42	53	63
3	2330	2350	11988	44	56	66
4	2330	2350	11988	48	62	72
5	2330	2350	11988	52	68	78
6	2330	2350	11988	58	77	87
7	2330	2350	11988	62	83	93
8	2330	2350	11988	64	86	96
9	2330	2350	11988	66	89	99
10	2330	2350	11988	68	92	102
11	2330	2350	11988	70	95	105
12	2330	2350	11988	74	101	111
13	2330	2350	11988	76	104	114
14	2330	2350	11988	80	110	120
15	2330	2350	11988	84	116	126
16	2330	2350	11988	88	122	132
17	2330	2350	11988	92	128	138
18	2330	2350	11988	96	134	144
19	2330	2350	11988	98	137	147
20	2330	2350	11988	102	143	153
21	2330	2350	11988	106	149	159
22	2330	2350	11988	108	152	162
23	2330	2350	11988	110	155	165
24	2330	2350	11988	114	161	171
25	2330	2350	11988	116	164	174
26	2330	2350	11988	122	173	183
27	2330	2350	11988	124	176	186

28	2330	2350	11988	126	179	189
29	2330	2350	11988	128	182	192
30	2330	2350	11988	136	194	204
31	2330	2350	11988	140	200	210
32	2330	2350	11988	142	203	213

Задача 21

Имеется товар со следующими размерами *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 54. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 54

Исходные данные по вариантам для задачи 21

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	11988	100	115	120
2	2330	2350	11988	103	118	126
3	2330	2350	11988	100	115	130
4	2330	2350	11988	101	116	132
5	2330	2350	11988	102	117	134
6	2330	2350	11988	103	118	136
7	2330	2350	11988	104	119	138
8	2330	2350	11988	100	115	146
9	2330	2350	11988	101	116	148
10	2330	2350	11988	104	119	154
11	2330	2350	11988	100	115	154
12	2330	2350	11988	101	116	156
13	2330	2350	11988	100	115	165
14	2330	2350	11988	101	116	167
15	2330	2350	11988	100	115	177
16	2330	2350	11988	101	116	179
17	2330	2350	11988	104	119	185
18	2330	2350	11988	100	115	186
19	2330	2350	11988	101	116	188
20	2330	2350	11988	102	117	190
21	2330	2350	11988	103	118	192
22	2330	2350	11988	104	119	194
23	2330	2350	11988	105	125	133
24	2330	2350	11988	106	126	135
25	2330	2350	11988	108	128	139
26	2330	2350	11988	109	129	141
27	2330	2350	11988	105	125	142

28	2330	2350	11988	107	127	146
29	2330	2350	11988	108	128	148
30	2330	2350	11988	109	129	150
31	2330	2350	11988	105	125	154
32	2330	2350	11988	106	126	156

Задача 22

Имеется товар со следующими размерами: *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 55. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 55

Исходные данные по вариантам для задачи 22

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	11988	100	120	135
2	2330	2350	11988	100	120	143
3	2330	2350	11988	100	122	160
4	2330	2350	5867	96	100	173
5	2330	2350	11988	100	120	165
6	2330	2350	5867	96	100	180
7	2330	2350	5867	98	100	160
8	2330	2350	11988	100	122	147
9	2330	2350	11988	100	122	150
10	2330	2350	11988	100	122	159
11	2330	2350	11988	100	121	180
12	2330	2350	11988	102	122	159
13	2330	2350	11988	102	122	160
14	2330	2350	11988	102	122	167
15	2330	2350	11988	102	122	168
16	2330	2350	11988	102	122	170
17	2330	2350	11988	102	122	172
18	2330	2350	11988	102	122	183
19	2330	2350	11988	100	122	147
20	2330	2350	11988	100	122	150
21	2330	2350	5867	97	99	157
22	2330	2350	5867	96	100	124
23	2330	2350	5867	96	100	125
24	2330	2350	5867	96	100	139
25	2330	2350	5867	96	100	157
26	2330	2350	5867	96	100	158
27	2330	2350	5867	96	100	160
28	2330	2350	5867	96	100	170
29	2330	2350	11988	102	122	180
30	2330	2350	11988	102	122	181

Задача 23

Имеется товар со следующими размерами: *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 56. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 56

Исходные данные по вариантам для задачи 23

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	11988	105	120	150
2	2330	2350	11988	106	121	152
3	2330	2350	11988	107	122	154
4	2330	2350	11988	117	132	174
5	2330	2350	11988	120	135	180
6	2330	2350	11988	121	136	182
7	2330	2350	11988	122	137	184
8	2330	2350	11988	127	142	194
9	2330	2350	11988	128	143	196
10	2330	2350	11988	129	144	198
11	2330	2350	11988	130	145	200
12	2330	2350	11988	131	146	202
13	2330	2350	11988	135	150	210
14	2330	2350	11988	136	151	212
15	2330	2350	11988	137	152	214
16	2330	2350	11988	138	153	216
17	2330	2350	11988	139	154	218
18	2330	2350	11988	140	155	220
19	2330	2350	11988	141	156	222
20	2330	2350	11988	142	157	224
21	2330	2350	11988	145	160	230
22	2330	2350	11988	146	161	232
23	2330	2350	11988	147	162	234
24	2330	2350	11988	148	163	236
25	2330	2350	11988	149	164	238
26	2330	2350	11988	154	169	248
27	2330	2350	11988	155	170	250
28	2330	2350	11988	158	173	256
29	2330	2350	11988	160	175	260
30	2330	2350	11988	161	176	262
31	2330	2350	11988	162	177	264
32	2330	2350	11988	163	178	266

Задача 24

Имеется товар со следующими размерами: *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 57. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 57

Исходные данные по вариантам для задачи 24

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	5867	100	120	161
2	2330	2350	5867	101	120	151
3	2330	2350	5867	102	120	152
4	2330	2350	5867	103	120	153
5	2330	2350	5867	105	120	155
6	2330	2350	5867	106	120	162
7	2330	2350	5867	107	120	164
8	2330	2350	5867	108	120	158
9	2330	2350	5867	109	120	159
10	2330	2350	5867	106	126	150
11	2330	2350	5867	109	129	150
12	2330	2350	5867	110	129	151
13	2330	2350	5867	111	129	152
14	2330	2350	5867	112	129	153
15	2330	2350	5867	114	129	155
16	2330	2350	5867	115	129	156
17	2330	2350	5867	117	129	158
18	2330	2350	5867	117	129	159
19	2330	2350	5867	117	129	163
20	2330	2350	5867	117	129	164
21	2330	2350	5867	117	129	165
22	2330	2350	5867	127	140	160
23	2330	2350	5867	128	140	161
24	2330	2350	5867	129	140	162
25	2330	2350	5867	131	140	164
26	2330	2350	5867	132	140	165
27	2330	2350	5867	133	140	166
28	2330	2350	5867	134	140	167
29	2330	2350	5867	135	140	168
30	2330	2350	5867	161	166	194
31	2330	2350	5867	162	167	195

Задача 25

Имеется товар со следующими размерами *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 58. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 58

Исходные данные по вариантам для задачи 25

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	5867	100	125	153
2	2330	2350	5867	105	125	155
3	2330	2350	5867	107	127	157
4	2330	2350	5867	108	128	158
5	2330	2350	5867	109	129	159
6	2330	2350	5867	117	130	167
7	2330	2350	5867	131	130	181
8	2330	2350	5867	132	130	182
9	2330	2350	5867	133	130	183
10	2330	2350	5867	134	130	184
11	2330	2350	5867	135	151	183
12	2330	2350	5867	134	151	184
13	2330	2350	5867	148	130	198
14	2330	2350	5867	131	149	198
15	2330	2350	5867	132	150	198
16	2330	2350	5867	133	151	198
17	2330	2350	5867	134	152	198
18	2330	2350	5867	152	170	216
19	2330	2350	5867	149	167	213
20	2330	2350	5867	154	172	218
21	2330	2350	5867	171	189	235
22	2330	2350	5867	174	192	238
23	2330	2350	5867	175	193	239
24	2330	2350	5867	178	196	242
25	2330	2350	5867	195	213	259
26	2330	2350	5867	198	216	262
27	2330	2350	5867	199	217	263
28	2330	2350	5867	200	218	264
29	2330	2350	5867	201	219	265
30	2330	2350	5867	202	220	266
31	2330	2350	5867	203	221	267
32	2330	2350	5867	204	222	268

Задача 26

Имеется товар со следующими размерами *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 59. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 59

Исходные данные по вариантам для задачи 26

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	5867	144	162	301
2	2330	2350	5867	131	253	302
3	2330	2350	5867	199	217	263
4	2330	2350	5867	200	218	264
5	2330	2350	5867	202	220	266
6	2330	2350	5867	203	221	267
7	2330	2350	5867	150	249	342
8	2330	2350	5867	151	250	343
9	2330	2350	5867	152	251	344
10	2330	2350	5867	153	252	345
11	2330	2350	5867	152	277	326
12	2330	2350	5867	153	278	327
13	2330	2350	5867	155	280	329
14	2330	2350	5867	156	281	330
15	2330	2350	5867	157	282	331
16	2330	2350	5867	158	283	332
17	2330	2350	5867	148	263	383
18	2330	2350	5867	200	250	299
19	2330	2350	5867	149	264	384
20	2330	2350	5867	157	256	376
21	2330	2350	5867	201	251	300
22	2330	2350	5867	150	265	385
23	2330	2350	5867	158	257	377
24	2330	2350	5867	202	252	301
25	2330	2350	5867	151	266	386
26	2330	2350	5867	159	258	378
27	2330	2350	5867	159	274	367
28	2330	2350	5867	160	275	368
29	2330	2350	5867	163	262	382
30	2330	2350	5867	161	276	369

Задача 27

Имеется товар со следующими размерами: *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 60. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 60

Исходные данные по вариантам для задачи 27

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	11988	144	206	216
2	2330	2350	11988	146	209	219
3	2330	2350	11988	148	212	222
4	2330	2350	11988	150	215	225
5	2330	2350	11988	152	218	228
6	2330	2350	11988	154	221	231
7	2330	2350	11988	156	224	234
8	2330	2350	11988	160	230	240
9	2330	2350	11988	162	233	243
10	2330	2350	11988	166	239	249
11	2330	2350	11988	168	242	252
12	2330	2350	11988	170	245	255
13	2330	2350	11988	176	254	264
14	2330	2350	11988	178	257	267
15	2330	2350	11988	184	266	276
16	2330	2350	11988	191	266	276
17	2330	2350	11988	203	284	294
18	2330	2350	11988	207	290	300
19	2330	2350	11988	211	296	306
20	2330	2350	11988	215	302	312
21	2330	2350	11988	219	308	318
22	2330	2350	11988	225	317	327
23	2330	2350	11988	235	332	342
24	2330	2350	11988	245	347	357
25	2330	2350	11988	249	353	363
26	2330	2350	11988	251	356	366
27	2330	2350	11988	257	365	375
28	2330	2350	11988	259	368	378
29	2330	2350	11988	265	377	387
30	2330	2350	11988	267	380	390
31	2330	2350	11988	269	383	393
32	2330	2350	11988	271	386	396

Задача 28

Имеется товар со следующими размерами *x, y, z*. Необходимо найти максимальное количество этого товара, которое можно разместить в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 61. Описание алгоритма приведено в примере 7.

