

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

Б1.В.06 «МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ»

для специальности

23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»

по специализации

«Транспортный бизнес и логистика»

Санкт-Петербург
2024

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине Б1.В.06 «МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ» для специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» по специализации «Транспортный бизнес и логистика» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Логистика и коммерческая работа» протокол №9 от 27.04.24 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. **Типовая задача 1** – Организация складских процессов согласно показателю COI
2. **Типовая задача 2** – Расчет точки безубыточности деятельности склада
3. **Типовая задача 3** – Принятие решения о пользовании услугами наемного склада
4. **Типовая задача 4** – Определение оптимальных технико-технологических параметров транспортно-логистического комплекса

ТИПОВАЯ ЗАДАЧА 1

ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКИХ ПРОЦЕССОВ СОГЛАСНО ПОКАЗАТЕЛЮ COI

Задание: требуется разместить запасы товаров согласно критерию COI на складе.

К важнейшим компонентам логистики относится организация складских процессов на предприятии, так как она существенным образом влияет на бесперебойность выполнения основных складских функций, а также на бесперебойность продвижения материальных потоков. В организации можно условно выделить две важнейшие сферы:

1. Организационную структуру складов (складского хозяйства);
2. Организационные процедуры как элемент нормативного управления продвижением физических и информационных потоков.

Организационная структура склада может быть простой, сложной или очень сложной. Простая структура имеет место тогда, когда на предприятии существует один склад, который может функционировать как автономная организационная ячейка. Более сложная организационная структура складов наблюдается на промышленных предприятиях, где зачастую выделяют три основные сферы логистических процессов, то есть сферы закупок, производства и сбыта, а также соответствующие им склады:

- в сфере закупок - склады сырья и материалов, деталей и комплектующих;
- в сфере производства - склады полуфабрикатов, временно исключенных из производственного процесса;
- в сфере сбыта - склады готовых изделий.

Организационная структура этих складов может быть децентрализованной или централизованной.

Децентрализованная структура бывает тогда, когда склады каждой из перечисленных сфер функционируют самостоятельно как компоненты соответствующих служб предприятия: закупок, производства и сбыта.

Централизованная структура присутствует тогда, когда все складские процессы, как и сами склады, подчиняются единому управлению.

Степень централизации может быть различна, например, ею могут быть охвачены склады на входе и склады сферы производства, либо наоборот - склады сферы производства и сбыта.

Главной предпосылкой при формировании организационных структур складского хозяйства должно быть стремление к предотвращению многократного складирования одних и тех же продуктов, к сокращению количества манипуляций.

Организационные процедуры регулируют различные виды деятельности складов, особенно - динамичные материальные и информационные потоковые процессы. В качестве

типовых организационных процедур, связанных с функционированием склада, можно выделить:

а) для функций, связанных с физической защитой запасов, - процедуры, связанные :

- с техническими условиями эксплуатации склада и его оборудования;
- с противопожарной защитой;
- с охраной труда;
- с защитой от краж и грабежей;

б) для манипуляционных функций - процедуры, связанные:

- с приемом и выдачей продуктов;
- с размещением запасов внутри склада;
- с физической инвентаризацией состояния запасов;

в) для информационных функций - процедуры, связанные:

- с формами документирования приемо-сдаточных операций;
- со складским документооборотом;
- со складским учетом;
- с прочей информационной деятельностью.

Каждая из этих процедур должна быть известна персоналу склада, а их строгое выполнение - считаться важным условием корректного протекания складских процессов. Выделение на складе обособленных зон, играющих различные роли в процессе сохранения ценностей очень важно. В общем случае различают четыре зоны (см. рис. 1).



Рисунок 1 - Структура склада с базовым планированием поверхности

Иногда встречаются склады с более сложным способом планирования поверхности. Существуют решения, предполагающие отделение зон резервного складирования от зоны оперативного складирования либо выделение пространства для проведения операции *кросс-докинга*, (*кросс-докинг* система сквозного складирования), рис. 2.

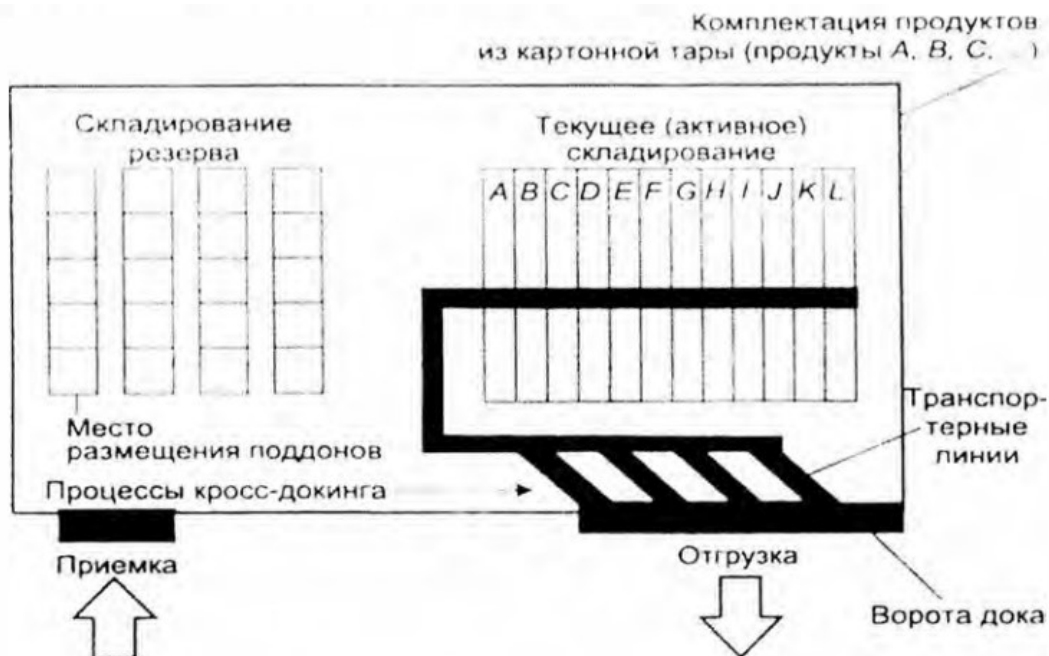


Рисунок 2 - Структура зоны комплектации товаров согласно заказам при выделении резервной и активной зон

