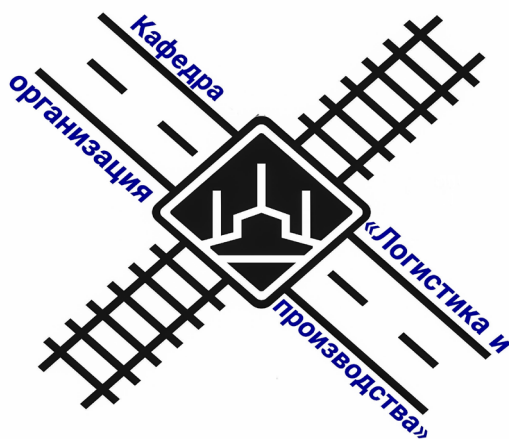


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

ЛОГИСТИКА ЗАПАСОВ И СКЛАДИРОВАНИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 331.91
ББК 65.29
Л2

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства»
«7» марта 2023 г., протокол № 14

Составитель канд. техн. наук, доц. Т. В. Пузанова

Рецензент канд. экон. наук, доц. Т. В. Романькова

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)» очной и заочной форм обучения.

Учебное издание

ЛОГИСТИКА ЗАПАСОВ И СКЛАДИРОВАНИЯ

Ответственный за выпуск	М. Н. Гриневич
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84 /16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Введение.....	4
1 Логистика запасов. Расчет уровня запасов и точки заказа, норм текущего и страхового запасов.....	5
2 Логистика запасов. Расчет оптимальной величины партии заказа и параметров системы управления запасами.....	11
3 Применение логистических методов определения оптимального места расположения склада.....	17
4 Логистика складирования. Расчет суточного грузопотока и общей площади закрытого склада.....	22
5 Логистика складирования. Расчет количества оборудования для переработки и хранения грузов.....	31
6 Логистика складирования. Расчет вместимости склада со стеллажным способом хранения грузов.....	36
7 Логистика складирования. Определение потребности в складских площадях при штабельном способе хранения.....	40
8 Расчет показателей эффективности функционирования складского хозяйства.....	43
Список литературы.....	46

Введение

Целью преподавания дисциплины «Логистика запасов и складирования» является формирование у студентов целостного представления о концепциях, методах и моделях управления запасами и логистическим процессом на складах с учетом интегрированного подхода к формированию и управлению логистическими системами.

Известно, что при планировании, проектировании сквозных процессов товародвижения в большинстве случаев для получения оптимального решения необходимо накопление сырья, полуфабрикатов или готовых изделий в том или ином звене логистической цепи на некоторое время, т. к. для их транспортировки используются циклические виды транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный и т. д.). Общий, единый (целостный) проект движения материального потока (от сырья до готового изделия, поступившего к конечному потребителю) всегда показывает, что следует делать с грузом в места накопления. Возможно, поступившие грузовые единицы необходимо расформировать, товары переупаковать, какое-то время хранить, затем сформировать новые грузовые единицы и в нужный момент доставить потребителю. С этой целью в логистической системе организуется складское хозяйство. Изготовителю продукции необходимы склады сырья и исходных материалов, с помощью которых обеспечивается непрерывность производственного процесса. Склады готовой продукции позволяют содержать запас, обеспечивающий непрерывность сбыта. На складах торговли накапливаются и ожидают своего потребителя готовые изделия.

До настоящего времени уровень проектирования, планировки складских помещений, зданий и сооружений, технической оснащенности большинства складов невысокий, в результате чего большой объем трудоемких работ выполняется вручную со значительными затратами. Современные технологии переработки грузов используются весьма ограниченно из-за: недостаточно широкого выбора складского технологического оборудования; неподготовленности складов и грузов к механической обработке; наличия большого количества мелких нетиповых складов.

В новых условиях хозяйствования необходимо обеспечить выход на передовые рубежи научно-технического прогресса за счет применения рациональной планировки складских помещений, улучшения качества перегрузочной технологии, создания и применения совершенно новой и модернизированной техники, добиваясь высоко эффективности производства.

1 Логистика запасов. Расчет уровня запасов и точки заказа, норм текущего и страхового запасов

Методические указания

Размер заказа и точка заказа (ТЗ) – основные параметры системы управления запасами, за счет изменения которых формируются показатели третьей группы – *параметры уровня запасов*.

Различают максимальный, минимальный и средний уровни общего запаса, а также максимальный и минимальный уровни текущего запаса, наличный запас.

Максимальный уровень текущего запаса, как правило, принимается равным размеру партии поставки Q , а **минимальный** – в идеальных условиях должен достигать нулевой отметки.

Обычно максимальный уровень общего запаса Z_{\max} соответствует моменту получения поставки и равен сумме страхового Z_c и максимального текущего уровней запаса:

$$Z_{\max} = Z_c + Q. \quad (1.1)$$

Минимальный запас Z_{\min} соответствует моменту полного исчерпания текущего запаса и равен страховому запасу Z_c . Средний уровень равен сумме страхового и среднего уровня текущих запасов. В идеальных условиях средние уровни текущего запаса (норма текущего запаса) и общего запаса определяются по формулам

$$\bar{Z}_{\text{тек}} = \frac{Z_{\text{тек}}^{\max}}{2} = \frac{Q}{2}; \quad (1.2)$$

$$\bar{Z}_{\text{общ}} = Z_{\min} + \frac{Z_{\text{тек}}^{\max}}{2} = Z_c + \frac{Q}{2}. \quad (1.3)$$

Для расчета среднего уровня текущего запаса $\bar{Z}_{\text{тек}}$ за длительный период следует использовать формулу средней хронологической

$$\bar{Z}_{\text{тек}} = \frac{\frac{1}{2} Z_0 + \sum_{t=1}^{n-1} Z_t + \frac{1}{2} Z_n}{n}, \quad (1.4)$$

где $Z_0, Z_1, \dots, Z_{n-1}, Z_n$ – размеры текущего запаса на начало планового периода определенных временных отрезков и конец планового периода;

n – количество временных отрезков.

Материальные запасы делятся на *абсолютные* и *относительные*. *Абсолютные запасы* выражаются в натуральном и стоимостном выражении (т, кг, м², р. и др.). *Относительные запасы* выражаются в днях и показывают, на какой срок работы предприятие обеспечено запасом данного материала. Динамика абсолютных показателей и их относительный уровень характеризует способность управления запасами. *Оборачиваемость или скорость оборота* $K_{об}$ показывает, сколько раз за определенный период времени средний запас был продан и возобновлен на предприятии:

$$K_{об} = \frac{S}{\bar{З}}, \quad (1.5)$$

где S – объем оборота (реализации) в отчетном периоде;

$\bar{З}$ – средняя величина запаса в отчетном периоде.

Время одного оборота $T_{об}$ или время обращения показывает, сколько дней в среднем уходит на реализацию среднего товарного запаса:

$$T_{об} = \frac{\bar{З}}{s}; \quad (1.6)$$

$$T_{об} = \frac{T_{пер}}{K_{об}}, \quad (1.7)$$

где s – интенсивность спроса на товарный запас в единицу времени (день);

$T_{пер}$ – период времени, в течение которого определялась оборачиваемость запаса (в практических расчетах принимается: месяц – 30, квартал – 90, год – 360 дней).

Система управления запасами преимущественно ориентирована на использование норм запаса. *Норма запаса* – установленная средняя величина запаса, преимущественно в днях. В рамках статистического подхода известно большое количество методик расчета норм текущего и страхового запасов. Выбор конкретной методики определяется типом продукта, спецификой предприятия.