Таблица 61

Исходные данные по вариантам для задачи 28

№ вар.	A	B	C	*x*	*y*	*z*
1	2330	2350	5867	150	177	231
2	2330	2350	5867	151	178	232
3	2330	2350	5867	153	180	234
4	2330	2350	5867	156	183	237
5	2330	2350	5867	158	185	239
6	2330	2350	5867	159	186	240
7	2330	2350	5867	160	187	241
8	2330	2350	5867	163	190	244
9	2330	2350	5867	164	191	245
10	2330	2350	5867	166	193	247
11	2330	2350	5867	167	194	248
12	2330	2350	5867	168	195	249
13	2330	2350	5867	169	196	250
14	2330	2350	5867	172	199	253
15	2330	2350	5867	176	203	257
16	2330	2350	5867	177	204	258
17	2330	2350	5867	180	207	261
18	2330	2350	5867	181	208	262
19	2330	2350	5867	184	211	265
20	2330	2350	5867	190	217	271
21	2330	2350	5867	191	218	272
22	2330	2350	5867	192	219	273
23	2330	2350	5867	196	223	277
24	2330	2350	5867	203	230	284
25	2330	2350	5867	209	236	290
26	2330	2350	5867	210	237	291
27	2330	2350	5867	211	238	292
28	2330	2350	5867	212	239	293
29	2330	2350	5867	213	240	294
30	2330	2350	5867	214	241	295
31	2330	2350	5867	219	246	300
32	2330	2350	5867	220	247	301

Задача 29

Имеется товар со следующими параметрами *x=3, y=4, z=5*. Необходимо разместить максимальное количество этого товара в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 62.

Таблица 62

Исходные данные по вариантам для задачи 29

N варианта	A	B	C
1	274	369	969
2	289	384	984
3	294	389	989
4	204	304	909
5	209	309	914
6	224	324	929
7	229	329	934
8	244	344	949
9	249	349	954
10	264	364	969
11	284	384	989
12	289	389	994
13	209	309	904
14	214	314	909
15	229	329	924
16	234	334	929
17	249	349	944
18	254	354	949
19	269	369	964
20	274	374	969
21	289	389	984
22	294	394	989
23	209	304	909
24	214	309	914
25	229	324	929
26	234	329	934
27	249	344	949
28	254	349	954
29	269	364	969
30	274	369	974
31	289	384	989
32	294	389	994

Задача 30

Имеется товар со следующими параметрами: *x=11, y=13, z=17*. Необходимо разместить максимальное количество этого товара в контейнере с размерами A, B, C. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 63.

Таблица 63

Исходные данные по вариантам для задачи 30

N варианта	A	B	C
1	209	312	701
2	214	311	617
3	212	319	715
4	234	330	720
5	210	325	701
6	206	331	715
7	221	341	730
8	225	317	741
9	240	315	745
10	220	315	737
11	238	323	748
12	232	341	715
13	238	440	748
14	186	292	728
15	238	323	740
16	209	311	701
17	201	301	501
18	234	404	500
19	234	407	500
20	234	419	500
21	234	421	500
22	225	303	521
23	225	303	538
24	225	303	539
25	225	303	555
26	225	303	559
27	225	303	572
28	225	303	589
29	225	303	691
30	225	303	693

Задача 31

Имеется товар со следующими параметрами: *x=7, y=11, z=13.* Необходимо разместить максимальное количество этого товара в контейнере с размерами А, В, С. Исходные данные по параметрам товаров представлены по вариантам в табл. 63.

Таблица 64

Исходные данные по вариантам для задачи 31

№ варианта	***A***	***B***	***C***
1	93	146	172
2	110	209	619
3	121	215	728
4	123	231	729
5	124	234	730
6	132	233	720
7	134	232	715
8	134	222	536
9	121	234	538
10	104	201	703
11	105	311	715
12	105	312	709
13	105	324	708
14	120	325	708
15	117	325	732
16	125	331	742
17	149	227	630
18	117	330	732
19	149	249	708
20	125	331	539
21	133	263	704
22	200	240	500
23	200	242	500
24	200	245	500
25	209	247	501
26	213	248	501
27	213	248	513
28	213	248	506
29	209	247	506
30	209	247	513
31	117	330	741
32	152	265	770

Задача 32

Имеется товар со следующими параметрами: *x=7, y=11, z=13.* Необходимо разместить максимальное количество этого товара в контейнере с размерами А, В, С. Исходные данные по параметрам товаров представлены по вариантам в табл. 65.

Таблица 65

Исходные данные по вариантам для задачи 32

№ варианта	***A***	***B***	***C***
1	231	323	411
2	233	366	464
3	234	367	467
4	235	368	470
5	236	369	473
6	247	327	435
7	263	355	507
8	264	356	510
9	237	329	429
10	234	326	420
11	238	330	432
12	253	345	477
13	260	352	498
14	242	334	444
15	247	339	459
16	251	343	471
17	250	342	468
18	242	322	420
19	243	323	423
20	265	357	513
21	245	325	429
22	251	331	447
23	260	340	474
24	253	333	453
25	254	334	456
26	256	336	462
27	267	347	495
28	264	344	486
29	265	345	489
30	263	343	483

Задача 33

Имеется товар со следующими параметрами: *x=7, y=11, z=13.* Необходимо разместить максимальное количество этого товара в контейнере с размерами А, В, С. Исходные данные по параметрам товаров представлены по вариантам в табл. 66.

Таблица 66

Исходные данные по вариантам для задачи 33

№ варианта	*A*	*B*	*C*
1	117	330	732
2	212	242	511
3	212	245	511
4	201	249	512
5	201	252	512
6	202	248	507
7	203	248	507
8	215	248	507
9	215	253	507
10	202	253	507
11	203	253	507
12	105	311	715
13	105	312	709
14	105	324	708
15	105	209	740
16	120	325	708
17	101	201	301
18	104	201	304
19	104	201	703
20	117	325	732
21	149	249	708
22	124	211	716
23	130	210	707
24	144	210	709
25	156	270	759
26	157	266	755
27	158	269	760
28	156	254	754
29	155	253	754
30	157	266	755
31	158	253	756
32	171	275	757

Задача 34

Имеется товар с параметрами: *x, y, z*. Необходимо разместить максимальное количество этого товара в 40-футовом контейнере с размерами A=2330, B=2350, C=5867. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 67.

Таблица 67

Исходные данные по вариантам для задачи 34

№ варианта	*x*	*y*	*z*
1	96	100	173
2	96	100	180
3	98	100	160
4	97	99	157
5	96	100	124
6	96	100	125
7	96	100	139
8	96	100	157
9	96	100	158
10	96	100	160
11	96	100	170
12	99	100	103
13	99	100	106
14	99	100	107
15	99	100	111
16	99	100	112
17	99	100	113
18	99	100	117
19	99	100	118
20	99	100	120
21	99	101	123
22	99	103	129
23	99	104	132
24	99	106	138
25	99	107	141
26	99	108	144
27	99	109	147
28	99	111	153
29	99	121	183
30	100	121	183

Задача 35

Имеется товар с параметрами: *x, y, z*. Необходимо разместить максимальное количество этого товара в 40-футовом контейнере с размерами A=2330, B=2350, C=11988. Исходные данные по вариантам представлены в табл. 68.

Таблица 68

Исходные данные по вариантам для задачи 35

№ варианта	*x*	*y*	*z*
1	100	120	135
2	100	120	143
3	100	122	160
4	100	122	150
5	100	120	165
6	102	122	180
7	102	122	181
8	100	122	147
9	100	122	159
10	100	121	180
11	102	122	159
12	102	122	160
13	102	122	167
14	102	122	168
15	102	122	170
16	102	122	172
17	102	122	183
18	100	110	122
19	100	109	122
20	100	108	120
21	100	108	131
22	100	108	132
23	100	108	139
24	100	108	140
25	100	108	147
26	120	131	144
27	120	147	190
28	118	124	190
29	121	130	146
30	124	133	138

3.2. Задачи по комплектации грузов

В логистических центрах одной из задач является комплектация сборных грузов по направлениям отправки. В случае небольших партий грузов это как всегда делается вручную. Но при большом объеме отправок операция по комплектации становится массовой. Есть потребность формирования документации для сборных грузов на компьютерах. Критерием эффективного комплектования грузов является коэффициент полезной загрузки. Рассмотрим пример.

Пример 8

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти габариты сборного груза. Исходные данные даны в табл. 69:

Таблица 69

Номер блока	Размеры блока		
I	27	17	32
II	27	13	18
III	7	13	14
IV	20	13	14

Решение

Выделим два блока, у которых совпадают два размера. Это III и IV блоки. Совпадают размеры 13 и 14. Эти блоки можно «свернуть» в общий блок, если суммировать отличающиеся размеры: 7 и 20.

7 + 20 = 27.

Общий блок будет иметь размеры: 27, 13, 14.

В обновленной конфигурации блоков можно выделить блоки с размерами:

27, 13, 18;

27, 13, 14 .

Два размера совпадают – 27 и 13. Суммируем отличающиеся размеры: 18 и 14.

18 + 14 = 32.

Новый блок будет иметь размеры: 27, 13, 32.

Теперь осталось два блока:

27, 17, 32;

27, 13, 32.

При совпадении двух размеров суммируем отличающиеся размеры: 17 и 13:

17 + 13 = 30.

Остается общий блок с размерами: 27, 30, 32. Это и есть сборный груз.

Ответ: габариты сборного груза равны – 27, 30, 32.

Пример 9

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$). Исходные данные приведены в табл. 70:

Таблица 70

Номер блока	Размеры блока		
I	27	17	32
II	27	13	18
III	7	13	14
IV	20	12	14

Решение

По сравнению с предыдущим примером эти задачи более сложные. В III и IV блоке первый и второй размеры отличаются незначительно – на единицу. А третий размер совпадает, и равен 14. Чтобы сделать «свертку» III и IV блоков необходимо добавить небольшое пустое пространство, имеющее тоже форму параллелепипеда.

Этот «пустой блок» должен иметь размеры: 20, 1, 14. Тогда пустое пространство можно присоединить к IV блоку с размерами: 20, 12, 14. Результатом этой свертки будет новый блок, имеющий размеры: 20, 13,14. Обратите внимание, что его размеры будут совпадать с IV блоком предыдущего примера. Следовательно, дальше задача будет решаться аналогично.

Выделим два блока, у которых совпадают два размера. Это III блок и IV блок вместе с пустым блоком. Теперь совпадают размеры 13 и 14. Эти блоки можно «свернуть» в общий блок, если суммировать отличающиеся размеры: 7 и 20.

7 + 20 = 27.

Общий блок будет иметь размеры: 27, 13, 14.