Важной проблемой для процессов складирования и манипулирования считается рациональное планирование имеющегося складского пространства. В качестве критериев применяют частоту выдачи конкретного продукта, либо его объем. Дж. Л. Хескетт предложил решение, которое объединяет оба критерия. Он предложил использовать показатель cube-per-order-index (COI), выражающий отношение пространства (в объемных единицах), необходимого для хранения среднего запаса данного продукта, к ожидаемому количеству его ежедневных заказов (количеству выдач).

При использовании этого индекса открывается возможность размещать все складированные товары по принципу: чем меньше значение показателя, тем ближе к зоне выдачи (отгрузки) должен размещаться соответствующий продукт.

Задача

Требуется разместить запасы семи товаров согласно критерию COI на складе объемом 40000 куб. футов в восьми выделенных зонах, при следующих исходных данных (табл.1).

Таблица 1 - Исходные данные

Товар	Объем минимальной партии Q , куб. футы	Ожидаемое количество заказов(выдач) за год, N	Средний запас в течение года q_{cp}
A	6,0	6750	800
B	4,0	15750	16000
C	1,0	11250	25120
D	8,0	25500	18600
E	3,0	17750	12533
F	5,0	3500	3963
G	15,0	6250	907

Методика решения

Среднее ежедневное количество заказов:

$$n_{cp} = \frac{N}{T} \quad (1)$$

где N —ожидаемое количество заказов (выдач) за год;

T -число рабочих дней в году ($T=250$ дн.).

Необходимое складское пространство:

$$E = \frac{Q_{min}}{q_{cp}} \quad (2)$$

где Q_{min} —объем минимальной партии, куб. футы;

q_{cp} - средний запас в течение года.

Показатель COI:

$$COI_i = \frac{E}{n_{cp}} \quad (3)$$

Решение

Результаты выполненных расчетов внесем в табл. 2.

Таблица 2 - Значение показателя COI для семи товаров

Товар	Объем минимальной партии (куб. футы)	Ожидаемое количество заказов (выдач) в год	Среднее ежедневное количество заказов	Необходимое складское пространство (куб. футы)	Показатель COI
A	6,0	6750	27	4800	177,8
B	4,0	15750	63	64000	1015,9
C	1,0	11250	45	25120	558,2
D	8,0	25500	102	148800	1458,8
E	3,0	17750	71	37599	529,6
F	5,0	3500	14	19680	1405,7
G	15,0	6250	25	13605	544,2
Всего	-	86750	-	313604	-

Если упорядочить значения COI в порядке возрастания, то получим:

- 1) $COIA = 177,8$;
- 2) $COIE = 529,6$;
- 3) $COIG = 544,2$;
- 4) $COIC = 558,2$;
- 5) $COIB = 1015,9$;
- 6) $COIF = 1405,7$;
- 7) $COID = 1458,8$.

Таким образом определяется приоритетность размещения товаров в соответствующих зонах складирования. При использовании принципа «Товар с наименьшим значением COI размещается ближе всего к зоне выдачи» расположение хранимых товаров будет соответствовать схеме изображенной на рис. 3.

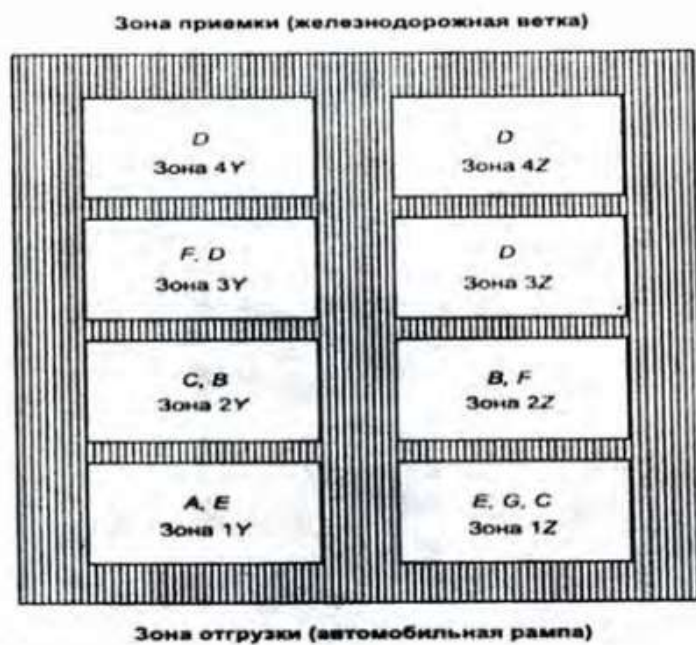


Рисунок 3 ~Размещение запасов товаров согласно показателю COI

Располагать товар согласно показателю COI нужно таким образом, чтобы степень использования складского объема была максимальна и равна 100%. Распределение запасов в конкретных зонах складирования и степень использования их объема представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Размещение запасов и степень использования складского объема

Номер зоны	Товар - количество запаса в данной зоне (куб. футы)	Степень использования объема %
1Y	A - 4800	100
	E - 35200	
	E - 2400	100
1Z	G - 13600	
	C - 24000	
2Y	C - 1120	100
	B -38880	
2Z	B -25120	100
	F - 14880	
3Y	F - 4800	100
	D - 35200	
3Z	D - 40000	100
4Y	D - 40000	100
4Z	D - 33600	84

ТИПОВАЯ ЗАДАЧА 2

РАСЧЕТ ТОЧКИ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СКЛАДА

Задание: Рассчитать точку безубыточности, которой называется min объем деятельности склада, ниже которого работа предприятия (склада) становится убыточной.