Задача 1. Ежедневное потребление комплектующих постоянно и составляет 50 шт. по цене 5 ден. ед.; заказ на комплектующие осуществляется один раз в 10 дней. Время выполнения заказа – 2 дня. Возможные задержки поставки – 1 день. Рассчитайте максимальный, минимальный и средний уровни запаса и точку заказа при условии, что поставка осуществляется один раз в месяц. Проанализируйте результаты расчетов.

Задача 2. Рассчитайте норму текущего и страхового запасов с использованием статистического подхода на основе движения запаса, представленного в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Движение запаса

Дни	Запас на начало дня, ед.	Спрос, ед. (отгрузка)	Поставка, ед.	Интервал времени между поставками, дней
1	120	50	–	
2	70	60		
3	10	50	100	3
4	60	60		
5	0	50	120	2
6	70	50		
7	20	50		
8	-30	50	200	3
9	120	40		
10	80	60		
11	20	50	150	3
12	120	50		
13	30	40	300	2
14	290	60		
15	230	50		

Задача 3. По данным таблицы 1.1 рассчитайте средний запас за две недели (14 дней), его оборачиваемость, время оборота.

Задача 4. Определите при уровне обслуживания 84 % параметры модели управления запасами с фиксированным размером заказа, если движение запаса описывается показателями, представленными в таблице 1.2 (условно количество дней в году считаем равным 360). Рассчитайте уровни запаса при заданных основных параметрах управления при условии отсутствия сбоев в поставках. Расчеты оформите в таблицу.

Таблица 1.2 – Основные параметры движения запаса

Показатель	Значение
Объем годовой потребности, ед.	1440
Оптимальный размер заказа, ед.	36
Время выполнения заказа, дней	4
Возможная задержка поставки, дней	0
Запас на начало периода, ед.	40

Задача 5. Рассчитайте страховой запас с уровнем обслуживания 99 % для продукта, имеющего интенсивное движение на складе, в условиях, когда среднедневной спрос на него составляет 5 ед., стандартное отклонение – 4 ед.; среднее время выполнения заказа – 4 дня со стандартным отклонением 1 день.

Задача 6. Пользуясь приведенными в таблице 1.3 данными, определите: запас на начало каждого месяца; среднемесячный запас; средний запас за полугодие. Рассчитайте нормы текущего и страхового запасов на основе статистического подхода.

Таблица 1.3 – Статистические данные о движении запаса на складе

Месяц	Запас на начало периода, ед.	Спрос, ед.	Поставка, ед.
Январь	390	23	0
Февраль		17	160
Март		76	0
Апрель		53	410
Май		231	0
Июнь		232	500
Июль		198	0

Задача 7. Пользуясь приведенными в таблице 1.4 данными, найдите время обращения складского запаса (дней) и оборачиваемость запаса.

Таблица 1.4 – Динамика запасов и объема продаж за полугодие (180 дней)

Месяц	Средний запас, ед.	Объем продаж, ед.
Январь	192	502
Февраль	147	946
Март	387	605
Апрель	504	412
Май	124	277
Июнь	980	801

Задача 8. По представленным в таблице 1.5 данным рассчитайте размер среднего запаса за полугодие.

Таблица 1.5 – Динамика запаса продукции за полугодие

Показатель	Дата						
	1 января	1 февраля	1 марта	1 апреля	1 мая	1 июня	1 июля
Запас, т	20	30	40	50	30	20	60

Задача 9. Найдите средний уровень запаса за квартал, пользуясь следующими данными, характеризующими движение запаса в году: к концу месяца уровень текущего запаса равен 0; поставка осуществляется первого числа каждого месяца в объеме 100 ед.; страховой запас равен 20 ед.

Задача 10. Определите среднегодовой общий запас продукции на складе и необходимый для его содержания размер склада при следующих условиях: спрос на складе постоянен и в среднем в день составляет 5 ед.; время выполнения заказа – 4 дня с возможным отклонением 1 день; постав-

ка осуществляется первого числа каждого месяца в объеме месячной потребности (150 ед.). В расчетах следует учесть, что уровень обслуживания составляет 99 %, площадь единицы продукта – 1 м², при этом продукция складирована в один ярус.

Задача 11. Пользуясь приведенными в таблице 1.6 исходными данными, рассчитайте превышение фактических расходов, связанных с созданием и поддержанием запасов, над минимальными расходами в случае заказа партии оптимального размера.

Таблица 1.6 – Основные показатели системы управления запасами

Параметр	Значение
Оборот за период, ед./мес.	1000
Затраты на формирование одного заказа, у. е./заказ	220
Затраты на хранение единицы товара, у. е./ед. в мес.	11
Фактический размер заказа поставщику, ед.	500

Задание

Предприятие выпускает продукцию, на производство которой требуется 40 видов материалов каждый месяц (таблица 1.7).

Страховой запас для всех видов материалов составляет 20 рабочих дней; цикл заказов для всех компонентов – один раз в месяц (20 рабочих дней); в периоде 240 рабочих дней.

Распределить виды сырья в соответствии с ABC-классификацией и рассчитать показатели до и после применения ABC-анализа:

- ежедневный расход;
- средняя стоимость заказа;
- стоимость страхового запаса;
- средний складской запас;
- количество заказов на один и на все виды сырья.

Стратегии, применяемые к А, В и С группам, приведены в таблице 1.8.

Оценить эффективность использования оборотных средств с помощью коэффициента оборачиваемости и продолжительности оборота. Рассчитать экономический эффект в результате ускорения (замедления) оборачиваемости оборотных средств. Сделать выводы.

Методические указания к заданию

ABC-анализ целесообразно проводить в такой последовательности:

- 1) расположить виды сырья по мере убывания среднего запаса за период;
- 2) суммировать данные об общем расходе на материалы;
- 3) вычертить кривую Лоренца (график Парето);
- 4) разбить виды сырья на группы в зависимости от удельного веса стоимости среднего запаса в общем расходе на материалы: группа А – около 80 %; группа В – 15 %...20 %; группа С – 5 %...10 %.