В обновленной конфигурации блоков можно выделить блоки с размерами:

27, 13, 18;

27, 13, 14 .

Два размера совпадают – 27 и 13. Суммируем отличающиеся размеры:18 и 14.

18 + 14 = 32.

Новый блок будет иметь размеры: 27, 13, 32.

Теперь осталось два блока:

27, 17, 32;

27, 13, 32.

При совпадении двух размеров суммируем отличающиеся размеры: 17 и 13:

17 + 13 = 30.

Остается общий блок с размерами: 27, 30, 32. Это и есть сборный груз.

Габариты сборного груза равны – 27, 30, 32. Объем сборного груза ($V_{ñá}$) будет равен произведению трех размеров – 25920. Объем пустого пространства ($V_{ïï}$) – произведению трех размеров «пустого блока» – 280.

Коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$) находится по формуле

$$k_{ïï} = (V_{ïï} / V_{ñá}) \bullet 100 \quad (17)$$

Ответ: размеры сборного груза – 27, 30, 32. $k_{ïï}$ = 1,08 %.

Задача 36

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$) по формуле:

$k_{ïï} = (V_{ïï} / V_{ñá}) \bullet 100$,

где $V_{ïï}$ – объем пустого пространства,

$V_{ñá}$ – объем сборного груза.

Таблица 71

Исходные данные задачи 36

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	10	20	30	9	20	40	10	30	70	10	19	50
2	20	40	9	30	70	10	19	49	16	20	30	10
3	70	10	30	50	16	19	30	12	19	40	9	20
4	12	19	50	14	20	30	9	21	40	10	30	69
5	20	30	10	20	40	9	30	70	10	19	49	15
6	12	20	51	15	23	31	10	21	41	9	31	71
7	20	30	17	20	40	9	30	69	12	19	50	10
8	40	9	25	70	10	30	50	15	19	30	11	20
9	10	30	70	10	19	50	10	20	30	9	20	39
10	20	51	14	21	31	12	23	41	10	31	71	11
11	9	20	40	10	30	70	10	19	50	10	20	29
12	30	70	9	19	50	14	19	30	10	22	40	12
13	50	10	19	30	10	20	39	9	25	70	10	30
14	11	21	31	10	21	41	11	31	71	11	20	50
15	20	40	9	30	69	10	19	49	10	20	30	10
16	20	30	10	20	39	9	29	70	10	19	50	10
17	40	11	20	68	9	30	50	15	19	30	10	20
18	10	30	70	10	19	50	10	20	30	9	19	40
19	9	30	70	10	19	50	10	20	30	9	20	39
20	20	51	11	21	31	12	19	41	10	31	71	16
21	30	51	31	41	39	30	41	50	30	41	2	31
22	9	20	40	17	30	70	10	19	49	10	20	30
23	29	70	10	19	50	10	20	30	10	20	40	9
24	22	30	12	20	40	9	30	69	15	19	50	16
25	40	9	20	68	10	30	50	10	19	30	11	20
26	13	31	71	11	20	51	11	25	31	10	21	41
27	19	50	10	20	30	10	18	39	9	30	70	10
28	30	10	20	40	9	20	70	10	31	50	10	19
29	9	20	40	10	30	71	10	19	50	19	20	30
30	40	9	20	70	10	29	50	10	19	30	10	20

Задача 37

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 72

Таблица 72

Исходные данные задачи 37

Вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	15	24	10	11	16	20	19	12	45	44	17	20
2	12	29	31	13	14	12	15	13	19	13	16	31
3	27	15	20	16	28	21	15	31	13	14	13	32
4	15	38	37	18	16	22	17	23	18	33	39	15
5	16	18	39	17	41	16	18	23	42	15	21	40
6	17	39	18	18	43	25	35	39	12	18	20	40
7	18	16	55	43	19	27	20	18	55	19	23	56
8	55	30	39	17	41	16	18	23	42	15	21	41
9	40	15	20	16	28	21	15	31	13	18	12	32
10	20	16	55	43	19	27	20	18	55	19	23	66
11	18	24	10	11	19	20	19	12	45	44	17	21
12	11	29	31	13	14	15	15	12	19	13	16	29
13	26	18	20	16	28	21	15	31	13	14	13	33
14	14	38	37	18	16	22	17	23	18	33	39	17
15	17	18	39	17	41	16	18	23	42	15	21	41
16	26	57	59	25	28	27	28	32	33	27	29	59
17	55	29	34	56	30	35	27	59	26	28	60	35
18	28	29	9	40	30	11	28	33	12	34	29	8
19	29	66	70	30	32	36	31	32	37	61	67	29
20	30	68	67	31	69	43	32	45	37	32	35	66
21	25	57	59	25	29	27	28	32	33	27	29	58
22	57	29	34	60	30	35	27	59	26	28	60	35
23	27	29	9	40	30	11	21	33	12	34	30	10
24	33	66	65	30	32	36	31	32	37	61	67	29
25	29	68	67	31	69	30	32	70	37	32	35	68
26	24	57	59	25	29	27	28	32	33	27	29	59
27	55	29	34	60	30	35	27	58	22	28	60	33
28	27	29	10	43	31	11	21	33	12	34	30	9
29	32	66	60	30	32	36	31	32	37	61	67	28
30	30	68	67	31	69	30	32	70	37	33	35	68

Задача 38

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 73.

Таблица 73

Исходные данные задачи 38

Вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	20	50	27	26	51	28	16	52	31	31	53	32
2	22	65	58	28	67	60	15	68	78	37	69	80
3	25	62	34	32	63	35	20	64	39	38	65	40
4	29	72	39	37	72	39	23	73	43	43	74	43
5	34	85	46	44	86	47	27	87	52	52	88	53
6	26	71	39	39	73	41	20	74	45	47	75	47
7	33	82	45	42	83	46	26	84	51	50	85	52
8	41	103	56	53	103	56	32	104	62	62	105	62
9	50	126	69	65	127	70	40	128	77	76	129	78
10	60	151	83	78	153	85	48	154	94	92	155	96
11	32	80	44	41	81	45	25	82	50	49	83	51
12	44	111	61	57	111	61	35	112	68	66	113	68
13	57	144	79	74	145	80	45	146	88	87	147	89
14	71	179	98	92	181	100	56	182	110	109	183	112
15	86	216	118	111	217	119	68	218	131	130	219	132
16	38	95	52	49	95	52	30	96	58	57	97	58
17	55	138	75	71	139	76	44	140	84	83	141	85
18	73	183	100	94	185	102	58	186	113	111	187	115
19	92	232	127	119	233	128	73	234	141	139	235	142
20	112	282	155	145	282	155	89	283	171	168	284	171
21	44	111	61	57	112	62	35	113	69	67	114	70
22	66	166	91	85	168	93	52	169	103	101	170	105
23	89	224	123	115	225	124	71	226	137	134	227	138
24	113	284	156	146	284	156	90	285	172	169	286	172
25	138	348	191	179	349	192	110	350	212	208	351	213
26	50	126	69	65	128	71	40	129	78	77	130	80
27	77	194	106	100	195	107	61	196	118	117	197	119
28	105	265	145	136	265	145	84	266	160	157	267	160
29	134	338	185	174	339	186	107	340	205	202	341	206
30	164	414	227	213	416	229	131	417	252	248	418	254

Задача 39

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 74.

Таблица 74

Исходные данные задачи 39

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	20	48	35	26	49	36	16	50	38	31	51	39
2	22	52	37	28	53	38	15	54	40	36	55	41
3	25	59	42	32	60	43	17	61	46	41	62	47
4	29	69	50	37	69	50	23	70	53	43	71	53
5	34	81	59	44	82	60	27	83	63	52	84	64
6	26	68	49	39	70	51	20	71	54	47	72	56
7	33	78	56	42	79	57	26	80	60	50	81	61
8	41	98	71	53	98	71	32	99	75	62	100	75
9	50	120	88	65	121	89	40	122	94	76	123	95
10	60	144	105	78	146	107	48	147	113	92	148	115
11	32	76	55	41	77	56	25	78	59	49	79	60
12	44	106	77	57	106	77	35	107	81	66	108	81
13	57	137	100	74	138	101	45	139	107	87	140	108
14	71	171	125	92	173	127	56	174	134	109	175	136
15	86	206	151	111	207	152	68	208	160	130	209	161
16	38	91	66	49	91	66	30	92	70	57	93	70
17	55	132	96	71	133	97	44	134	102	83	135	103
18	73	175	128	94	177	130	58	178	137	111	179	139
19	92	221	162	119	222	163	73	223	172	139	224	173
20	112	269	197	145	269	197	89	270	207	168	271	207
21	44	106	77	57	107	78	35	108	82	67	109	83
22	66	158	115	85	160	117	52	161	123	101	162	125
23	89	214	156	115	215	157	71	216	165	134	217	166
24	113	271	198	146	271	198	90	272	208	169	273	208
25	138	332	243	179	333	244	110	334	257	208	335	258
26	50	120	88	65	122	90	40	123	95	77	124	97
27	77	185	135	100	186	136	61	187	143	117	188	144
28	105	253	185	136	253	185	84	254	195	157	255	195
29	134	323	237	174	324	238	107	325	250	202	326	251
30	164	395	289	213	397	291	131	398	306	248	399	308

Задача 40

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 75.

Таблица 75

Исходные данные задачи 40

Вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	21	56	28	28	57	29	17	58	34	33	59	35
2	23	67	60	29	69	62	13	70	81	41	71	83
3	26	64	35	33	65	36	20	66	40	40	67	41
4	30	75	36	39	75	36	24	76	40	45	77	40
5	35	88	48	45	89	49	26	90	54	55	91	55
6	27	73	40	40	75	42	21	76	47	48	77	49
7	34	89	51	44	90	52	27	91	60	52	92	61
8	42	107	58	56	107	58	33	108	64	65	109	64
9	51	128	77	66	129	78	40	130	86	78	131	87
10	61	157	86	82	159	88	51	160	97	94	161	99
11	33	84	46	44	85	47	26	86	52	52	87	53
12	45	118	67	58	118	67	38	119	78	65	120	78
13	58	146	88	75	147	89	46	148	98	88	149	99
14	72	189	103	100	191	105	57	192	116	117	193	118
15	87	230	132	113	231	133	69	232	153	132	233	154
16	39	97	63	50	97	63	31	98	70	58	99	70
17	56	150	82	81	151	83	44	152	92	94	153	93
18	74	190	104	99	192	106	55	193	117	120	194	119
19	93	234	128	120	235	129	79	236	142	135	237	143
20	113	304	174	152	304	174	90	305	201	175	306	201
21	45	116	63	61	117	64	36	118	71	71	119	72
22	67	169	92	87	171	94	60	172	104	96	173	106
23	90	227	144	117	228	145	72	229	160	136	230	161
24	114	286	160	142	286	160	91	287	180	165	288	180
25	139	360	198	189	361	199	111	362	219	218	363	220
26	51	134	73	71	136	75	40	137	83	84	138	85
27	78	205	112	109	206	113	62	207	125	126	208	126
28	106	278	152	147	278	152	84	279	168	169	280	168
29	135	363	199	195	364	200	108	365	220	223	366	221
30	165	416	251	214	418	253	132	419	279	249	420	281

Задача 41

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 76.