На складе с точки зрения выполнения различных логистических процессов выполняются следующие функции:

1. время размещения и хранения материальных запасов;
2. преобразование материальных потоков;
3. обеспечение логистического сервиса в системе обслуживания.

Материальный поток - грузы, детали, товарно-материальные ценности, рассматриваемые в процессе приложения к ним различных логистических операций (разгрузка, погрузка, транспортировка, укладка в тару и распаковка, укладка на хранение и т.п.) и отнесенные к определенному временному интервалу.

На складах предприятий материальный поток называют, как правило, грузовым потоком или грузооборотом.

Грузооборот склада - входящий на склад или выходящий со склада материальный поток за соответствующий период.

Согласно технологическому процессу склада, прибывший железнодорожным транспортом груз выгружается из транспортного средства на участке разгрузки (железнодорожная рампа).

Различают грузы, прибывшие в рабочее и не рабочее время. Если разгрузка происходит в не рабочее время, то есть тогда, когда основной склад закрыт, груз поступает в приемочную экспедицию - помещение, отдельное от основного склада. Разгруженный в рабочее время груз направляется в основное помещение склада.

В дальнейшем весь поступивший на склад груз сосредотачивается в зоне хранения основного помещения склада.

Отпускаемый со склада груз может проходить или не проходить операцию комплектования. Через участок комплектования склада проходит только товар (груз), который упаковывается и отпускается вместе с другими грузами в общей транспортной таре.

Если груз со склада доставляется получателю силами данного предприятия, тогда в помещении, отдельном от основного склада, необходимо организовать отправочную экспедицию, которая будет накапливать подготовленный к отгрузке груз и обеспечивать его доставку грузополучателю.

Завершает технологический процесс на складе операция погрузки, которая в данном

случае выполняется на автомобильной рампе.

Схема движения материальных потоков на складе приведена на рис. 4.

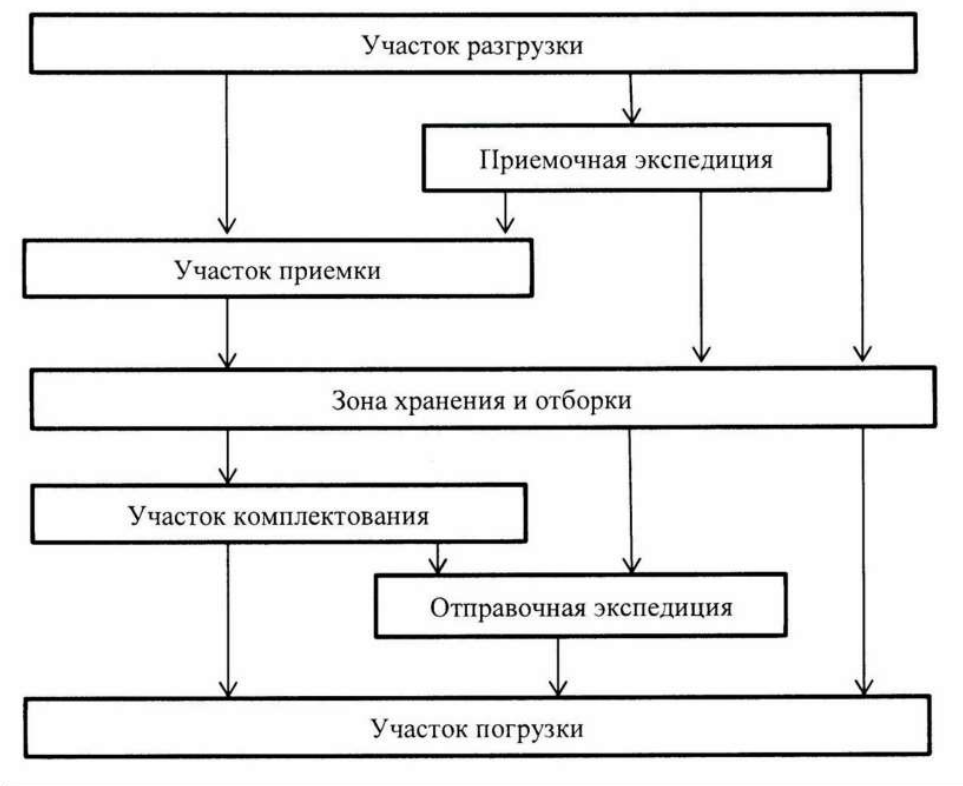


Рисунок 4 - Схема движения материальных потоков на складе

Основные логистические операции, выполняемые с грузом на складе:

1. Участок разгрузки (ж/д рампа): механизированная и ручная разгрузка транспортных средств.
2. Приемочная экспедиция: прием вне рабочего времени груза и его кратковременное хранение до передачи на основной склад.
3. Участок приемки: прием товара по количеству и качеству, грузы могут поступать с участка разгрузки и приемочной экспедиции.
4. Участок хранения (главная часть основного помещения склада): укладка груза на хранение, отборка груза из мест хранения.
5. Участок комплектования: формирование грузовых единиц в соответствии с заказами покупателя.
6. Отправительская экспедиция: кратковременное хранение подготовленных грузовых единиц, организация их доставки покупателям.
7. Участок погрузки (автомобильная рампа): ручная и механизированная погрузка транспортных средств.

На рисунке 5 представлена принципиальная схема склада.