Таблица 1.7 – Данные о средних запасах материалов

В тысячах рублей

Номер позиции	Средний запас сырья и материалов (по вариантам исходных данных)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2490	2958	1952	3367	2360	4185	3696	2964	3560	2574
2	2450	2910	1920	3311	2320	4113	2270	2912	3496	2526
3	2425	2880	1900	3276	2295	4068	2245	2880	3456	2496
4	2385	2832	1868	3220	2255	3996	2205	2828	3392	2448
5	2315	2748	1812	3122	2185	3870	2135	2737	3280	2364
6	2305	2736	1804	3108	2175	3852	2125	2724	3264	2352
7	2285	2712	1788	3080	2155	3816	2105	2698	3232	2328
8	2255	2676	573	3038	2125	3762	2075	2659	3184	2292
9	892	2646	567	3003	2100	3717	2050	1010	3144	2262
10	884	656	562	2975	2080	3681	2030	1000	3112	2238
11	874	648	555	840	2055	1212	2005	988	1344	2208
12	870	645	553	836	2045	1206	1995	983	1337	915
13	858	636	545	824	605	1188	786	968	1316	900
14	850	630	540	816	599	1176	778	958	1302	890
15	840	623	533	806	591	1161	768	945	1285	878
16	834	618	529	800	587	1152	762	938	1274	870
17	822	609	521	788	578	1134	750	923	1253	855
18	816	605	517	782	573	1125	744	915	1243	848
19	804	596	510	770	564	1107	732	900	1222	833
20	794	588	387	760	557	1092	722	888	1204	820
21	394	584	384	754	552	1083	716	880	1194	813
22	385	570	375	736	539	1056	698	343	1162	790
23	381	564	371	728	355	1044	690	339	1148	780
24	375	370	365	358	349	1026	678	333	322	765
25	372	367	362	355	346	1017	672	330	319	758
26	370	365	360	353	344	337	668	328	317	753
27	368	363	358	351	342	335	332	326	315	299
28	364	359	354	347	338	331	328	322	311	295
29	360	355	350	343	334	327	324	318	307	291
30	357	352	347	340	331	324	321	315	304	288
31	355	350	345	338	329	322	319	313	302	286
32	351	346	341	334	325	318	315	309	298	282
33	348	343	338	331	322	315	312	306	295	279
34	342	337	332	325	316	309	306	300	289	273
35	330	325	320	313	304	297	294	288	277	261
36	327	322	317	310	301	294	291	285	274	258
37	320	315	310	303	294	287	284	278	267	251
38	315	310	305	298	289	282	279	273	262	246
39	310	305	300	293	284	277	274	268	257	241
40	305	300	295	288	279	272	269	263	252	236

Показатели оценки ожидаемых результатов применяемых стратегий можно определить по следующим формулам:

$$\text{Средняя стоимость заказа} = (\text{ежегодный расход} \times \text{цикл заказа}) / 2; \quad (1.8)$$

$$\text{Стоимость страхового запаса} = \text{ежедневный расход} \times \text{страховой запас}. \quad (1.9)$$

Таблица 1.8 – Стратегии к А, В и С группам по вариантам

В днях

Показатель	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Страховой запас:										
А часть	10	11	9	10	8	9	7	17	18	19
В часть	20	22	18	20	16	18	15	34	36	38
С часть	40	44	36	40	32	36	29	68	72	76
Цикл заказа:										
А часть	4	4	4	4	3	4	3	7	7	8
В часть	10	11	9	10	8	9	7	17	18	19
С часть	30	33	27	30	24	27	22	51	54	57

Средний складской запас определяется как сумма средней стоимости заказа и страхового запаса:

$$\begin{aligned} & \text{Количество заказов на один вид сырья} = \\ & = \text{число рабочих дней периода} / \text{частота заказов в днях}. \end{aligned} \quad (1.10)$$

Экономический эффект $\pm \Theta$ в результате ускорения (замедления) оборачиваемости можно определить по формуле

$$\pm \Theta = \text{ежедневный расход} \times \text{изменение продолжительности оборота}. \quad (1.11)$$

В расчетах эффект со знаком «минус» свидетельствует о высвобождении средств из оборота в связи с ускорением, а со знаком «плюс» – дополнительное привлечение средств в оборот при замедлении оборачиваемости.

2 Логистика запасов. Расчет оптимальной величины партии заказа и параметров системы управления запасами

Методические указания

Задача расчета *оптимального размера заказа* состоит в определении такого объема заказа Q^* , при котором достигается минимум суммарных затрат на приобретение, пополнение и хранение запасов.

В теории управления запасами эта величина определяется по формуле Уилсона как

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot C}{c_{ед}}}, \quad (2.1)$$

где S – объем оборота;

C – затраты на выполнение одного заказа;

$c_{ед}$ – затраты на содержание единицы запаса.

Данную формулу называют формулой размера партии, экономичной величиной заказа, формулой квадратного корня, формулой Уилсона и т. д. Пользуясь этой формулой, можно рассчитать другие параметры системы управления запасами:

оптимальное количество заказов

$$N_{opt} = \frac{S}{Q^*}; \quad (2.2)$$

оптимальный интервал между заказами

$$\tau^* = \frac{T_{пер}}{N_{opt}} = \frac{T_{пер} \cdot Q^*}{S}, \quad (2.3)$$

где $T_{пер}$ – продолжительность рассматриваемого периода (например, $T_{пер} = 260$ рабочих дней в году).

В моделях управления запасами уровень запаса регулируется, во-первых, изменением размера заказа; во-вторых, изменением интервала между заказами. В зависимости от использования одного из этих подходов в теории запасов выделяют следующие системы регулирования: с фиксированным периодом заказа (основывается на модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами) и с фиксированным размером заказа (основывается на модели управления запасами с фиксированным размером заказа).

Основное условие базовой модели управления запасами с фиксированным размером заказа – равенство размеров заказа: требуется зафиксировать оптимальный или близкий к оптимальному его размер. Заказ производится, когда располагаемый уровень запаса равен или меньше точки заказа, которая определяется суммарным уровнем страхового запаса и ожидаемого потребления за время выполнения заказа. Момент заказа в данной модели является плавающим и обусловлен моментом, когда располагаемый запас ниже точки заказа. Алгоритм работы модели в условиях определенности и неопределенности представлен в таблице 2.1. Расчетные формулы реализуют концепцию модели и получены исходя из экономической сущности показателей теории управления запасами.

В качестве основного базового условия модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами выступает равенство интервалов между заказами: задается оптимальный интервал времени, рассчитанный на основе оптимального размера заказа. Равенство интервалов между заказами предопределяет фиксированность моментов заказа.

Таблица 2.1 – Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа

Показатель	Обозначение и формулы	
	в условиях определенности	в условиях неопределенности
<i>Входные</i>		
Объем годовой потребности	S	S
Дневной спрос (расход) (средний спрос, среднеквадратическое отклонение спроса)	s	\bar{s}, σ_s
Оптимальный размер заказа	$\tau^* = Q^* / s$	$\tau^* = Q^* / s$
Интервал времени между заказами		
Время выполнения заказа (среднее время выполнения заказа, среднеквадратическое его отклонение)	t_3	\bar{t}_3, σ_{t_3}
Возможная задержка поставки	Δt_3	Δt_3
Запас на начало периода	z_0	z_0
<i>Расчетные</i>		
Ожидаемое потребление за время выполнения заказа	$ОП = s \cdot t_3$	$ОП = s \cdot t_3$
Страховой запас	$z_c = s \cdot \Delta t_3$	$z_c = k \sqrt{\bar{t}_3 \cdot \sigma_s^2 + s^2 \cdot \sigma_{t_3}^2}$
Максимально желательный запас	$z^{\max} = Q^* + z_c$	
Точка заказа	$TЗ = ОП + z_c$	
Момент заказа	$t_m = \{t = \bar{1}, n; P_t \leq TЗ\}$	
Размер заказа	$Q_t = \begin{cases} Q^*, & t = t_m, \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$	
Поставка	$ПО_t = \begin{cases} Q^*, & t = t_m + t_3, \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$	
Запас общий	$z_t = z_0 + ПО_t - s_t$	
Запас располагаемый	$P_t = \begin{cases} z_t + Q_t; & t_m \leq t \leq t_m + t_3, \\ z_t, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$	

На основании интервала между заказами устанавливаются и другие параметры модели. Размер заказа является плавающим и определяется исходя из условия необходимости пополнения запаса при соблюдении условий поставки до максимального уровня. Это означает, что на момент расчета размер заказа представляет собой разницу между максимальным и доступным запасами, а на момент поставки – между максимальным и доступным запасом,