Таблица 76

Исходные данные задачи 41

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	27	40	79	28	50	78	70	44	80	72	44	79
2	55	40	42	62	31	82	41	55	43	31	65	33
3	45	40	57	62	31	42	20	36	44	31	61	33
4	12	16	40	15	10	41	17	21	25	80	23	41
5	17	14	44	9	27	26	17	12	44	24	26	37
6	20	26	15	6	10	43	43	16	20	40	31	23
7	11	45	99	31	42	28	15	102	26	30	44	22
8	10	46	123	31	42	28	12	99	25	30	48	22
9	10	45	99	30	42	27	10	80	25	29	43	21
10	20	45	80	28	68	27	11	87	25	29	43	15
11	10	45	17	18	67	27	12	17	73	71	19	39
12	18	39	10	17	11	27	11	22	72	50	41	18
13	11	18	70	30	12	71	32	15	17	19	73	92
14	29	11	71	73	18	6	32	62	17	99	72	20
15	10	19	45	18	21	27	11	18	73	38	19	68
16	62	33	44	62	35	41	20	64	56	31	66	33
17	70	31	43	57	19	40	41	56	43	31	95	34
18	33	61	31	42	31	62	43	52	80	53	20	45
19	48	16	13	32	12	15	27	21	15	54	13	28
20	19	30	59	16	55	50	30	20	42	49	22	35
21	23	30	60	63	10	40	48	65	25	66	20	35
22	23	30	61	63	24	41	50	60	25	76	11	36
23	23	30	62	63	25	40	54	65	27	66	14	20
24	23	30	60	63	28	40	25	66	23	67	10	35
25	23	30	60	63	24	52	50	65	25	66	10	35
26	23	30	60	22	24	40	50	65	25	66	10	35
27	23	30	63	63	24	40	50	65	25	66	10	80
28	23	30	60	63	24	44	50	65	25	66	10	35
29	23	29	6	63	24	40	50	65	25	66	10	35
30	23	30	60	61	24	39	50	65	25	66	10	32

Задача 42

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 77.

Таблица 77

Исходные данные задачи 42

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	30	20	51	30	40	50	30	60	79	30	41	4
2	40	50	30	60	79	30	41	4	30	20	51	29
3	50	30	40	79	30	60	4	30	41	51	30	20
4	30	60	79	29	41	4	30	20	51	30	40	50
5	79	30	60	4	30	41	51	30	20	50	29	40
6	20	51	30	40	50	30	60	78	30	41	4	30
7	4	30	41	51	30	20	50	30	40	79	30	59
8	30	19	51	30	40	50	29	60	79	30	41	4
9	40	50	30	59	79	29	41	4	30	20	51	30
10	79	30	60	4	29	41	51	30	20	50	30	39
11	51	30	20	50	29	40	78	30	60	4	30	41
12	41	4	29	20	51	30	40	50	30	60	79	30
13	51	30	20	50	30	40	79	30	59	4	30	41
14	30	40	50	30	60	79	30	41	4	29	20	51
15	60	79	30	41	4	29	20	51	30	40	50	30
16	4	30	41	51	30	20	50	30	40	79	30	59
17	30	20	51	30	40	50	31	59	78	30	41	4
18	40	50	30	60	79	30	41	4	30	20	50	30
19	79	30	60	4	30	41	51	30	20	50	29	40
20	31	42	5	31	21	52	31	41	51	31	61	79
21	52	31	21	51	30	41	80	31	61	5	31	42
22	31	41	51	31	61	79	30	42	5	31	21	52
23	61	80	31	42	5	31	20	52	31	41	51	31
24	5	31	42	52	30	21	51	31	41	79	31	61
25	31	21	52	31	41	51	31	60	80	31	42	5
26	41	51	31	61	80	31	42	5	31	21	52	30
27	80	31	61	5	31	42	52	31	21	51	31	40
28	31	42	5	31	21	52	31	41	51	31	61	79
29	21	52	31	41	51	31	61	80	31	41	5	31
30	80	31	61	5	31	42	52	31	21	50	31	41

Задача 43

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 78.

Таблица 78

Исходные данные задачи 43

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	33	84	46	44	85	47	26	86	52	52	87	53
2	52	26	86	53	52	87	46	33	84	47	44	84
3	52	87	53	33	84	46	44	85	47	26	86	51
4	84	46	33	85	47	44	86	52	26	87	53	50
5	47	44	85	52	26	86	53	52	87	46	33	83
6	86	52	26	87	53	52	84	46	33	85	47	43
7	52	26	86	53	52	87	46	33	84	47	44	83
8	44	85	47	26	86	52	52	87	53	33	84	50
9	85	47	44	86	52	26	87	53	52	84	46	31
10	33	84	46	44	85	47	26	86	52	52	87	55
11	44	85	47	26	86	52	52	87	53	33	84	47
12	47	44	85	52	26	86	53	52	87	46	33	86
13	84	46	33	85	47	44	86	52	26	87	53	51
14	85	47	44	86	52	26	87	53	52	84	46	34
15	47	44	85	52	26	86	53	52	87	46	33	80
16	44	85	47	26	86	52	52	87	53	33	84	70
17	52	26	86	53	52	87	46	33	84	47	44	86
18	33	84	46	44	85	47	26	86	52	52	87	55
19	26	86	52	52	87	53	33	84	46	44	85	49
20	47	44	85	52	26	86	53	52	87	46	33	88
21	86	52	26	87	53	52	84	46	33	85	47	40
22	26	86	52	52	87	53	33	84	46	44	85	43
23	85	47	44	86	52	26	87	53	52	84	46	30
24	44	85	47	26	86	52	52	87	53	33	84	48
25	86	52	26	87	53	52	84	46	33	85	47	41
26	52	87	53	33	84	46	44	85	47	26	86	50
27	85	47	44	86	52	26	87	53	52	84	46	29
28	84	46	33	85	47	44	86	52	26	87	53	49
29	44	85	47	26	86	52	52	87	53	33	84	53
30	33	84	46	44	85	47	26	86	52	52	87	56

Задача 44

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 78.

Таблица 79

Исходные данные задачи 44

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	41	2	31	40	51	31	41	39	31	41	50	30
2	52	32	41	40	32	42	51	31	42	3	32	42
3	33	43	41	32	43	52	33	43	4	33	42	53
4	44	53	33	44	5	34	43	54	34	44	42	34
5	38	30	40	49	29	40	1	30	40	50	30	39
6	30	40	38	29	40	49	30	40	2	30	39	50
7	39	51	30	40	38	30	40	49	29	40	1	30
8	40	49	29	40	1	30	39	50	30	40	39	30
9	29	40	50	30	40	1	30	39	50	30	40	38
10	29	40	49	30	40	1	31	39	50	30	40	38
11	39	50	30	40	37	30	40	49	29	40	1	30
12	29	40	49	30	40	2	30	39	50	30	40	38
13	1	30	40	50	30	39	38	30	40	49	29	41
14	1	30	40	50	31	39	38	30	40	49	29	40
15	30	39	50	30	40	38	29	41	49	30	40	1
16	38	30	40	49	29	40	1	29	40	50	30	39
17	40	49	29	40	1	30	39	50	30	40	38	29
18	39	50	30	40	38	30	40	49	29	40	2	30
19	2	31	41	51	31	40	39	31	41	50	30	41
20	31	40	51	31	41	39	30	42	50	31	41	2
21	40	51	31	41	39	31	41	50	30	41	2	31
22	41	50	30	41	2	31	40	51	32	41	39	31
23	31	40	51	31	41	39	30	41	50	31	41	1
24	30	41	50	31	41	2	31	40	51	31	41	40
25	41	2	31	40	51	31	41	39	31	41	50	30
26	31	40	51	31	41	39	30	41	50	31	41	1
27	38	31	40	49	29	40	1	30	40	50	30	39
28	51	31	40	39	31	41	50	30	41	1	31	41
29	50	30	41	2	31	41	51	31	40	39	30	41
30	38	30	40	49	29	40	1	30	40	49	30	39

Задача 45

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства ($k_{ïï}$).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл.80 .

Таблица 80

Исходные данные задачи 45

№ вар.	Блок I			Блок II			Блок III			Блок IV		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	63	33	42	62	32	42	30	66	57	31	65	33
2	57	40	42	62	31	42	41	56	44	31	65	33
3	45	40	45	62	31	42	20	56	44	31	61	33
4	12	16	40	15	10	41	17	21	26	20	23	41
5	17	14	44	19	27	26	17	12	44	24	26	27
6	20	26	15	6	13	43	43	16	20	30	31	13
7	11	46	100	31	42	28	12	100	26	30	44	22
8	11	46	123	31	42	28	12	99	26	30	44	22
9	10	45	99	30	41	27	11	97	25	29	43	21
10	10	45	80	28	41	27	11	87	25	29	43	20
11	10	45	17	18	11	27	11	17	73	71	19	40
12	18	46	10	17	11	27	11	19	73	70	41	19
13	11	18	70	30	11	71	32	12	17	19	73	102
14	29	11	71	73	18	11	32	12	17	99	73	20
15	10	19	45	18	11	27	11	18	73	40	19	72
16	62	33	42	62	32	41	30	64	56	31	65	33
17	69	31	42	57	20	43	41	56	43	31	65	33
18	32	61	31	42	31	62	43	52	22	53	40	45
19	40	16	13	32	12	15	27	21	12	41	13	28
20	19	30	70	16	29	50	30	20	42	49	22	35
21	23	30	60	63	24	40	50	65	25	66	10	35
22	23	21	16	10	19	31	15	32	20	33	17	55
23	23	30	12	62	24	40	50	65	25	99	10	26
24	12	33	15	63	17	111	50	78	16	16	100	35
25	23	30	40	22	77	10	42	65	25	66	23	35
26	9	30	62	63	24	10	15	10	64	79	9	18
27	29	21	22	23	40	30	62	32	21	23	60	20
28	38	31	34	33	51	43	70	42	33	35	71	30
29	49	44	41	43	62	54	55	80	44	46	42	71
30	60	55	53	100	73	56	55	57	71	57	53	81

Задача 46

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii})

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 81.