Рисунок 5- Принципиальная схема склада

Исходя из рис. 5 и основных логистических операций на складе, рассмотрим какие группы материальных потоков, возникают на складе:

- Внутри складское перемещение грузов (МПпг.)
- Операции на участках разгрузки и погрузки (МПрр, МПрп. и МПмр., Ммп).
- Операции при приемке товаров (МПпр)
- Операции при комплектовании заказов покупателем (МПкм)
- Операции на участках экспедиции (МПэк)
- Операции в зоне хранения (МПхр).

$$\Sigma МП ст = Мк, + Мпрр + МПпрп + МПмр + МПмп + МПр + МПкм + МПэк + Мхр \quad (4)$$

Соответственно стоимости работ:

- Стоимость за внутри складские перемещения груза Сщ-
- Стоимость за разгрузку и погрузку на участках: Срр, Спр, Срп, Смп
- Стоимость за операции при приемке товаров Спр
- Стоимость за операции при комплектовании заказов покупателем Скм
- Стоимость за операции на участках экспедиции Сэк
- Стоимость за операции в зоне хранения Схр

Стоимость грузопереработки на складе определяется:

1. Объемом работ по той или иной операции.
2. Удельной стоимостью выполнения той или иной операции.

$$C_{зр} = C_{нз} + C_{пп} + C_{мр} + C_{рп} + C_{мп} + C_{пр} + C_{км} + C_{эк} + C_{хр} \quad (5)$$

Задача

Рассчитать точку безубыточности, которой называется min объем деятельности склада, ниже которого работа предприятия (склада) становится убыточной, при следующих исходных данных (табл.4):

Таблица 4 - Исходные данные

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Грузооборот склада, Т	т/год	6300
Стоимость работ на потоке данной группы: $C_{т}$	уд.ед./год	11500
$C_{рр}$	уд.ед./год	3200
$C_{мр}$	уд.ед./год	2900
$C_{рп}$	уд.ед./год	7200
$C_{мп}$	уд.ед./год	3800
$C_{пр}$	уд.ед./год	6200
$\backslash C_{комл}$	уд.ед./год	18500
$C_{эк}$	уд.ед./год	6500
$C_{хр}$	уд.ед./год	1130000
Средняя цена закупки товаров, R	уд.ед./год	8500
Коэффициент для расчета оплаты процентов за кредит, K		0,05
Торговая надбавка при оптовой продаже товаров, N	%	8
Условно постоянные затраты, $C_{пост}$	уд.ед./год	350000

Методика решения:

Расчет точки безубыточности заключается в определении грузооборота склада, при котором его прибыль равна нулю.

Прибыль склада Π (у.д.е./год) равна разности дохода D и общих издержек $C_{общ}$:

$$\Pi = D - C_{общ} \quad (6)$$

Доход предприятия зависит от торговой надбавки N и рассчитывается по следующей формуле:

$$D = \frac{T \cdot R \cdot N}{100} \quad (7)$$

T - входной (выходной) поток или грузооборот склада, т/год;

R - средняя цена закупки товаров;

N - торговая надбавка.

Общие издержки складываются из условно переменных и условно постоянных издержек:

$$C_{общ} = C_{пост} + C_{пер} \quad (8)$$

$C_{пост}$ - затраты независящие от грузооборота склада;

$C_{пер}$ - затраты, зависящие от грузооборота склада.

Постоянные затраты не зависят от грузооборота склада. К ним относятся расходы на аренду складского помещения, амортизация техники, оплата электроэнергии, заработная плата управленческого персонала и специалистов:

$$C_{пост} = C_{ар} + C_{ам} + C_{з/п} + C_{эл} \quad (9)$$

$C_{ар}$ - аренда складского помещения;

$C_{ам}$ - затраты, связанные с амортизацией техники;

Сз/П - затраты на зарплату управленческого персонала и специалистов;

Сэл - оплата электроэнергии.

Переменные издержки определяются по формуле:

$$C_{пер} = C_{кр} + C_{зр} \quad (10)$$

$C_{кр}$ - процент за кредит;

$C_{зр}$ - стоимость грузопереработки.

Так как хранящийся запас на складе в общем случае пропорционален грузообороту и требует оплаты по цене закупки, поэтому в банке берется кредит. Размер процентов за кредит определяется по формуле:

$$C_{кр} = \kappa \cdot T \cdot R \quad (11)$$

κ - коэффициент пропорциональности, зависящий от величины запаса и банковского процента.

Издержки в целом составят:

$$C_{общ} = C_{пер} + C_{ност} = C_{ар} + C_{ам} + C_{\frac{з}{n}} + C_{эл} + C_{кр} + C_{зр} \quad (12)$$

Следовательно, в развернутом виде формулу прибыли склада можно представить как:

$$\Pi = \frac{T \cdot R \cdot N}{100} - (C_{кр} + C_{зр}) - C_{ност} \quad (13)$$

ИЛИ

$$\Pi = \frac{T \cdot R \cdot N}{100} - \kappa \cdot T \cdot R - C_{зр} - C_{ност} \quad (14)$$

В точке безубыточности:

$$C_{зр} = C_{зр.уб} \cdot T_{бу} \quad (15)$$

$C_{зр.уб}$ ~ стоимость грузопереработки, приходящаяся на 1 т грузооборота склада, рассчитывается по формуле:

$$C_{зр.уб} = \frac{C_{зр}}{T} \quad (16)$$

Подставив в формулу для расчетов прибыли значение стоимости грузопереработки в точке безубыточности и приравняв правую часть к нулю, получим формулу для расчета точки безубыточности:

$$\frac{T_{бу} \cdot R \cdot N}{100} - k \cdot T_{бу} \cdot R - C_{зр.уд.} \cdot T_{бу} - C_{ном} = 0 \quad (17)$$

$$T_{бу} = \frac{C_{ном} \cdot 100}{R \cdot N - 100 \cdot k \cdot R - 100 \cdot C_{зр.уд.}} \quad (18)$$

При $T > T_{бу}$ предприятие (склад) работает с прибылью.