уменьшенным на величину ожидаемого потребления за время выполнения заказа. Алгоритм работы модели в условиях определенности и неопределенности приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Показатель	Обозначение и формулы	
	в условиях определенности	в условиях неопределенности
<i>Входные</i>		
Объем годовой потребности	S	S
Дневной спрос (расход) (средний спрос, среднеквадратическое отклонение спроса)	s	\bar{s}, σ_s
Оптимальный размер заказа	Q^*	Q^*
Интервал времени между заказами	$\tau^* = Q^* / s$	$\tau^* = Q^* / s$
Время выполнения заказа	t_3	\bar{t}_3, σ_{t_3}
Возможная задержка поставки	Δt_3	Δt_3
Момент первого заказа	z_0	z_0
<i>Расчетные</i>		
Ожидаемое потребление за время выполнения заказа	$ОП = s \cdot t_3$	$ОП = s \cdot t_3$
Страховой запас	$z_c = s \cdot \Delta t_3$	$z_c = k \sqrt{\bar{t}_3 \cdot \sigma_s^2 + s^2 \cdot \sigma_{t_3}^2}$
Максимально желательный запас	$z^{\max} = \tau^* \cdot s + z_c$	
Точка заказа	–	
Момент заказа	$t_m = \{t_0, t_0 + \tau^*, t_0 + 2\tau^*, \dots\}$	
Размер заказа	$Q_t = \begin{cases} z^{\max} + ОП - z_t, & t = t_m, \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$	
Поставка	$ПО_t = \begin{cases} Q^*, & t = t_m + t_3, \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$	
Запас общий	$z_t = z_0 + ПО_t - s_t$	
Запас располагаемый	$P_t = \begin{cases} z_t + Q_t; & t_m \leq t \leq t_m + t_3, \\ z_t, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$	

Эффективное управление запасами требует распределение номенклатуры запаса по видам. Кроме того, необходимо выделить позиции запаса, которые неодинаково влияют на результаты деятельности и характеризуются разным откликом на управленческие воздействия. Для решения данной задачи используются ABC- и XYZ-классификации.

Задача 1. Продукция упакована в ящики размером $a \times b \times c$ (ширина $a = 0,3$ м, длина $b = 0,4$ м, высота $c = 0,3$ м). При хранении допускается штабелирование ящиков в $h = 6$ ярусам. Месячная ставка аренды 1 м^2 складских помещений $R = 6$ у. е./ м^2 . Рассчитайте оптимальные партии заказа, если годовая потребность в продукции $S = 1000$ ящиков; цена единицы продукции $p = 600$ р.; доля от цены, приходящаяся на затраты по обслуживанию запаса (страхование, % по кредиту, налоги), $l = 0,25$; затраты на выполнение одного заказа $C = 500$ р. Обменный курс у. е. = 28 р.

Задача 2. Пусть потребность в продукции в год S составляет 800 ед. Стоимость заказа $C = 20$ р. Затраты на содержание единицы запаса в год – 4 р. Имеется система оптовых скидок, приведенная в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Размер скидок на продукцию

Размер заказа, ед.	Цена единицы, р.
До 50	20
50–79	18
80–99	17
Более 100	16

Рассчитайте оптимальный размер заказа.

Задача 3. Пусть потребность в продукции на год составляет 1000 ед.; затраты на выполнение одного заказа – 100 р.; затраты на содержание запаса – 40 % цены единицы запаса. Имеется система оптовых скидок, представленная в таблице 2.4. Найдите оптимальный размер заказа.

Таблица 2.4 – Размер скидок на продукцию

Размер заказа, ед.	Цена, р./ед.
До 120	78
Более 120	50

Задача 4. Пользуясь приведенными в таблице 2.5 исходными данными, рассчитайте превышение фактических расходов, связанных с созданием и поддержанием запасов, над минимальными расходами в случае заказа партии оптимального размера.

Задача 5. Коммерческая организация осуществляет торговлю мукой в мешках по 50 кг. Все поставщики, с которыми она работает, расположены на расстоянии 1500 км, поэтому поставки осуществляются железнодорожным транспортом крытыми вагонами грузоподъемностью 68 т – по одному вагону 5 раз в месяц. Оцените экономический размер заказа, ориентируясь на отчетные данные, приведенные в таблице 2.6.

Таблица 2.5 – Основные показатели системы управления запасами

Параметр	Значение
Оборот за период, ед./мес.	1000
Затраты на формирование одного заказа, у. е./заказ	220
Затраты на хранение единицы товара, у. е./ед. в мес.	11
Фактический размер заказа поставщику, ед.	500

Таблица 2.6 – Данные для расчета логистических затрат

Параметр	Значение
Годовая потребность, т	4000
Среднее число заказов в месяц	5
Годовые затраты на работу с поставщиками, тыс. р.	204
Годовая арендная плата за офис, тыс. р.	120
Инвестиции в запасы, р./т	7100
Альтернативная норма прибыли, %	14
Стоимость обработки запаса, р./т	420
Месячная арендная плата за склад, р./м ²	130
Арендуемая площадь склада, м ²	150
Годовой фонд оплаты труда работников склада, тыс. р.	1488
Грузоподъемность вагона, т	68

Задача 6. Рассчитайте оптимальный размер заказа (в ед., днях), а также суммарные затраты на хранение и пополнение запаса по данным, приведенным в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Данные для расчета оптимального размера заказа

Параметр	Значение
Годовая потребность, ед.	375
Закупочная цена 1 ед., у. е.	10
Затраты на выполнение одного заказа, у. е.	5
Затраты на содержание запаса, % от цены закупки	25
Количество рабочих дней в году	250

Задача 7. Фирма ежегодно закупает 500 м² транспортной пищевой ленты, используемой при производстве кондитерских и хлебобулочных изделий. Затраты на организацию заказа составляют 180 ден. ед. Цена зависит от величины партии. Затраты на хранение – 12 % стоимости запаса. Определите величину оптимальной партии транспортной ленты.

Таблица 2.8 – Размер скидок на продукцию

Размер заказа	1...199 м ²	200...299 м ²	300 м ² и более
Цена 1 м ² , ден. ед.	40	35	30

Задача 8. План годового выпуска продукции производственного предприятия составляет 800 ед., при этом на каждую единицу готовой продукции требуется 2 ед. комплектующего изделия КИ-1. Известно, что стоимость подачи одного заказа равна 200 р., цена единицы комплектующего изделия – 480 р., а стоимость содержания комплектующего изделия на складе достигает 15 % его цены. Время поставки, указанное в договоре о поставке, составляет 10 дней, возможная задержка поставки – 2 дня; число рабочих дней в году – 226.

Рассчитайте:

- а) оптимальный размер заказа комплектующих в абсолютном и относительном выражении, страховой запас и точку заказа;
- б) параметры системы управления запасами с фиксированным размером заказа.

3 Применение логистических методов определения оптимального места расположения склада

Методические указания

Наукой и практикой выработаны разнообразные методы решения задач по определению оптимального места расположения склада на обслуживаемой территории. Кратко охарактеризуем некоторые из них.

1 Метод полного перебора.

Задача выбора решается полным перебором и оценкой всех возможных вариантов размещения распределительных центров и выполняется на ЭВМ методами математического программирования. Однако на практике в условиях разветвленных транспортных сетей метод может оказаться неприменим, т. к. число возможных вариантов по мере увеличения масштабов сети, а с ними и трудоемкость решения растут по экспоненте (даже для ЭВМ составляет большую проблему)

2 Эвристические методы.