Таблица 81

Исходные данные задачи 46

1 вариант

4	21	11
60	23	51
80	22	32
76	23	30

2 вариант

23	30	76
21	11	4
23	51	60
22	32	79

3 вариант

21	11	4
23	51	60
22	32	80
23	30	75

4 вариант

23	30	76
21	11	4
23	51	60
22	32	79

5 вариант

32	80	22
30	76	23
11	4	21
51	59	23

6 вариант

21	11	4
23	51	60
22	32	80
23	30	75

7 вариант

30	76	23
11	4	21
51	60	23
32	79	22

8 вариант

4	21	11
60	23	51
80	22	32
76	23	29

9 вариант

80	22	32
76	23	30
4	21	11
60	23	50

10 вариант

4	21	11
60	23	51
79	22	32
76	23	30

11 вариант

11	4	21
51	60	23
32	80	22
30	76	22

12 вариант

23	30	76
21	11	4
23	51	60
22	31	79

13 вариант

11	4	21
51	60	23
48	80	22
30	75	23

14 вариант

11	4	21
51	60	23
32	79	22
30	76	23

15 вариант

23	30	76
21	11	4
23	51	60
22	31	80

16 вариант

30	76	23
11	4	21
51	59	23
32	80	22

17 вариант

4	21	11
60	23	51
80	22	47
76	23	30

18 вариант

21	11	4
23	51	60
22	32	80
23	30	75

19 вариант

4	21	11
60	23	50
80	22	32
76	23	30

20 вариант

77	24	31
5	22	12
61	24	52
81	23	32

21 вариант

12	5	22
52	61	24
33	81	23
31	77	23

22 вариант

22	32	80
23	30	76
21	11	4
23	51	59

23 вариант

24	31	77
22	12	5
24	52	61
23	33	80

24 вариант

31	77	24
12	5	22
52	80	24
33	81	23

25 вариант

5	22	12
61	24	52
81	23	33
77	23	31

26 вариант

11	4	21
51	60	23
32	80	22
30	76	22

27 вариант

31	77	24
12	5	22
52	61	24
33	75	23

28 вариант

77	24	31
4	22	12
61	24	52
81	23	49

29 вариант

22	12	5
24	52	61
23	33	81
21	31	77

30 вариант

61	24	52
81	23	33
77	24	31
5	22	30

Задача 47

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 82.

Таблица 82

Исходные данные задачи 47

1 вариант

11	20	31
40	50	60
21	51	29
39	80	30

2 вариант

40	50	60
21	51	29
39	80	30
11	20	30

3 вариант

15	21	51
16	39	80
17	11	20
18	40	50

4 вариант

20	31	11
50	60	40
51	29	21
80	30	38

5 вариант

60	40	50
29	21	51
30	39	80
31	11	9

6 вариант

51	29	21
80	30	39
20	31	11
50	60	39

7 вариант

29	21	51
30	39	80
31	11	20
60	40	49

8 вариант

40	50	60
21	51	29
39	80	30
11	20	30

9 вариант

50	60	40
51	29	21
80	30	39
20	31	10

10 вариант

11	20	31
40	50	60
21	51	29
39	80	29

11 вариант

40	50	60
21	51	29
39	80	30
11	20	29

12 вариант

60	40	50
29	21	51
30	39	80
31	11	19

13 вариант

20	31	11
50	60	40
51	29	21
80	30	38

14 вариант

50	60	40
51	29	21
80	30	39
20	31	10

15 вариант

60	40	50
29	21	51
30	39	80
31	11	19

16 вариант

40	50	60
21	51	29
39	80	30
11	20	28

17 вариант

29	21	51
30	39	80
31	11	20
60	40	51

18 вариант

11	20	31
40	50	60
21	51	29
39	80	28

19 вариант

21	51	29
39	80	30
11	20	31
40	50	62

20 вариант

60	40	50
29	21	51
30	39	80
31	11	18

21 вариант

51	29	21
80	30	39
20	31	11
50	60	39

22 вариант

21	51	29
39	80	30
11	20	31
40	50	61

23 вариант

50	60	40
51	29	21
80	30	39
20	31	10

24 вариант

40	50	60
21	51	29
39	80	30
11	20	27

25 вариант

51	29	21
80	30	39
20	31	11
50	60	39

26 вариант

39	80	30
11	20	31
40	50	60
21	51	32

27 вариант

50	60	40
51	29	21
80	30	39
20	31	12

28 вариант

20	31	11
50	60	40
51	29	21
80	30	40

29 вариант

40	50	60
21	51	29
39	80	30
11	20	32

30 вариант

11	20	31
40	50	60
21	51	29
39	80	33

Задача 48

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 83.

Таблица 83

Исходные данные задачи 48

1 вариант

15	20	30
10	19	40
10	30	20
5	19	69

2 вариант

20	9	29
70	5	19
30	15	20
40	10	19

3 вариант

20	10	30
70	5	19
30	15	20
40	10	18

4 вариант

20	30	15
19	40	10
30	20	10
19	70	4

5 вариант

40	10	19
20	10	30
70	5	19
30	15	19

6 вариант

30	20	10
19	70	5
20	30	15
19	40	9

7 вариант

20	10	30
70	5	19
30	15	20
39	10	19

8 вариант

10	19	40
10	30	20
5	19	70
15	20	29

9 вариант

19	40	10
30	20	10
19	70	5
20	30	14

10 вариант

15	20	30
10	19	40
10	29	20
5	19	70

11 вариант

10	19	40
10	30	20
5	19	69
15	20	30

12 вариант

40	10	19
20	10	30
70	5	19
30	15	20

13 вариант

20	30	15
19	39	10
30	20	10
19	70	5

14 вариант

19	40	10
30	20	10
19	70	5
20	29	15

15 вариант

40	10	19
19	10	30
69	5	19
30	15	20

16 вариант

10	19	40
10	29	20
5	19	70
15	20	29

17 вариант

20	10	29
70	5	19
30	15	20
39	10	19

18 вариант

14	20	30
10	19	40
10	30	20
5	19	69

19 вариант

10	29	20
5	19	69
15	20	30
10	19	39

20 вариант

40	10	19
20	10	29
70	5	19
30	15	20

21 вариант

30	20	10
19	70	5
20	29	15
19	39	10

22 вариант

10	30	20
5	19	70
15	18	30
10	19	40

23 вариант

19	40	10
30	20	10
19	69	5
20	30	15

24 вариант

10	19	40
9	30	20
5	19	69
15	20	30

25 вариант

30	20	10
19	70	4
20	30	15
19	40	10

26 вариант

5	19	70
15	20	30
10	19	40
10	29	20

27 вариант

19	39	10
30	20	10
19	70	5
20	29	15

28 вариант

20	30	15
19	39	9
30	20	10
19	70	5

29 вариант

10	19	39
10	30	20
5	19	69
15	20	30

30 вариант

15	20	30
10	19	39
10	29	20
5	19	70

Задача 49

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 84.

Таблица 84

Исходные данные задачи 49

1 вариант

30	20	10
22	72	49
49	22	73
53	67	23

2 вариант

73	49	22
23	53	67
10	30	20
49	22	70

3 вариант

53	67	23
30	20	10
22	72	49
49	22	77

4 вариант

20	10	30
72	49	22
22	73	49
67	23	60

5 вариант

49	22	72
73	49	22
23	53	67
10	30	27

6 вариант

22	73	49
67	23	53
20	10	30
72	49	21

7 вариант

73	49	22
23	53	67
10	30	20
49	22	76

8 вариант

22	72	49
49	22	73
53	67	23
30	20	9

9 вариант

72	49	22
22	73	49
67	23	53
20	10	32

10 вариант

30	20	10
22	72	49
49	22	73
53	67	25

11 вариант

22	72	49
49	22	73
53	67	23
30	20	7

12 вариант

49	22	72
73	49	22
23	53	67
10	30	18

13 вариант

20	10	30
72	49	22
22	73	49
67	23	55

14 вариант

72	49	22
22	73	49
67	23	53
20	10	36

15 вариант

49	22	72
73	49	22
23	53	67
10	30	28

16 вариант

22	72	49
49	22	73
53	67	23
30	20	31

17 вариант

73	49	22
23	53	67
10	30	20
49	22	75

18 вариант

30	20	10
22	72	49
49	22	73
53	67	24

19 вариант

49	22	73
53	67	23
30	20	10
22	72	30

20 вариант

49	22	72
73	49	22
23	53	67
10	30	16

21 вариант

22	73	49
67	23	53
20	10	30
72	49	20

22 вариант

49	22	73
53	67	23
30	20	10
22	72	60

23 вариант

72	49	22
22	73	49
67	23	53
20	10	33

24 вариант

22	72	49
49	22	73
53	67	23
30	20	11

25 вариант

22	73	49
67	23	53
20	10	30
72	49	35

26 вариант

53	67	23
30	20	10
22	72	49
49	22	73

27 вариант

72	49	22
22	73	49
67	23	53
20	10	39

28 вариант

20	10	30
72	49	22
22	73	49
67	23	61

29 вариант

22	72	49
49	22	73
53	67	23
30	20	8

30 вариант

30	20	10
22	72	49
49	22	73
53	67	27

Задача 50

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 85.

Таблица 85

Исходные данные задачи 50

1 вариант

33	84	46
44	85	7
26	8	52
52	87	53

2 вариант

52	26	86
53	52	8
46	33	84
47	44	84

3 вариант

40	20	53
33	84	46
44	85	47
26	86	52

4 вариант

90	52	26
87	53	52
80	46	33
20	47	44

5 вариант

52	26	86
63	40	87
46	33	84
47	44	85

6 вариант

44	85	47
26	86	20
52	87	60
33	40	46

7 вариант

47	44	90
52	26	86
53	52	87
46	33	82

8 вариант

84	60	33
85	47	44
86	52	26
87	53	52

9 вариант

15	85	47
26	86	52
52	87	60
33	84	46

10 вариант

84	46	33
85	50	44
17	52	26
87	53	52

11 вариант

44	85	47
26	86	52
52	90	53
33	18	46

12 вариант

52	26	86
8	60	87
46	33	84
47	44	85

13 вариант

33	84	46
44	85	55
26	86	52
52	99	53

14 вариант

86	52	26
8	53	52
84	40	33
85	47	44

15 вариант

26	86	60
52	87	53
33	84	46
44	85	50

16 вариант

85	47	44
90	52	26
60	53	52
84	46	33

17 вариант

52	87	53
33	84	46
44	85	47
26	16	52

18 вариант

85	8	44
20	52	26
87	53	52
84	46	33

19 вариант

84	46	33
25	47	44
60	52	26
87	53	52

20 вариант

84	46	33
25	50	44
60	52	26
17	20	52

21 вариант

85	47	34
26	51	45
22	55	35
18	21	53

22 вариант

81	47	34
26	51	45
22	55	35
18	21	53

23 вариант

83	47	34
26	51	45
22	55	35
38	21	53

24 вариант

52	81	53
33	84	45
44	85	47
26	16	52

25 вариант

52	26	10
18	60	81
46	33	84
47	44	85

26 вариант

33	48	46
44	85	55
26	86	52
52	24	53

27 вариант

52	26	68
28	60	87
46	33	84
74	44	65

28 вариант

44	85	47
26	67	52
52	90	53
33	18	76

29 вариант

14	50	33
85	47	44
86	52	26
60	53	52

30 вариант

47	54	90
52	100	86
53	52	87
46	35	82

Задача 51

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 86.