Решение:

Стоимость грузопереработки на складе составит:

$$C_{зр} = 11500 + 3200 + 2900 + 7200 + 3800 + 6200 + 18500 + 6500 + 11300 = 71100 \text{ уд.ед./год}$$

Для заданных условий величина грузопереработки, приходящаяся на 1 т грузооборота склада, составит:

$$C_{зр.уд.} = \frac{C_{зр}}{T} = \frac{71100}{6300} = 11,28 \text{ уд.ед./т}$$

Подставив исходные данные в формулу для расчета точки безубыточности получим:

$$T_{\text{бу}} = \frac{100 \cdot C_{\text{ном}}}{R \cdot N - 100 \cdot k \cdot R - 100 \cdot C_{\text{зр.уд.}}} = \frac{350000 \cdot 100}{8500 \cdot 8 - 100 \cdot 0,05 \cdot 8500 - 100 \cdot 11,28} = 1436 \frac{m}{год}$$

Т.к. $T = 6300 \text{ мн/год} > T_{\text{бу}} = 1436 \text{ м/год}$ - предприятие работает с прибылью

Рассчитаем прибыль предприятия:

Подставив исходные значения в формулу (1.6), получим:

$$C_{\text{кр}} = 0,05 \cdot 6300 \cdot 8500 = 2677500 \text{ уд.ед./год}$$

Переменные затраты составят:

$$C_{\text{пер}} = 2677500 + 71100 = 2748600 \text{ уд.ед./год}$$

При подстановке вычисленных значений затрат получим:

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{пер}} + C_{\text{ном}} = 2748600 + 350000 = 3098600 \text{ уд.ед./год}$$

$$Д = 6300 - 8500 - 0,08 = 4284000 \text{ уд. ед./год}$$

Прибыль предприятия составит:

$$\Pi = 4284000 - 3098600 = 1185400 \text{ уд.ед./м}$$

ТИПОВАЯ ЗАДАЧА 3

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О ПОЛЬЗОВАНИИ УСЛУГАМИ НАЕМНОГО СКЛАДА

Задание: Принять решение о пользовании услугами собственного или наемного склада при исходных данных: условно постоянные расходы, удельные затраты на хранение, число дней хранения запаса, число рабочих дней в году, размер ставки, удельная нагрузка на 1 м² площади при хранении на наемном складе.

Логистическая цепь может быть организована с использованием собственных складов, складов общего пользования либо с применением складов логистических операторов. Стратегическая ориентация на длительное присутствие в регионе позволит экономически обосновать необходимость строительства собственного склада, краткосрочность же хозяйственных связей по данным поставкам наоборот послужит основанием для аренды складских площадей или покупки услуг склада общего пользования.

Склад - это здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения поступивших на них товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

Выделяют три формы собственности складов или складских помещений и площадей в зависимости от целей компании, стоящих перед ней в данном регионе, и грузооборота и товаропотока, проходящего через ее складскую систему:

1. Склад общего пользования или логистического оператора.
2. Наемный склад или аренда площадей на складах общего пользования.
3. Собственный склад.

Выбор между организацией собственного склада и пользованием услугами для размещения запаса складом общего пользования или складом логистического оператора относится к классу решений «сделать или купить».

Задача

Принять решение о пользовании услугами собственного или наемного склада при следующих исходных данных (табл.5):

Таблица 5 - Исходные данные

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Условно постоянные расходы, $C_{пост}$	руб/год	35000
Удельные затраты на хранение, $C_{уд.гр.}$	руб/т	12
Число дней хранения запаса, Z	дней	70
Число рабочих дней в году, D	дней	250
Размер ставки за использование 1 кв.метра, a	руб/м ² *сут	0,5
Удельная нагрузка на 1 м ² площади при хранении на наемном складе, p	т/м ²	0,95

Методика решения:

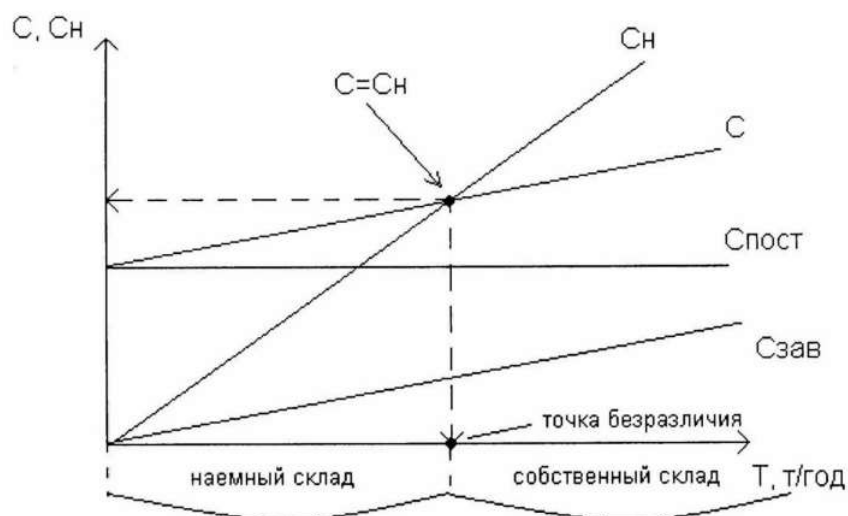


Рисунок 6 - График принятия решения о пользовании услугами наемного (собственного) склада

На рис. 6 линией C_n представлена зависимость затрат на хранение запасов на наемном складе от прогнозируемого размера грузооборота. Зависимость затрат на хранение запасов на собственном складе от размера грузооборота склада представлена линией C и определяется суммированием условно-постоянных и условно-переменных затрат собственного склада:

$$(C = C_{пост} + C_{зав.}). \quad (19)$$

Функция $C_{зав}$ принимается линейной и определяется на базе расценок за выполнение логистических операций.

К постоянным затратам относят расходы по аренде складского помещения, амортизационные отчисления, оплата электроэнергии, заработная плата управленческого персонала.