В основе методов лежит человеческий опыт и интуиция. По существу, метод основан на «правиле Парето», т. е. на предварительном отказе от большого количества очевидно неприемлемых вариантов. Остаются лишь спорные варианты, по которым у эксперта нет однозначного мнения. Для этих вариантов ЭВМ выполняет расчеты по полной программе.

3 Метод определения центра тяжести физической модели системы распределения.

Метод аналогичен определению центра тяжести физического тела. Суть его состоит в следующем. Из легкого листового материала вырезают пластину,

контуры которой повторяют границы района обслуживания. На эту пластину в местах расположения потребителей материального потока укрепляют грузы, вес которых пропорционален величине потребляемого в данном пункте потока. Затем модель уравнивают.

Если распределительный центр разместить в точке района, которая соответствует точке центра тяжести изготовленной модели, то транспортные расходы по распределению материального потока на территории района будут минимальны.

4 Метод определения центра тяжести с помощью аналитической модели системы распределения.

Задачу можно решить с помощью известных математических формул. При выборе места расположения склада наибольшее внимание уделяется транспортным расходам, связанным с доставкой грузов на склад и со склада потребителям. Чем ниже эти совокупные затраты, тем выше прибыль фирмы, а следовательно, эффективнее вариант выбора. Затраты, связанные со строительством и дальнейшей эксплуатацией складского сооружения, в данном случае не учитываются. Условно считается, что они больше зависят от особенностей конструкции склада и его технической оснащённости, чем от места расположения.

Для этого используется метод наложения сетки координат на карту потенциальных мест расположения складов. Система сетки дает возможность оценить стоимость доставки от каждого поставщика до предполагаемого склада и от склада до конечного потребителя, а выбор останавливается на варианте, который определяется как центр массы или центр равновесной системы транспортных затрат.

Минимизировать затраты можно, разместив склад в окрестностях центра тяжести грузопотоков.

Координаты распределительного склада определяются по формулам

$$M_{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{Pi} \cdot X_{Pi} \cdot Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} \cdot X_{Ki} \cdot Q_{Ki}}{\sum_{i=1}^n T_{Pi} \cdot Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} \cdot Q_{Ki}} ; \quad (3.1)$$

$$M_{(y)} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{Pi} \cdot Y_{Pi} \cdot Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} \cdot Y_{Ki} \cdot Q_{Ki}}{\sum_{i=1}^n T_{Pi} \cdot Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} \cdot Q_{Ki}} , \quad (3.2)$$

где M – центр масс или центр равновесной системы транспортных затрат, т·км;

X_{Pi} , Y_{Pi} – расстояние от начала осей координат до точки, обозначающей места расположения поставщика, км;

X_{Ki} , Y_{Ki} – расстояние от начала осей координат до точки, обозначающей места расположения клиента, км;

T_{Ki} – транспортный тариф для клиента на перевозку груза, ден. ед. / т·км;

T_{Pi} – транспортный тариф для поставщика на перевозку груза, ден. ед./ т·км;

Q_{Ki} – вес (объем) груза, реализуемый i -м клиентом, т;

Q_{Pi} – вес (объем) груза, закупаемый у i -го поставщика, т.

При решении проблемы оптимального места расположения склада, снабжающего мелких потребителей и розничную сеть города, из общей формулы можно исключить транспортный тариф на перевозку, поскольку внутри города он будет одинаков. Тогда формула центра массы примет следующий вид:

$$M_{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Ki} \cdot Q_{Ki}}{\sum_{i=1}^n Q_{Ki}} ; \quad (3.3)$$

$$M_{(y)} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{Ki} \cdot Q_{Ki}}{\sum_{i=1}^n Q_{Ki}} . \quad (3.4)$$

В качестве примера найдем место для размещения склада в распределительной системе, обслуживающей пять потребителей. Нанесем на карту района обслуживания координатные оси и найдем координаты точек, в которых размещены потребители материального потока, например, предприятия (на рисунке 3.1 указаны номера предприятий-потребителей, в скобках – их месячный грузооборот). Расчеты выполнить самостоятельно.

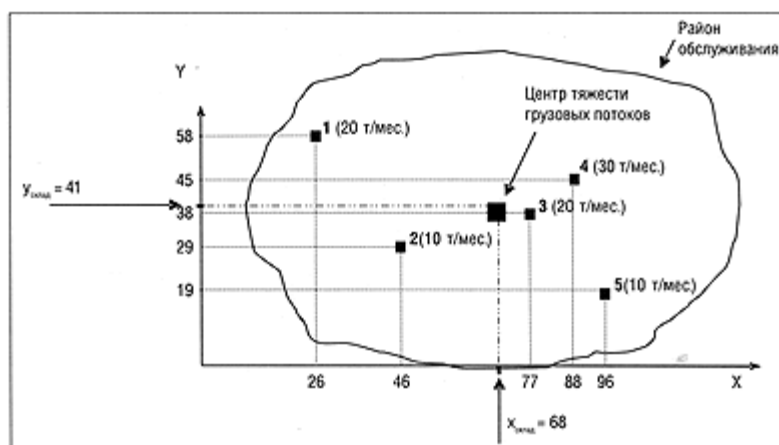


Рисунок 3.1 – Определение места расположения склада методом поиска центра тяжести грузовых потоков

Таким образом, можно найти точку территории, где расположен центр тяжести грузовых потоков, которая не всегда совпадает с точкой, обеспечивающей минимум транспортных затрат по доставке товаров, но, как

правило, находится где-то недалеко. Подобрать приемлемое место для склада позволит последующий анализ возможных мест размещения в окрестностях найденного центра тяжести.

5 Определение места расположения распределительного центра методом пробной точки.

Этот метод позволяет определить оптимальное место размещения распределительного склада в случае прямоугольной конфигурации сети автомобильных дорог на обслуживаемом участке. Пусть на участке дороги произвольной длины (рисунок 3.2, участок АН) имеется 8 потребителей материального потока: А, В, С, D, E, F, G и Н. Месячный объем завоза товаров к каждому из них указан в скобках. Пробной точкой отрезка называется любая точка, находящаяся на этом отрезке и не принадлежащая его концам (т. е. пробная точка не должна совпадать с точками А, В, С, D, E, F, G и Н). Участок обслуживания проверяют, начиная с крайнего левого конца.

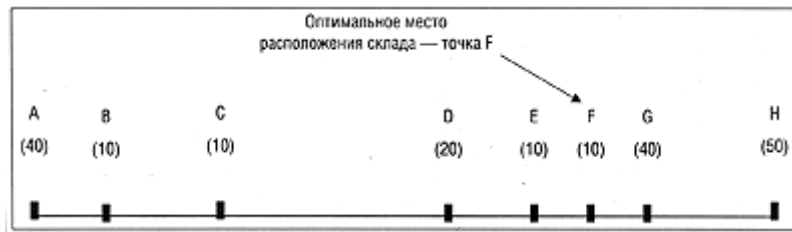


Рисунок 3.2 – Определение оптимального места расположения склада на участке обслуживания методом пробной точки

Вначале анализируют первый отрезок участка (в данном случае – отрезок АВ) и подсчитывается сумма объемов завоза товаров к потребителям, находящимся слева и справа от поставленной точки. Если объем завоза к потребителям, находящимся справа, больше, то проверяется следующий отрезок. Если меньше, то принимается решение о размещении склада в начале анализируемого отрезка. Перенос пробных точек продолжается до тех пор, пока не появится точка, для которой сумма объемов завоза к потребителям с левой стороны не превысит сумму объемов завоза к потребителям с правой стороны. Решение принимается о размещении склада в начале этого отрезка, т. е. слева от пробной точки (в данном примере это точка F). Может возникнуть вариант, когда сумма объемов завоза слева и справа от пробной точки очередного отрезка становится одинаковой (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Определение оптимального расположения склада при равенстве левого и правого грузооборотов пробной точки

Отметим начало этого отрезка – точку O – как первое из возможных мест расположения распределительного склада и точку P – последнее из возможных мест.