Таблица 86

Исходные данные задачи 51

1 вариант

75	22	30
3	20	10
75	22	49
79	21	31

2 вариант

20	10	3
22	49	75
21	31	79
22	30	74

3 вариант

10	3	20
49	75	22
31	79	21
30	75	21

4 вариант

21	31	79
22	30	75
20	10	3
22	49	75

5 вариант

49	75	22
31	79	21
30	75	22
10	29	20

6 вариант

22	30	75
20	10	3
22	78	75
21	31	79

7 вариант

31	79	21
30	75	22
10	3	20
48	75	22

8 вариант

75	19	30
3	20	10
29	22	49
79	21	31

9 вариант

20	10	3
59	49	29
21	31	79
22	30	75

10 вариант

75	22	30
3	20	10
75	22	49
78	21	31

11 вариант

30	75	22
10	29	20
48	75	22
31	79	21

12 вариант

21	31	79
22	30	75
20	10	3
22	49	74

13 вариант

30	75	22
10	3	20
48	75	22
31	79	21

14 вариант

3	20	10
75	22	49
78	21	31
75	22	30

15 вариант

21	31	79
22	30	75
20	10	3
22	49	74

16 вариант

31	79	21
30	75	22
10	3	20
49	75	21

17 вариант

75	22	30
3	20	10
75	22	48
79	21	31

18 вариант

20	10	3
22	49	75
21	31	79
22	31	75

19 вариант

75	22	30
3	20	10
75	22	49
79	21	30

20 вариант

80	22	32
76	23	31
4	21	11
76	23	49

21 вариант

31	76	23
11	4	21
50	76	23
32	80	21

22 вариант

4	21	11
76	23	50
80	22	32
76	23	30

23 вариант

22	32	80
23	31	76
21	11	4
23	50	75

24 вариант

32	80	22
31	76	23
11	4	21
50	76	22

25 вариант

76	23	31
4	21	11
76	23	50
80	22	31

26 вариант

21	11	4
23	50	76
22	32	80
23	31	75

27 вариант

32	80	22
31	76	23
11	4	21
50	75	23

28 вариант

80	22	32
76	23	31
4	21	11
76	23	49

29 вариант

23	31	76
21	11	4
23	50	76
21	32	80

30 вариант

4	21	11
76	23	50
80	22	32
76	23	30

Задача 52

Необходимо скомплектовать сборный груз из нескольких блоков. Найти размеры сборного груза и коэффициент пустого пространства (k_{ii}).

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 87.

Таблица 87

Исходные данные задачи 52

1 вариант

75	22	30
88	11	20
40	49	22
21	79	9

2 вариант

22	40	49
9	21	79
30	75	22
20	88	84

3 вариант

21	79	9
75	22	30
88	11	20
40	49	22

4 вариант

22	30	75
11	20	88
49	22	40
79	9	21

5 вариант

20	88	11
22	40	49
9	21	79
30	75	22

6 вариант

49	22	40
79	9	21
22	30	75
11	20	88

7 вариант

22	40	49
9	21	79
30	75	22
20	88	11

8 вариант

88	11	20
40	49	22
21	79	9
75	22	30

9 вариант

11	20	18
49	22	40
79	9	21
22	30	29

10 вариант

75	22	30
88	11	20
40	49	22
21	79	91

11 вариант

88	11	20
40	49	22
21	106	11
75	22	30

12 вариант

20	18	11
22	40	49
19	10	79
30	75	22

13 вариант

22	30	50
11	20	88
6	22	40
80	9	21

14 вариант

11	20	23
19	22	40
79	9	21
50	30	75

15 вариант

20	40	11
22	80	49
6	21	79
30	75	40

16 вариант

88	11	35
40	49	22
21	79	9
75	22	30

17 вариант

22	40	49
19	21	85
30	75	22
20	88	11

18 вариант

80	15	30
88	11	20
40	49	22
21	79	9

19 вариант

40	49	22
44	25	20
75	22	30
88	11	20

20 вариант

20	88	11
22	40	49
9	21	79
30	75	15

21 вариант

49	22	40
79	9	21
25	30	75
11	20	18

22 вариант

40	49	22
21	79	7
75	22	30
8	11	20

23 вариант

11	20	88
49	22	42
79	43	21
22	30	41

24 вариант

88	11	20
40	49	22
21	79	67
75	22	30

25 вариант

44	22	40
80	9	21
22	30	72
11	20	87

26 вариант

21	44	9
75	22	30
81	11	20
40	49	22

27 вариант

11	20	99
49	22	40
79	9	21
22	30	65

28 вариант

22	30	75
11	20	100
49	22	40
79	9	21

29 вариант

78	11	20
40	49	22
21	76	9
75	22	40

30 вариант

75	22	45
76	11	21
40	49	22
21	79	9

3.4. Задачи по производству, ориентированному на «узкие места»

Пример 10

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал. Станок – одна единица оборудования, позволяет собрать 34 изделия в месяц. Работник на сборке имеет производительность – 8 изделий в месяц.

Согласно спецификации, каждое изделие состоит из 320 деталей, 9 видов материалов и 550 комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить или 300 деталей, или 30 видов материалов, или 2500 комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в 6000 изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать, исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Решение

1) Определяем загрузку склада, приходящуюся на одно изделие. Для этого делим количество компонент (деталей, материалов, комплектующих), приходящихся на одно изделие, на плотность их размещения на складе. Затем суммируем частные от деления, то есть находим:

$$(320/300) + (9/30) + (550/2500) = 1{,}587 \text{ м}^2$$

2) Определяем объем выпуска исходя из ограничения складской площади:

$$[850 / 1{,}587] = 535 \text{ изделий.}$$

3) Определяем объем выпуска исходя из возможностей оборудования. Для этого умножаем производительность на число единиц оборудования:

$$34 \text{ x } 15 = 510 \text{ изделий.}$$

4)Определяем объем выпуска исходя из численности и производительности труда персонала:

$$8 \text{ x } 65 = 520 \text{ изделий.}$$

5) Определяем объем выпуска исходя из спроса. Для этого умножаем ёмкость рынка на долю рынка:

$$[(6000 \text{ x } 9) / 100] = 540 \text{ изделий.}$$

6) Рассчитаем объем выпуска продукции, которую можно произвести и продать за месяц. Для этого найдем минимальный объем выпуска:

$$V_{мес} = \min\{535; 510; 520; 540\} = 510 \text{ изделий.}$$

7) Узким местом является ресурс «оборудование».

8) Пороговое значение процента увеличения ресурса считаем исходя из разности первого и второго минимума объема выпуска. Второй минимум равен 520 изделиям.

$$((520 – 510)) / 510 \times 100 = 1{,}96\ \% .$$

Примечание. Это верный результат. Но он формальный, так как добавление даже одной единицы оборудования даст прирост в 6,67 %. Целочисленные значения ресурсов не совпадают с процентами прироста.

Задача 53

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать 34 изделия в месяц. Работник на сборке имеет производительность – 8 изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из 320 деталей, 9 видов материалов и 550 комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) 300 деталей,

2) или 30 видов материалов,

3) или 2500 комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в 6000 изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать, исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 88.

Таблица 88

Исходные данные задачи 53

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	15	880	60	9
2	12	700	52	10
3	13	660	53	10
4	13	650	47	7
5	15	650	60	8
6	14	540	59	8

7	14	770	55	7
8	14	770	61	9
9	15	780	60	9
10	15	850	65	8
11	15	840	65	9
12	11	650	52	7
13	13	660	53	11
14	13	650	48	7
15	15	650	61	8
16	14	500	59	8
17	13	650	50	7
18	13	660	53	12
19	13	650	46	7
20	15	650	62	8
21	13	760	59	8
22	12	600	52	7
23	13	660	53	6
24	13	650	45	7
25	15	650	63	8
26	14	520	59	8
27	16	790	66	12
28	14	800	66	11
29	15	800	66	12
30	15	850	65	9

Задача 54

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **50** изделий в месяц. Работник на сборке имеет производительность - **11** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **160** деталей, **11** видов материалов и **567** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **250** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **2500** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **8125** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводится:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 89.

Таблица 89

Исходные данные задачи 54

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	17	812	70	8
2	15	861	69	8
3	15	826	61	10
4	16	819	75	9
5	15	728	63	10
6	15	889	71	8
7	14	742	73	9
8	17	847	77	9
9	14	868	74	9
10	16	917	74	9
11	16	882	66	10
12	17	875	61	10
13	16	784	67	10
14	16	721	76	9
15	15	798	59	9
16	13	903	63	10
17	15	700	60	9
18	17	749	60	9
19	13	714	71	8
20	14	707	65	10
21	13	840	72	8
22	13	777	62	10
23	16	854	64	10
24	14	735	68	10
25	16	756	65	10
26	14	805	64	10
27	14	770	76	9
28	15	763	70	8
29	14	896	77	9
30	14	833	67	10

Задача 55

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **51** изделие в месяц. Работник на сборке имеет производительность – **12** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **144** деталей, **12** видов материалов и **567** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **257** деталей,

2) или **49** видов материалов,

3) или **2568** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **9400** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать, исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 90.

Таблица 90

Исходные данные задачи 55

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	17	789	65	7
2	15	836	64	7
3	15	802	57	8
4	16	796	70	8
5	15	707	58	9
6	15	864	67	7
7	14	721	68	8
8	17	823	72	8
9	14	843	69	8
10	16	891	69	8
11	16	857	62	9
12	17	850	57	8
13	16	762	63	9
14	16	700	71	8
15	15	775	55	8
16	13	877	59	9
17	15	680	56	8
18	17	728	56	8
19	13	694	66	7
20	14	687	61	9
21	13	816	67	7
22	13	755	58	8

23	16	830	59	9
24	14	714	63	9
25	16	734	61	9
26	14	782	60	9
27	14	748	70	8
28	15	741	65	7
29	14	870	72	8
30	14	809	62	9

Задача 56

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **50** изделий в месяц. Работник на сборке имеет производительность – **9** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **155** деталей, **12** видов материалов и **577** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **250** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **2500** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **9300** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции за месяц, которую предприятие может произвести и продать исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в таблице 90.

Таблица 91

Исходные данные задачи 56

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	17	812	84	7
2	15	861	83	7
3	15	826	74	8
4	16	819	90	8
5	15	728	75	9
6	15	889	86	7
7	14	742	88	8

8	17	847	93	8
9	14	868	89	8
10	16	917	89	8
11	16	882	80	9
12	17	875	73	8
13	16	784	81	9
14	16	721	92	8
15	15	798	71	8
16	13	903	76	9
17	15	700	72	8
18	17	749	72	8
19	13	714	85	7
20	14	707	79	9
21	13	840	87	7
22	13	777	75	8
23	16	854	77	9
24	14	735	82	9
25	16	756	78	9
26	14	805	77	9
27	14	770	91	8
28	15	763	84	7
29	14	896	92	8
30	14	833	80	9

Задача 57

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **50** изделий в месяц. Работник на сборке имеет производительность – **12** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **158** деталей, **10** видов материалов и **588** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **250** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **2500** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **9300** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать, исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 92.