1. Стоимость хранения товаров на собственном складе:

$$C = C_{пост} + C_{зав.} \quad (20)$$

где $C_{пост}$ —условно постоянные расходы, руб/год.

$$C_{зав.} = C_{уд.гр.} \cdot T \quad (21)$$

где $C_{удгр}$ - удельные затраты на хранение, руб/год;

T - грузооборот склада (годовой), т/год.

2. Затраты, связанные с использованием наемного склада:

$$C_n = \alpha \cdot S_n \cdot 365 \quad (22)$$

где α - размер ставки за использование одного м², руб/м² ■сут;

S_n , - необходимая площадь, м²;

365 - число дней хранения на наемном складе за год.

3. Расчет площади, необходимой для аренды:

$$S_n = \frac{T \cdot Z}{p \cdot D} \quad (23)$$

где Z - число дней хранения запаса;

p —удельная нагрузка, т/м²;

D - число дней работы склада за год.

Решение:

Необходимо найти «точку безразличия» - точку пересечения двух функций C и C_H .
 $C = C_H$, подставив формулы 20, 21, 22 и 23 получим:

$$C_{\text{пост}} + C_{\text{уд.гр.}} \cdot T = \frac{\alpha \cdot 365 \cdot T \cdot 3}{\rho \cdot D};$$

$$T \cdot \left(C_{\text{уд.гр.}} - \frac{365 \cdot \alpha \cdot 3}{\rho \cdot D} \right) + C_{\text{пост}} = 0,$$

Выражаем годовой грузооборот склада:

$$T = \frac{C_{\text{пост}} \cdot \rho \cdot D}{365 \cdot \alpha \cdot 3 - C_{\text{уд.гр.}} \cdot \rho \cdot D};$$

$$T = \frac{35000 \cdot 0,95 \cdot 250}{365 \cdot 0,5 \cdot 70 - 12 \cdot 0,95 \cdot 250} = 838 \frac{m}{год}$$

- «точка безразличия», таким образом при грузообороте в 838 тонн затраты на содержание собственного склада равны затратам, связанным с использованием наемного склада:

$$C = C_{\text{пост}} + C_{\text{уд.гр.}} \cdot T = 35000 + 12 \cdot 838 = 45056 \frac{\text{руб}}{\text{год}};$$

Для построения графика функции рассчитаем затраты при грузопотоке меньшем и большем, чем в «точке безразличия»:

$$\text{При } T = 700 \frac{m}{год};$$

$$C = 35000 + 12 \cdot 700 = 43400 \frac{\text{руб}}{\text{год}};$$

$$C_H = \frac{\alpha \cdot 365 \cdot T \cdot 3}{\rho \cdot D} = \frac{0,5 \cdot 365 \cdot 700 \cdot 70}{0,95 \cdot 250} = 37653 \frac{\text{руб}}{\text{год}};$$

$$\text{При } T = 1000 \frac{m}{год};$$

$$C = 35000 + 12 \cdot 1000 = 47000 \frac{\text{руб}}{\text{год}};$$

$$C_H = \frac{\alpha \cdot 365 \cdot T \cdot 3}{\rho \cdot D} = \frac{0,5 \cdot 365 \cdot 1000 \cdot 70}{0,95 \cdot 250} = 53789 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

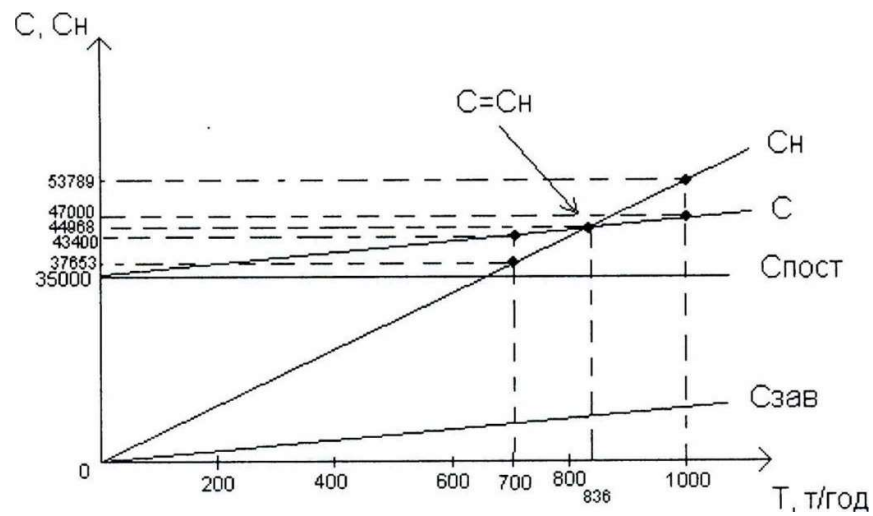


Рисунок 7 - График принятия решения

Вывод: Определив точку безразличия $T=838$ т/год делаем вывод, что при грузообороте $T < 838$ т/год выгодно использовать наемный склад, а при $T > 838$ т/год-собственный.

ТИПОВАЯ ЗАДАЧА 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Задание: При заданных значениях неуправляемых параметров найти на множестве допустимых значений варьируемых параметров такие значения, при которых достигается наилучшее сочетание значений критериев оптимальности. Рассчитать оптимальные значения следующих параметров: время работы грузового фронта и зоны хранения в течение суток, количество подач вагонов на грузовой двор, количество погрузочно-разгрузочных машин.

Одной из основных целей логистики является доставка грузов "точно в срок" при максимальной экономии ресурсов. Решение данной задачи требует согласования технических и технологических параметров ТЛК. Данная задача является по существу многокритериальной.