Задача 1. Фирма, занимаясь реализацией продукции на рынках сбыта K_A , K_B , K_C , имеет постоянных поставщиков P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 в различных регионах. Увеличение объема продаж заставляет фирму поднять вопрос о строительстве нового распределительного склада, обеспечивающего продвижение товара на новые рынки и бесперебойное снабжение своих клиентов.

Исходные данные представлены в таблице 3.1. Для простоты расчетов предположим, что тариф T для поставщиков на перевозку продукции на склад составляет 1 долл./($t \cdot km$), а тарифы для клиентов на перевозку продукции со склада равны: для K_A – 0,8 долл./($t \cdot km$), K_B – 0,5 долл./($t \cdot km$), K_C – 0,6 долл./($t \cdot km$). Поставщики осуществляют среднюю партию поставки соответственно в размерах: $P_1 = 150$ т, $P_2 = 75$ т, $P_3 = 125$ т, $P_4 = 100$ т, $P_5 = 50$ т. Партия поставки при реализации клиентам соответственно равна: $Q_A = 300$, $Q_B = 250$, $Q_C = 150$.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Координата	Клиент			Поставщик				
	K_A	K_B	K_C	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
X	0	300	550	150	275	400	500	600
Y	575	500	600	125	300	275	100	550

Задача 2. Используя исходные данные предыдущей задачи, определите, как изменится выбор оптимального места расположения распределительного склада, если изменится тариф на перевозку для поставщиков P_4 и P_5 до 1,75 долл./($t \cdot km$).

Задача 3. На территории района имеется 8 магазинов, торгующих продовольственными товарами. Методом определения центра тяжести грузопотоков найдите ориентировочное место для расположения склада, снабжающего магазины. В таблице 3.2 приведены координаты обслуживаемых магазинов (в прямоугольной системе координат), а также их месячный грузооборот.

Таблица 3.2 – Грузооборот и координаты обслуживаемых магазинов

Номер магазина	Координата X , км	Координата Y , км	Грузооборот, т/мес.
1	10	10	15
2	23	41	10
3	48	59	20
4	36	27	5
5	60	34	10
6	67	20	20
7	81	29	45
8	106	45	30

Пользуясь приведенными в теоретических пояснениях к заданию формулами, необходимо найти координаты точки ($X_{склад}$, $Y_{склад}$), в окрестностях которой рекомендуется организовать работу распределительного склада, а также указать эту точку на чертеже.

Задача 4. На территории Могилевской области имеется 9 крупных потребителей продукции. Координатным методом определения центра тяжести грузопотоков найдите ориентировочное место для расположения распределительного склада. В таблице 3.3 приведены координаты обслуживаемых магазинов (в прямоугольной системе координат), а также их месячный грузооборот.

Таблица 3.3 – Грузооборот и координаты обслуживаемых складов

Номер магазина	Координата X , км	Координата Y , км	Грузооборот, т/мес.
1 Могилев	100	75	200
2 Бобруйск	46	25	120
3 Кличев	66	35	30
4 Быхов	75	45	40
5 Чаусы	130	65	40
6 Славгород	140	37	40
7 Горки	150	120	50
8 Кричев	160	55	60
9 Костюковичи	190	40	25

Пользуясь географическими картами, атласом автомобильных дорог и приведенными в теоретических пояснениях к заданию формулами, необходимо найти более точные координаты точки ($X_{склад}$, $Y_{склад}$), в окрестностях которой рекомендуется организовать работу распределительного склада, а также указать эту точку на чертеже.

4 Логистика складирования. Расчет суточного грузопотока и общей площади закрытого склада

Методические указания

Склад в логистической системе работает на преобразование материальных (грузопотока), изменяющихся по интенсивности и характеру входящих и выходящих потоков. Поэтому основные показатели складских мощностей будут напрямую зависеть от характеристик перерабатываемых грузопотоков и прежде всего от суточного грузопотока:

$$Q_{сут} = Q_{н.сут} + Q_{о.сут} + Q_{в.сут}, \quad (4.1)$$

где $Q_{сут}$ – среднесуточная грузопереработка (величина среднесуточного грузопотока т/сут или усл. п./сут);

$Q_{n.сут}$ – среднесуточный грузопоток прибытия, т/сут, усл. п./сут;

$Q_{o.сут}$ – среднесуточный грузопоток по отправлению, т/сут, усл. п./сут;

$Q_{в.сут}$ – среднесуточная внутрискладская грузопереработка, т/сут, усл. п./сут.

Неравномерность поступления и отпуска материалов выражается коэффициентом неравномерности, который всегда больше единицы, и устанавливается по следующей формуле:

$$K_{нер.n(o)} = \frac{Z_{max}}{Z_{cp}} \geq 1, \quad (4.2)$$

где Z_{max} , Z_{cp} – максимальный и средний запасы материалов в фиксируемый период времени (т, м, м³ или шт.) соответственно.

$$Q_{n.сут} = \frac{Q_{n.год} \cdot K_{нер.n}}{T_n}, \quad (4.3)$$

где $Q_{n.год}$ – годовой грузопоток склада по прибытию, т/год, усл. п./год;

T_n – число дней работы склада на прием грузов;

$K_{нер.n}$ – коэффициент неравномерности по приему грузов (1,2...1,5).

$$Q_{o.сут} = \frac{Q_{o.год} \cdot K_{нер.o}}{T_o}, \quad (4.4)$$

где $Q_{o.год}$ – годовой грузопоток склада по отправке грузов т/год, усл. п/год;

T_o – число дней работы склада на отправку грузов т/год, усл. п/год;

$K_{нер.o}$ – коэффициент неравномерности по отправке грузов (1,1...1,2).

$$Q_{в.сут} = (Q_{n.сут} + Q_{o.сут}) \cdot K_{нер}, \quad (4.5)$$

где $K_{нер}$ – коэффициент внутрискладских перевалок, учитывающий, сколько законченных операций совершается в технологическом цикле.

Емкость склада – максимальное количество объектов, одновременно находящихся на складе.

$$E_{скл} = Q_{сут} \cdot t_{xp}, \quad (4.6)$$

где $E_{скл}$ – емкость (вместимость) склада, т;

$Q_{сут}$ – суточный грузопоток, т;

t_{xp} – срок хранения груза на складе, дней.

Протяженность погрузочно-разгрузочного фронта определяется исходя из годового поступления на склад и отправки со склада, а также средней грузоподъемности вагона или автотранспортного средства:

$$L = n \cdot l + (n - 1) \cdot l_1, \quad (4.7)$$

где L – длина разгрузочного фронта, м;

l – длина транспортного средства, м;

l_1 – длина промежутков между транспортными средствами, одновременно поставленными под разгрузочные работы (для вагонов $l_1 = 1,0 \dots 1,5$ м; для автомобилей, установленных к разгрузочному фронту торцом, $l_1 = 1$ м; для автомобилей, установленных вдоль разгрузочного фронта, $l_1 = 2,8$ м);

n – количество транспортных средств, одновременно подаваемых под разгрузку, шт.

$$n = \frac{n_{mp}}{r_{nod}}, \quad (4.8)$$

где n_{mp} – число транспортных средств, подаваемых в течение суток на разгрузку;

r_{nod} – число подач транспортных средств в сутки.

$$n = \frac{Q \cdot K_{нер.n}}{T_n \cdot D_m}, \quad (4.9)$$

где Q – годовой грузооборот, т;

D_m – грузоподъемность одного транспортного средства, т.