Таблица 92

Исходные данные задачи 57

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	17	812	64	7
2	15	861	63	7
3	15	826	56	8
4	16	819	69	8
5	15	728	57	9
6	15	889	65	7
7	14	742	67	8
8	17	847	71	8
9	14	868	68	8
10	16	917	68	8
11	16	882	60	9
12	17	875	56	8
13	16	784	62	9
14	16	721	70	8
15	15	798	54	8
16	13	903	58	9
17	15	700	55	8
18	17	749	55	8
19	13	714	65	7
20	14	707	60	9
21	13	840	66	7
22	13	777	57	8
23	16	854	58	9
24	14	735	62	9
25	16	756	59	9
26	14	805	59	9
27	14	770	69	8
28	15	763	64	7
29	14	896	70	8
30	14	833	61	9

Задача 58

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **55** изделий в месяц. Работник на сборке имеет производительность – **10** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **150** деталей, **13** видов материалов и **600** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **250** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **2500** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **9400** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции за месяц, которую предприятие может произвести и продать исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 93.

Таблица 93

Исходные данные задачи 58

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	16	841	78	7
2	14	892	77	7
3	14	856	69	8
4	15	848	84	8
5	14	754	70	9
6	14	921	80	7
7	12	769	82	8
8	15	877	86	8
9	13	899	83	8
10	15	950	83	8
11	15	914	74	9
12	16	906	68	8
13	15	812	75	9
14	15	747	85	8
15	13	827	66	8
16	12	935	71	9
17	14	725	67	8
18	15	776	67	8
19	12	740	79	7
20	13	732	73	9
21	12	870	81	7
22	12	805	69	8

23	14	885	71	9
24	13	761	76	9
25	15	783	73	9
26	13	834	72	9
27	13	798	84	8
28	14	790	79	7
29	13	928	86	8
30	13	863	75	9

Задача 59

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **47** изделий в месяц. Работник на сборке имеет производительность – **14** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **177** деталей, **11** видов материалов и **403** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **250** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **2500** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **9400** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 94.

Таблица 94

Исходные данные задачи 59

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	18	829	55	7
2	16	879	55	7
3	16	844	49	8
4	17	837	60	8
5	17	744	50	9
6	16	908	57	7
7	15	758	58	8

8	18	865	62	8
9	15	887	59	8
10	17	937	59	8
11	17	901	53	9
12	18	894	48	8
13	18	801	54	9
14	18	736	61	8
15	16	815	47	8
16	14	922	50	9
17	16	715	48	8
18	18	765	47	8
19	14	729	56	7
20	15	722	52	9
21	14	858	57	7
22	14	794	49	8
23	17	872	51	9
24	16	751	54	9
25	17	772	52	9
26	15	822	51	9
27	15	787	60	8
28	16	779	56	7
29	15	915	61	8
30	15	851	53	9

Задача 60

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **51** изделия в месяц. Работник на сборке имеет производительность - **11** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **160** деталей, **11** видов материалов и **44** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **150** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **1500** комплектующих частей.

Ёмкость рынка оценивается в **9400** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 95.

Таблица 95

Исходные данные задачи 60

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	17	1009	71	7
2	15	1070	70	7
3	15	1027	62	8
4	16	1018	76	8
5	15	905	64	9
6	15	1105	73	7
7	14	922	74	8
8	17	1053	79	8
9	14	1079	76	8
10	16	1140	75	8
11	16	1096	67	9
12	17	1088	62	8
13	16	974	68	9
14	16	896	77	8
15	15	992	60	8
16	13	1122	64	9
17	15	870	61	8
18	17	931	61	8
19	13	887	72	7
20	14	879	67	9
21	13	1044	73	7
22	13	966	63	8
23	16	1061	65	9
24	14	914	69	9
25	16	940	66	9
26	14	1001	65	9
27	14	957	77	8
28	15	948	71	7
29	14	1114	78	8
30	14	1035	68	9

Задача 61

Предприятие имеет ресурсы: оборудование, складскую площадь и персонал.

Станок, т.е. одна единица оборудования, позволяет собрать **53** изделия в месяц. Работник на сборке имеет производительность – **11** изделий в месяц.

Согласно спецификации каждое изделие состоит: из **120** деталей, **12** видов материалов и **760** комплектующих частей.

На 1 квадратном метре складской площади можно разместить:

1) **250** деталей,

2) или **50** видов материалов,

3) или **2500** комплектующих частей.

Емкость рынка оценивается в **9750** изделий в месяц.

По каждому варианту в таблице исходных данных приводятся:

1)число единиц оборудования (станков),

2)площадь склада в кв.м,

3)численность персонала,

4)доля рынка предприятия в процентах.

Требуется найти:

1)объем выпуска продукции (за месяц), которую предприятие может произвести и продать исходя из ограничений на ресурсы и величины спроса.

Исходные данные по размерам блоков даны ниже, в табл. 96.

Таблица 96

Исходные данные задачи 61

№ вар.	Количество оборудования	Площадь склада	Численность персонала	Доля рынка
1	17	812	73	7
2	15	861	73	7
3	15	826	64	8
4	16	819	79	8
5	15	728	66	9
6	15	889	75	7
7	14	742	77	8
8	17	847	81	8
9	14	868	78	8
10	16	917	78	8
11	16	882	69	9
12	17	875	64	8
13	16	784	71	9
14	16	721	80	8
15	15	798	62	8
16	13	903	66	9
17	15	700	63	8
18	17	749	63	8
19	13	714	74	7
20	14	707	69	9
21	13	840	76	7
22	13	777	65	8
23	16	854	67	9
24	14	735	71	9

25	16	756	68	9
26	14	805	68	9
27	14	770	79	8
28	15	763	74	7
29	14	896	81	8
30	14	833	70	9

3.5. Задачи по определению пропускной способности

При определении пропускной способности сети необходимо учитывать принципы последовательных и параллельных участков сети. Принцип последовательных участков означает нахождение минимального значения из всех пропускных способностей участков, находящихся в одной последовательной цепочке. Принцип параллельных участков – пропускные способности параллельных участков необходимо суммировать.

Последовательно, просматривая все возможные пути от одного рубежа к другому, требуется находить минимальную пропускную способность по каждому пути. Затем вычитать этот минимум по всему пути следования из значений пропускной способности каждого участка. В итоге наступает ситуация, когда движение по любому пути невозможно, так как везде – нулевая пропускная способность. Для получения результата необходимо суммировать минимальные значения пропускной способности по каждому пути. Это и будет пропускная способность логистической сети.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 62

Дана пропускная способность участков A1B1, A2B1, A2B2, A3B2, A3B3, A4B3, B1C1, B1C2, B2C2, B3C3, B3C3, B3C4. В табл. 78 даются пропускные способности по каждому участку сети. На схеме (рис. 10) дана матрица потоков логистической сети. Найти пропускную способность логистической системы от рубежа A1, A2, A3, A4 до рубежа C1,C2,C3,C4.

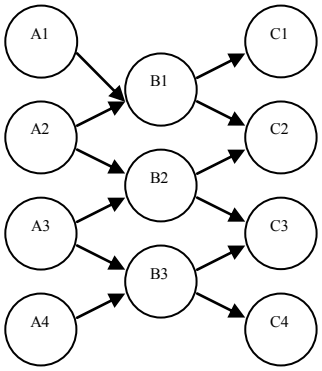

Рис. 10. Матрица потоков логистической сети

Таблица 97

Исходные данные по вариантам для задачи 62

Вар.	**A1B 1**	**A2B 1**	**A2B 2**	**A3B 2**	**A3B 3**	**A4B 3**	**B1C 1**	**B1C 2**	**B2C 2**	**B2C 3**	**B3C 3**	**B3 C4**
1	3	7	13	15	19	23	4	6	14	14	20	22
2	11	7	13	15	19	23	8	10	14	14	20	22
3	8	4	23	15	19	21	5	7	24	14	18	22
4	8	10	16	15	19	17	5	13	17	14	18	18
5	7	10	9	15	19	17	5	12	10	14	18	18
6	7	8	13	15	10	17	5	10	14	14	18	9
7	5	8	13	16	10	18	5	8	14	15	18	10
8	12	6	13	18	28	19	10	8	14	17	18	29
9	7	6	13	18	21	19	5	8	14	17	18	22
10	7	12	13	18	21	12	11	8	14	17	18	15
11	7	23	12	18	21	10	22	8	14	16	16	15
12	11	24	10	22	21	10	25	10	12	20	16	15
13	11	35	10	13	20	10	13	33	12	11	16	14
14	22	16	10	16	19	12	23	15	14	12	16	15
15	12	63	10	84	19	11	13	82	82	12	15	15
16	18	65	11	29	24	15	19	64	26	14	20	19
17	30	65	31	29	23	17	21	74	36	24	20	20
18	30	73	31	28	24	27	29	74	35	24	20	31
19	26	41	31	52	25	31	28	39	39	44	24	32
20	31	41	47	54	24	36	28	44	55	46	26	34
21	29	41	48	48	36	38	28	42	49	47	37	37
22	38	41	48	57	36	41	37	42	65	48	48	40
23	50	58	55	58	36	52	66	42	65	48	48	40
24	50	38	24	32	36	34	66	22	34	22	48	22
25	30	38	24	32	28	47	46	22	34	22	47	28
26	30	18	40	32	40	51	26	22	50	22	59	32
27	42	18	40	73	40	34	38	22	42	71	42	32
28	40	27	42	75	42	36	36	31	44	73	44	34
29	49	27	49	51	42	51	36	40	51	49	59	44
30	52	28	47	49	42	64	38	42	49	47	57	49
31	55	31	47	49	61	71	38	48	49	47	56	76
32	75	41	63	50	44	70	58	58	50	63	55	59

3.6. Задачи по грузовым перевозкам

Для решения задач по транспортной логистике используется формула расчета объема перевозок:

$$Q = \frac{A_c Д_k T_н abyq_c V_c}{l_e + t_{п/р} bV_c}, \qquad (18)$$

где Q – объем перевозок в тоннах;

A_c – среднесписочное количество подвижных единиц;

$Д_к$ – календарное число дней в году;

$T_н$ – время работы подвижной единицы за сутки в часах;

α – коэффициент выпуска на линию;

β – коэффициент использования пробега;

γ – коэффициент использования грузоподъемности;

q_c – средняя грузоподъемность подвижной единицы в тоннах;

V_c – средняя скорость в км/час;

l_e – средняя длина ездки с грузом в км;

$t_{п/р}$ – время погрузки/разгрузки за одну ездку в часах;

Задача 63

На предприятии имеется 29 грузовых автомобилей. В связи с вводом в действие нового моста средняя длина ездки с грузом уменьшилась вдвое и стала равна 2.5 км. Объем перевозок остался прежним и равен 197166 т. Средняя скорость осталась неизменной.

Даны следующие показатели:

α = 0,625;

β = 0,567;

γ = 0,986;

q = 2 тонны;

$T_н$ = 10,2 часа;

$t_{п/р}$ = 0,256 часа.

Требуется рассчитать необходимое количество автомобилей.

Рекомендации по решению задачи

Для решения этой задачи используется формула расчета объема перевозок (18).