Введение в экономико-математическую модель, описывающую грузовой фронт (ГФ), дополнительных критериев позволяет повысить надежность и обоснованность принимаемого решения путем учета различия во влиянии варьируемых параметров (количества погрузочно-разгрузочных машин, подач, времени работы грузового фронта и зоны хранения в течение суток и др.) на критерии, характеризующие качество работы ГФ. Так, например, увеличение времени работы ГФ и зоны хранения в течение суток позволяет сократить приведенные затраты за счет снижения расходов на погрузочно-разгрузочные машины, а также расходов, связанных с ожиданием транспортными средствами выполнения погрузочно-разгрузочных операций, увеличить значения критерия, выражающего перерабатывающую способность грузового фронта, но в то же время, увеличить потребность в трудовых ресурсах и расходы электроэнергии на освещение. Уменьшение количества погрузо-разгрузочных машин (ПРМ) ведет к увеличению значения критерия, характеризующего использование машин по времени в течение суток, но снижает перерабатывающую способность ГФ и т.д.

Здесь же отметим, что если, например, одной из целей решения вопроса параметризации является создание энергосберегающей технологии, то разработка и внедрение технологического процесса на основе параметров, определенных с учетом только критерия «приведенные затраты» может не обеспечить выполнение данной задачи. В то же время достижение данной цели не встречает принципиальных трудностей при введении критерия, выражающего затраты электроэнергии в кВт-ч. Таким же образом можно реализовать цели относительно повышения производительности труда, коэффициента использования ПРМ по времени в течение суток, перерабатывающей способности грузового фронта; снижения простоя транспортных средств и др.

Экономико-математическая модель ГФ характеризуется в общем случае вектором управляемых (варьируемых) параметров и вектором критериев оптимальности.

Задача

При заданных значениях неуправляемых параметров найти на множестве допустимых значений варьируемых параметров такие значения, при которых достигается наилучшее в некотором смысле сочетание значений критериев оптимальности. Рассчитать оптимальные значения следующих параметров: время работы грузового фронта и зоны хранения в течение суток (7), количество подач вагонов на грузовой двор (X) , количество погрузо- разгрузочных машин (Z). При следующих исходных данных (табл.6):

Таблица 6 - Исходные данные

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Суточный объем переработки грузов, $Q_{сут}$	т/сут	1249
Доля грузов перегружаемых по «прямому варианту», $\alpha_{п}$		0,2
Время подачи-уборки, $t_{пу}$	часа	0,5
Длина грузового фронта, $L_{фр}$	м	371
Ресурс выделенных локомотиво-часов, $T_{л}$	часа	2,5

Вектор критериев оптимальности может иметь следующий вид:

$$F = \{\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4, \Phi_5\}, \quad (24)$$

где Φ_1 - количество работников, обслуживающих ПРМ на ГФ;

Φ_2 - перерабатывающая способность ГФ;

Φ_3 - коэффициент использования ПРМ по времени в течение суток;

Φ_4 - приведенные затраты, связанные с эксплуатацией ГФ;

Φ_5 —эксплуатационная надежность ГФ.

Пример расчета будем производить для двух критериев оптимальности: Φ_1 и Φ_2 .

Φ_1 - количество работников, обслуживающих ПРМ на грузовом фронте; чел;

Φ_2 - перерабатывающая способность грузового фронта; конт/сут.

Методика решения:

Критерий Φ ; определяется следующим образом:

$$\Phi_1 = Z \cdot K_{cn} \cdot \left[r \cdot \frac{T}{t_{cm}} + (H_{H1} + H_{H2} + H_{H3} + H_{H4}) \right] \quad (25)$$

где K_{cn} - коэффициент списочного состава, учитывающий отсутствие работников по причинам болезни, отпусков и т.д.; $K_{cn} = 1,2$;

r - количество работников определенной профессии, обслуживающие ПРМ при работе в одну смену; $z=1$;

t_{cm} - продолжительность рабочей смены; $t_{CM} = 7$ ч;

$H_{H1}, H_{H2}, H_{H3}, H_{H4}$ - норматив численности работников, занятых на ремонте на одну смену машин; $H_{H1} + H_{H2} + H_{H3} + H_{H4} = 0,2$.

Z —число погрузочно-разгрузочных машин;

T - Время работы грузового фронта и зоны хранения в течение суток.

Критерий Φ_2 определяется по формуле:

$$\Phi_2 = \frac{T \cdot Q_{сум}}{\left\{ \left[\frac{Q_{сум} \cdot k_d}{X \cdot (Z \cdot Q_{tex} - \frac{Q_{сум}}{T_a})} \right] + t_{n-y} \right\} \cdot X} \quad (26)$$

где k_d - коэффициент, учитывающий дополнительные операции, выполняемые ПРМ в зоне хранения; $k_d = 1,1$ -с-1,2;

t_{n-y} - средняя продолжительность подачи и уборки вагона; ч;

$Q_{сум}$ - суточный грузопоток; конт;

Q_{tex} -техническая производительность ПРМ; конт/ч;

T_a - время работы автотранспорта, $T_a = 10$ ч.

Множество допустимых значений варьируемых параметров, как правило, определяется особенностью технологической работы и величиной ресурсов, выделяемых на обеспечение процесса функционирования моделируемого ГФ. В качестве варьируемых параметров принимаются следующие:

1. *Время работы грузового фронта и зоны хранения T в течение суток.*

Величина T может изменяться в пределах:

$$7 > T > 24 \quad (27)$$

2. Количество подач вагонов на грузовой двор X .

При условии, что длина грузового фронта ограничивает длину подачи, X_{min} определяется по формуле:

$$X_{min} = \frac{N_{сут} \cdot l_v}{L_{фр}} \quad (28)$$

где $N_{сут}$ - суточный вагонопоток

l_v - длина полувагона, $l_v = 17$ м;

$L_{фр}$ - длина грузового фронта, м.

$$N_{сут} = \frac{Q_{сут}}{P_{тех}} \quad (29)$$

где $P_{тех}$ - техническая норма загрузки контейнера.

X_{max} определяется по формуле:

$$X_{max} = \frac{t_n^{max}}{t_{n-y}} \quad (30)$$

где $f_{\text{лах}}$ - максимальные ресурсы локомотиво-часов, которые можно использовать для подачи вагонов на грузовой фронт.