Таким же способом рассчитывается длина погрузочного фронта для транспортных средств, одновременно подаваемых под отгрузку:

$$n = \frac{Q \cdot K_{нер.o}}{T_o \cdot D_m}. \quad (4.10)$$

Длина погрузочно-разгрузочного фронта автомобильной платформы может быть найдена и по формуле

$$L = n_a \cdot K_{нер.o} \cdot t \cdot 4,5, \quad (4.11)$$

где n_a – количество автомашин, поступающих и отправляемых в час;

t – время нахождения автотранспорта под погрузкой или разгрузкой;

4,5 – протяженность фронта платформы для одного автотранспортного средства при его погрузке или разгрузке с торца, м.

Длина фронта разгрузки зависит от количества и размеров транспортных средств (ТС), прибывающих на склад автомобилей или вагонов, а также от времени, необходимого для их разгрузки.

Количество ТС, прибывающих на склад за смену, можно определить следующим образом:

$$n_{см} = \frac{Q_{ср.см} \cdot K_{нер.п}}{q_n \cdot \gamma_{исп.зр}}, \quad (4.12)$$

где $Q_{ср.см}$ – среднесменный грузооборот поступления (т/смену);

q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

$\gamma_{исп.зр}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства.

$$q_n = \frac{q_{ф}}{\gamma_{исп.зр}}, \quad (4.13)$$

где $q_{ф}$ – фактический вес груза, перевозимый автомобилем, т.

Количество транспортных средств, одновременно находящихся под разгрузкой, должно соответствовать количеству постов разгрузки – бригад B_k :

$$B_k = \frac{n_{см}}{ПР_{ср}}, \quad (4.14)$$

где $ПР_{ср}$ – средняя производительность одного поста (бригады) транспортного средства в смену.

$$ПР_{ср} = \frac{T_{см}}{T_{ср.разгр}}, \quad (4.15)$$

где $T_{см}$ – время работы бригады за смену, чел.-ч/см.;

$T_{ср.разгр}$ – среднее время разгрузки транспортного средства бригадой, чел.-ч/тс.

При этом следует отметить, что габариты транспортного средства не должны превышать по ширине 2,5 м (для рефрижераторов и изотермических кузовов допускается 2,6 м). Следовательно, расстояние между осями для мест разгрузки должно быть не менее 3,6 м.

Методика расчета складских площадей включает расчет следующих параметров. Общая площадь склада $F_{общ}$ рассчитывается по формуле

$$F_{общ} = F_{пол} + F_n + F_o + F_{всп} + F_{служ}, \quad (4.16)$$

где $F_{пол}$ – площадь, занимаемая хранимыми материалами;

$F_{н-о}$ – площадь приемочно-отправочных площадок (определяется для тупикового склада, а для сквозного склада определяются F_n – площадь приемочной экспедиции и F_o – площадь отправочной экспедиции по отдельности);

$F_{всп}$ – площадь вспомогательная, представляющая собой сумму площадей, занятых транспортными проездами, противопожарными и технологическими проходами между оборудованием и складом;

$F_{служ}$ – служебная площадь, представляющая собой конторские, бытовые площади и устанавливаемая в зависимости от количества работающих на складе по нормативам, зависящим от размеров склада, хранимых материалов и объемов складской переработки.

Полезная площадь с учетом используемого для хранения материалов складского оборудования может быть определена по формуле

$$F_{пол} = f_{ед.обор} \cdot n_{ед.обор}, \quad (4.17)$$

где $f_{ед.обор}$ – площадь единицы оборудования;

$n_{ед.обор}$ – количество единиц оборудования (под единицей оборудования понимается ящик, поддон, штабель, стеллаж).

$$n_{ед.обор} = \frac{q_{max}}{q_{ед.обор}} = \frac{q_{сут} \cdot t_{xp} \cdot K_{нер.н}}{q_{ед.обор}}, \quad (4.18)$$

где q_{max} – максимальный запас на складе;

$q_{ед.обор}$ – вместимость единицы оборудования;

$q_{сут}$ – среднесуточное поступление грузов на склад;

t_{xp} – продолжительность хранения грузов на складе.

Площадь приемочно-отправочная рассчитывается следующим образом:

$$F_{n-o} = \frac{q_{сут} \cdot t_{xp.n-o} \cdot K_{нер.н}}{\sigma}, \quad (4.19)$$

где σ – средняя нагрузка на пол склада ($т/м^2$);

$t_{xp.n-o}$ – продолжительность хранения на приемочно-отправочных площадках.

Таким же образом на основе ограничений на среднюю нагрузку на пол склада в зоне основного хранения запасов материалов σ и времени их хранения можно определить и полезную площадь.

Площадь приемочной экспедиции при ежедневном поступлении грузов определяется по формуле

$$F_n = \frac{Q_n \cdot t_{xp.n} \cdot K_{нер.н}}{T_n \cdot \sigma}, \quad (4.20)$$

где Q_n – годовой грузооборот склада по приемке грузов;

$t_{xp.n}$ – продолжительность хранения грузов на приемочной экспедиции.

Площадь отправочной экспедиции определяется из выражения

$$F_o = \frac{Q_o \cdot t_{xp.o} \cdot K_{нер.o}}{T_o \cdot \sigma}, \quad (4.21)$$

где Q_o – годовой грузооборот склада по отпуску грузов;

$t_{xp.o}$ – продолжительность хранения грузов на отправочной экспедиции.

Площадь вспомогательная рассчитывается по формуле

$$F_{всп} = \sum_1^n A \cdot B, \quad (4.22)$$

где A – длина коридоров, проездов;

B – ширина коридоров, проездов;

n – общее количество коридоров, проездов.

Ориентировочные значения вспомогательной площади $F_{всп}$, занятой проездами для транспортных средств, проходами, противопожарными разрывами, находится как сумма площадей этих элементов. Ширину проездов $Ш$ при этом определяют с учетом габаритов транспортных средств:

$$Ш = 2B + 3C, \quad (4.23)$$

где B – ширина транспортного средства, м;

C – величина зазоров между транспортными средствами и оборудованием, составляет 0,2 м.

При максимальном числе работников на складе в смену служебная площадь составляет

$$F_{служ} = H_ч \cdot ч_p, \quad (4.24)$$

где $H_ч$ – норматив выделяемой площади на человека, м²;

$ч_p$ – количество работников на складе в смену, чел.

Для оценки принятых решений по технологии складирования введены два основных показателя:

1) коэффициент использования площади склада

$$k_{исп.пл} = \frac{F_{пол}}{F_{общ}}; \quad (4.25)$$

2) коэффициент использования объема склада

$$k_{исп.об} = \frac{V_{пол}}{V_{общ}}, \quad (4.26)$$

где $V_{пол}$ – полезный объем, занятый хранимыми материалами;

$V_{общ}$ – общий объем склада (зависит от высоты принятого хранилища и конструкции склада).