Задачи для самостоятельного решения

Задача 64

В связи с вводом в действие нового моста средняя длина ездки с грузом уменьшилась. Ранее средняя длина ездки с грузом была равна пяти километрам. Объем перевозок и средняя скорость остались прежними.

Данные по объему перевозок, новой длине ездки с грузом и имеющееся число автомобилей даются в табл. 98.

Общие дополнительные показатели:

$\alpha = 0{,}625$;

$\beta = 0{,}567$;

$\gamma = 0{,}986$;

$q = 2$ тонны;

$T_н = 10{,}2$ часа;

$t_{п/р} = 0{,}256$ часа.

Требуется рассчитать необходимое количество автомобилей.

Таблица 98

Исходные данные по вариантам для задачи 64

Номер варианта	Число автомобилей	Новая длина ездки	Объем перевозок
1	29	2.5	197166
2	29	2.3	287451
3	29	2.0	191192
4	29	1.5	186924
5	29	2.4	175106
6	29	3.5	280813
7	32	2.4	194409
8	32	2.1	233633
9	32	2.0	185217
10	32	2.5	215091
11	32	1.6	283624
12	32	2.2	157477
13	32	3.3	204547
14	32	3.8	274838
15	32	3.9	329154
16	32	3.1	337730
17	33	2.0	233015
18	33	2.5	197166
19	33	2.4	246803
20	33	3.6	271424
21	33	1.2	214147
22	33	3.4	255420
23	33	3.0	233015
24	33	2.8	306341
25	36	1.8	309193
26	36	3.1	267920
27	36	1.0	219572
28	36	1.4	222061
29	36	1.9	240531
30	36	2.9	303858
31	36	3.3	328962
32	36	3.9	237903

Задача 65

На предприятии организуется производство телевизоров. Объем месячного выпуска – 41379 телевизоров. Вес комплектующих деталей так же, как и вес телевизора равен 20 кг. Предусматривается установка двух лифтов. Лифты предназначены для подъема комплектующих и спуска готовых телевизоров. Высота лифтовой шахты – 15 м. Есть два варианта лифтового оборудования:

Первый – скорость лифта – 0.8 м/с, грузоподъемность – 370 кг, время простоя под погрузкой/разгрузкой – 3 минуты;

Второй – скорость - 2.0 м/с, грузоподъемность – 112 кг, время простоя под погрузкой/разгрузкой – 4 минуты.

Выбрать приемлемый вариант лифта с учетом режима работы ($Т_н$), если принять число рабочих дней – 250, коэффициент использования пробега принять равным 0.500, вес лифтера – 70 кг.

Рекомендации по решению задачи

Лифт – это тоже транспортное средство. Отличительная его особенность – он движется вертикально. Необходимо воспользоваться формулой по расчету объемов перевозок (18) и перевести показатели в единую систему мер.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 66

Общие условия задачи совпадают с предыдущей задачей. Выбрать приемлемый вариант лифта с учетом режима работы. Данные по скорости и грузоподъемности лифтов взять из табл. 99, приведенной ниже.

Таблица 99

Исходные данные для задачи 66

Номер варианта	Объем выпуска за месяц	Скорость лифта (м/с)	Время погрузки/ разгрузки (мин)	Грузоподъемность лифта (кг)
1	11800	1 2	3 4	320 160
2	56000	0.5 2	4 6	480 800
3	17500	0.5 2	3 5	240 480
4	40000	0.8 1.5	2 4	240 160
5	27000	0.5 2	4 4	320 400
6	11500	1 1.5	3 4	400 160
7	8800	0.5 0.5	3 6	160 320
8	20000	1 2	3 4	240 160
9	41000	0,5 2	3 5	320 480

3.7. Задачи по оборачиваемости склада

Для решения задачи по складской логистике используется формула оборачиваемости:

$$K_{îá} = \frac{Q_{îòï} \bullet n}{q_1/2 + q_2 + q_3 ... q_n + q_{n+1}/2} \quad , \qquad (19)$$

где $Q_{отп}$ – отпуск со склада за всю совокупность периодов;

q_i – остаток на складе за i-й период, где i от 1 до n;

n – число периодов.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 67

Остатки на складе за год с разбивкой по месяцам с датами с 1.01.2017 г. по 31.12.2017 г. приведены ниже в табл. 100. Отпуск со склада за I и II полугодия указан в конце таблице 101. Требуется определить, улучшилась или ухудшилась оборачиваемость материалов за второе полугодие.

Таблица 100

Исходные данные для задачи 67

Дата	1	2	3	4	5	6
1.01.2017г	100	100	100	100	100	100
1.02. 2017г	120	110	110	120	120	110
1.03. 2017г	130	150	140	120	120	150
1.04. 2017г	140	120	120	140	140	130
1.05. 2017г	120	110	110	120	130	100
1.06. 2017г	90	70	80	100	90	70
1.07. 2017г	60	60	60	60	60	60
1.08. 2017г	70	90	100	80	70	90
1.09. 2017г	110	120	120	110	110	130
1.10. 2017г	120	140	140	120	140	130
1.11. 2017г	150	130	120	140	130	130
1.12. 2017г	110	120	120	110	110	120
31.12.2017г	100	100	100	100	100	100

Таблица 101

Исходные данные отпуска со склада

за I -ое полугодие	125	125	125	125	125	125
за II -ое полугодие	120	120	120	120	120	120

ВОПРОСЫ ТЕСТА ПО ЛОГИСТИКЕ

1. Концепция общих издержек.
2. Виды запасов.
3. Назначение транспорта.
4. Формула Кампа – Уилсона.
5. Особенности использования логистики в России.
6. Методы определения потребностей в материальных ресурсах.
7. Форма поставок.
8. Экономичность видов транспорта.
9. Виды складских операций.
10. Значение логистики с точки зрения эффективности.
11. Издержки формирования запасов.
12. Вид анализа, используемый в логистике.
13. Типы внутрипроизводственной логистической системы.
14. Терминал.
15. Предпочтительная модель расширения сбытовой сети.
16. Издержки дефицита.
17. Система управления запасами.
18. Социальное и экономическое значение транспорта.
19. Принцип «защиты от дураков».
20. Система ERP.
21. Этапы развития логистики.
22. Области применения логистики.
23. Методы и модели, используемые в логистике.
24. Цели и задачи логистики.
25. Классификация логистических операций.
26.Типы логистических систем.
27. Современные тенденции развития логистики.
28. Логистические операции по складированию.
29.Формы организации закупочной деятельности.
30. Формы поставки.
31. Реальные условия поставок.
32. ABC Анализ.
33. XYZ –анализ.
34. Определение страхового запаса.
35. Классификация складов.
36. Основные показатели складской деятельности.
37. Оборачиваемость склада.
38. Проблемы организации работы склада.
39. Информационная система управления складом.
40. Система пополнения запасов.
41. Система толкающего типа.

42. Системы MRP.
43. Система CSRP.
44. Система тянущего типа.
45. Система, ориентированная на «узкие места».
46.Теория ограничений Голдратта.
47. Классификация видов транспорта.
48. Сравнительная характеристика видов транспорта.
49. Отличие транспортной логистики от организации перевозок.
50. Понятие и значение транспортного коридора.
51.Транспортные коридоры, связанные с Россией.
52.Транспортные системы в крупных городах.
53. Логистический подход к управлению.
54. Структура логистических затрат.
55. Виды издержек в логистике.
56. Управление логистической цепью.
57. Классификация материальных потоков.
58. Пропускная способность логистической сети.
60. Оценка эффективности логистической системы.

СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА ПО ЛОГИСТИКЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Сущность и определение логистики.
2. Этапы развития логистики.
3. Области применения логистики.
4. Цели и задачи логистики
5. Функции логистики
6. Классификация логистических операций
7.Типы логистических систем.
8. Концепция логистики.
9. Основные принципы логистики. Принцип минимума суммарных издержек.
10. Методы и модели, используемые в логистике.
11. Особенности использования логистики в России.
12. Современные тенденции развития логистики.

ЛОГИСТИКА СНАБЖЕНИЯ

1. Логистические операции по складированию.
2. Формы организации закупочной деятельности.
3. Методы определения потребностей в материальных ресурсах.
4. Определение объема заказа. Формула Уилсона.

5. Реальные условия поставок.
6. Оформление заказа.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ

1. Классификация запасов.
2. ABC Анализ. XYZ –анализ.
3. Системы управления запасами.
4. Определение страхового запаса

СКЛАДСКАЯ ЛОГИСТИКА

1.Классификация складов.
2.Основные показатели складской деятельности.
3. Оборачиваемость склада.
4. Проблемы организации работы склада.
5.Формы поставки.
6. Информационная система управления складом.

ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИСТИКА

1. Микрологистические системы. Виды интегрированных систем.
2. Различные типы организации производства.
3. Система пополнения запасов. Традиционная логистическая схема производства.
4. Система толкающего типа. Системы MRP, ERP, CSRP.
5. Система тянущего типа. Системы JIT.
7. Система, ориентированная на «узкие места». Системы OPT.
8.Теория ограничений Голдратта.

ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА

1. Социальное и экономическое значение транспорта.
2. Классификация видов транспорта.
3. Сравнительная характеристика видов транспорта.
4. Отличие транспортной логистики от организации перевозок.
5. Понятие и значение транспортного коридора.
6.Транспортные коридоры, связанные с Россией.
7.Транспортные системы в крупных городах.

УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

1. Содержание логистического подхода к управлению.
2. Объекты логистического управления.
3. Структура логистических затрат.
4. Виды издержек в логистике.
5.Управление логистической цепью.

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

1. Виды макрологистических систем.
2. Принципиальная схема макрологистической системы.
3. Классификация материальных потоков.
4. Характеристики материального потока.
5. Звенья логистической системы.
6. Формирование логистических систем.
7. Пропускная способность логистической сети.
8. Задачи, решаемые логистической системой.
9. Оценка эффективности логистической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Персианинов В.А. Общий курс транспортной логистики: Учебное пособие. – М. : Кнорус, 2011.

2. Дыбская В.В. Логистика. Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок. – М.: Эксмо, 2010.

3. Канке А.А. Логистика для бакалавров. – М.: Кнорус, 2011.

4. Бауэрсокс, Клосс. Логистика. – М.: Олимп-Бизнес, 2001.

5. Дыбская В.В. и др. Логистика. Полный курс МВА. – М.: Эксмо, 2008.

6. Детмер У. Теория ограничений Голдратта. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.

7. Джонсон Д.,Вуд Д., Вордлоу Д., Мэрфи-мл. П. Современная логистика. – М.: Вильямс, 2004.

8. Чейз Р., Эквилайн Н., Якобс Р. Производственный и операционный менеджмент. – М.: Вильямс, 2001.

9. Леншин И.А. Основы логистики. – М.: Машиностроение, 2002.

10. Уайт О. Управление производством и материальными запасами в век ЭВМ. – М.: Прогресс, 1978.

Павлов Валерий Павлович

Буркеев Данил Оскарович

Производственная логистика

Учебно-методическое пособие

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
38.03.10 «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура»

Оригинал-макет: Павлов В.П., Буркеев Д.О.