3. Количество ПРМ- Z .

Минимальное количество ПРМ определяется по формуле:

$$Z_{min} = \frac{365 \cdot Q_{сут} \cdot k_d \cdot (2 - \alpha_H)}{(365 - T_{рем}) \cdot T \cdot Q_{тех}} \quad (31)$$

где α_H - коэффициент непосредственной перегрузки груза из вагона в автомобиль и обратно;

$T_{рем}$ - продолжительность нахождения ПРМ в ремонте в течение года; сут, $T_{рем} = 10-15$ суток.

Техническая производительность ПРМ определяется по формуле:

$$Q_{tex} = \frac{Q_{cm}}{7 \cdot K_0} \quad (32)$$

где Q - сменная производительность ПРМ; конт/см (берется согласно единым нормам выработки и времени);

K_0 - коэффициент внутрисменного использования ПРМ по времени, $K_0=0,7$.

Максимальное число ПРМ можно рассчитать по условиям:

- а) ограничения на выделяемые ресурсы;
- б) обеспечение минимально необходимой длины грузового фронта l_{min} , обслуживаемого каждой машиной при беспрепятственной и безопасной работе соседних. Величина l_{min} зависит от типа ПРМ. Так, например, при использовании козловых крана $l_{mi.} = 64$ м, при использовании погрузчиков типа «Кальмар» $l_{min} = 80$.

Таким образом,

$$Z_{max} = \min \left\{ \frac{\Delta S_{Ri}}{C_M}; \frac{L_{\phi p}}{l_{min}} \right\} \quad (33)$$

Для решения данной задачи наиболее обоснованным можно считать подход, при котором находится решение, наилучшим образом приближающееся в пространстве критериев к множеству несовместимых оптимумов частных критериев (метод идеальной точки).

При этом в качестве компромиссной точки целесообразно принять решение минимизирующее сумму квадратов относительных отклонений целевых функций от своих достижимых индивидуальных оптимальных значений

$$A_{ком}^{ид} = \left\{ \min A_i \left[\sum_{v=1}^k \left(\frac{\Phi_v(A_i) - \Phi_v}{\Phi_v} \right)^2 \right] \right\} \quad (34)$$

где A - множество допустимых значений оптимизируемых параметров;

$i = 1, \dots, n$ — количество оптимизируемых параметров;

$v = 1, \dots, k$ - количество критериев оптимальности;

$\Phi_v(A_j)$ - допустимые значения критериев оптимальности;

Φ_v - индивидуальные оптимальные значения критериев.

Решение:

Суточный вагонопоток:

$$N_{\text{СУТ}} = \frac{Q_{\text{СУТ}}}{P_{\text{ТЕХ}}} = \frac{1249}{19,25} = 65 \text{ ваг/сут;}$$

Минимальное количество подач вагонов:

$$X_{\min} = \frac{N_{\text{СУТ}} \cdot l_B}{L_{\text{ФР}}} = \frac{65 \cdot 17}{371} = 3 \text{ подачи;}$$

Максимальное количество подач вагонов:

$$X_{\max} = \frac{t_{\text{Л}}^{\max}}{t_{\text{н-у}}} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ подачи;}$$

Техническая производительность ПРМ:

$$Q_{\text{ТЕХ}} = \frac{Q_{\text{СМ}}}{7 \cdot K_0} = \frac{189}{7 \cdot 0,7} = 38,6 \text{ конт/час}$$

Максимальное число ПРМ:

$$Z_{\max} = \min \left\{ \frac{371}{64} \right\} = 6 \text{ ПРМ}$$

Результаты расчетов сводятся в табл.7

Таблица 7 - Результаты расчетов

T	X	Z	Φ_1	Φ_2	$\left(\frac{\Phi_1(A_i) - \Phi_1}{\Phi_1} \right)^2$	$\left(\frac{\Phi_2(A_i) - \Phi_2}{\Phi_2} \right)^2$	$\sum_{v=1}^k \left(\frac{\Phi_v(A_i) - \Phi_v}{\Phi_v} \right)^2$
7	3	5	8	628	0	0,038	0,038
		6	9	781	0,016	0	0,016
	4	5	8	591	0	0,059	0,059
		6	9	724	0,016	0,005	0,011
	5	5	8	558	0	0,082	0,082
		6	9	759	0,016	$7 \cdot 10^{-4}$	0,015
	3	3	7	447	0	0,443	0,443
		4	10	782	0,184	0,173	0,011
		5	12	1077	0,51	0,035	0,475
		6	14	1338	1,0	0	1,0
		3	7	435	0	0,455	0,455
12	4	4	10	748	0,184	0,194	0,01
		5	12	1013	0,51	0,059	0,451
		6	14	1241	1,0	0,005	0,995

	5	3	7	425	0	0,466	0,466
		4	10	716	0,184	0,216	0,032
		5	12	956	0,51	0,082	0,428
		6	14	1157	1,0	0,018	0,982
24	3	2	9	126	0	0,908	0,908
		3	14	894	0,309	0,444	0,135
		4	18	1564	1,0	0,173	0,827
		5	22	2153	2,086	0,038	2,048
		6	27	2677	4,0	0	4,0
	4	2	9	125	0	0,909	0,909
		3	14	871	0,309	0,455	0,146
		4	18	1495	1,0	0,195	0,805
		5	22	2026	2,086	0,059	2,03
		6	27	2483	4,0	0,005	3,995
	5	2	9	125	0	0,909	0,909
		3	14	849	0,309	0,466	0,157
		4	18	1433	1,0	0,216	0,784
		5	22	1913	2,086	0,081	2,005
		6	27	2315	4,0	0,018	3,982

Вывод: Расчет показал, что оптимальными технико-технологическими параметрами терминально-логистического комплекса с учетом двух критериев оптимальности $\Phi 1$ и $\Phi 2$ являются четыре ПРМ при четырех подачах и времени работы 12 часов в сутки.