Задача 1. Рассчитайте суточный грузопоток закрытого склада при следующих данных: среднее суточное поступление грузов на склад – 12 вагонов, максимальное – 15; средний вес груза в одно вагоне – 100 т; среднесуточный отпуск грузов со склада – 60 автопоездов, максимальный – 72; средний вес груза в одном автопоезде – 18 т; коэффициент перевалок – 12.

Задача 2. Рассчитайте общую площадь закрытого склада при следующих данных: среднее суточное поступление грузов на склад – 6 вагонов, максимальное – 9; средний вес груза в одном вагоне – 40 т; коэффициент использования площади склада – 0,8; вместимость базового модуля – 50 кг; средний срок хранения груза – 2 сут.

Задача 3. В закрытом складе оптовой базы хранятся инструменты в ящиках на стандартных поддонах при следующих условиях.

1 Вес ящика – 50 кг, ширина – 40 см, длина – 60 см, высота – 40 см.

2 Размер поддона – 80 × 1200 мм, высота – 142 мм, грузоподъемность – до 1 т.

3 Поддоны (16 шт.) составлены в штабели.

4 Грузоподъемность погрузчика – до 1 т на высоте 2,5 м.

5 Количество рабочих суток в году – 320.

6 Годовой грузооборот на складе – 6400 т.

7 Нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 2 т.

8 Продолжительность хранения груза – 6 сут.

9 Продолжительность хранения груза на приемочно-отправочной площадке – 1 сут.

10 Коэффициент неравномерного поступления грузов на склад – 1,2.

11 Коэффициент использования площади склада – 0,6.

12 Количество работников склада – 3 чел.

Рассчитайте все складские площади $F_{пол}$, $F_{н-о}$, $F_{сл}$, $F_{всп}$, $F_{общ}$.

Задача 4. Рассчитайте протяженность разгрузочного фронта закрытого склада при следующих условиях: среднесуточное поступление грузов на склад – 8 вагонов, максимальное – 12; средний вес груза в одном вагоне – 62 т; длина вагона – 14,73 м; промежуток между вагонами – 1 м.

Задача 5. Определите длину погрузочного фронта автомобильной платформы закрытого склада при следующих данных: среднесуточный отпуск грузов со склада – 6 автомобилей, максимальный – 9; время погрузки одного автомобиля – 30 мин.

Задача 6. Рассчитайте количество бригад (постов) разгрузки закрытого склада при следующих условиях: среднесуточное поступление грузов на склад – 10 автомобилей, максимальное – 14; средний вес груза в одном автомобиле – 4,5 т; продолжительность смены – 8 ч; время погрузки одного автомобиля – 45 мин.

Задача 7. Найдите площадь комплектовочно-отпускной экспедиции склада при следующих данных: годовой грузооборот по отпуску продукции – 80300 т; продолжительность хранения на отпускной экспедиции – 2 сут; нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 1,5 т; среднесуточный отпуск грузов со склада – 5 вагонов, максимальный – 6.

Задача 8. Определите общую площадь закрытого склада при следующих условиях: среднесуточное поступление грузов на склад – 5 вагонов,

максимальное – 8; средний вес груза в одном вагоне – 50 т; вместимость базового модуля – 40 кг; средний срок хранения груза – 3 сут; продолжительность хранения на приемочной экспедиции – 1,5 сут, на отправочной экспедиции – 1,2 сут; нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 2 т; отпуск товаров – равномерный; среднесуточный отпуск – 200 т; вспомогательная площадь состоит из трех проездов шириной 2 м и длиной 60 м. Имеются 2 прохода шириной 1,2 м и длиной 40 м. На складе работают 8 чел.

Задача 9. Рассчитайте все площади оптового склада при следующих данных: среднесуточное поступление грузов на склад – 8 вагонов, максимальное – 12; средний вес груза в одном вагоне – 50 т; вместимость базового модуля – 60 кг, высота – 50 см; поддоны, на которых хранят ящики, имеют размеры 800 × 1200 × 200 мм, вес поддона – 20 кг, грузоподъемность поддона – до 1 т; средний срок хранения груза – 4 сут; продолжительность хранения на приемочной экспедиции – 2 сут, на отправочной экспедиции – 1,5 сут; нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 2 т; среднесуточный отпуск со склада – 12 автопоездов, максимальный – 15; средний вес груза в автопоезде – 30 т. Вспомогательная площадь составляет 200 служебных площадей. На складе работают 8 чел. Необходимо учесть возможность штабелирования.

Задача 10. Определите количество работающих на складе при следующих данных: среднесуточное поступление грузов на склад – 40 вагонов, максимальное – 50; средний вес груза в одном вагоне – 49 т; размер ящика – 60 × 40 × 20 см, вместимость ящика – 40 кг; ящики хранятся на поддонах, которые составлены в штабели, в нижнем и верхнем ярусе – по 10 шт., размеры поддона – 800 × 1200 × 200 мм, вес поддона – 20 кг, грузоподъемность поддона до – 1 т; грузоподъемность погрузчика – до 1 т на высоту 2,5 м; средний срок хранения груза – 4 сут; продолжительность хранения на приемочной экспедиции – 2 сут, на отправочной экспедиции – 3 сут; нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 2 т; среднесуточный отпуск – 12 вагонов, максимальный – 15; средний вес груза в вагоне – 50 т. Вспомогательная площадь состоит из трех проездов (с учетом ширины погрузчика 1,5 м), длина каждого – 30 м, двух коридоров шириной 2 м и длиной 20 м. Общая площадь равна 8805 м².

Задача 11. Предприятию для обеспечения производства продукции необходимо иметь в запасе 1000 т песка. Для хранения песка необходим склад. Способом определения нагрузки на 1 м² рассчитайте общую площадь склада, если известны следующие величины:

- величина допустимой нагрузки на 1 м² пола составляет 2 т / м²;
- коэффициент неравномерности поступления песка на склад равен 1,5;
- песок находится на приемочной площадке 2 дня;
- на складе работают 4 чел.;
- ширина транспортного средства равна 3 м;

- ширина зазоров равна 50 см;
- длина проезда – 20 м.

Разработайте не менее двух вариантов планировочных решений: одноштабельная с боковым расположением проезда и двухштабельная с центральным расположением проезда.

Задача 12. Рассчитайте все площади перегрузочного склада транспортных организаций при следующих условиях: среднесуточное поступление грузов на склад – 20 вагонов, максимальное – 25; средний вес груза в одном вагоне – 40 т; продолжительность хранения груза на приемочной площадке – 12 ч, на отправочной – 6 ч, на грузовой площади – 48 ч. Нагрузка на 1 м² грузовой площади склада – 2 т. Среднесуточный отпуск составляет 24 автопоезда, максимально – 36. Средний вес груза в автопоезде – 30 т. Вспомогательная площадь составляет 60 % от суммы приемочной и отправочной площадок. На складе работают 5 чел. Разработайте эскизы возможных планировок.

Задача 13. Рассчитайте все площади оптового склада при следующих данных. Среднесуточное поступление грузов в ящиках на склад – 12 вагонов, максимально – 15. Вместимость ящика – 25 кг, длина – 40 см, ширина – 30 см. Средний срок хранения груза: на складе – 3 сут, на приемочной экспедиции – 2 сут, на отправочной экспедиции – 1,5 сут. Площадь приемочной экспедиции – 1600 м². Нагрузка на 1 м² площади склада – 1,25 т. Среднесуточный отпуск составляет 900 т, максимально – 1080 т. Вспомогательная площадь состоит из трех проездов при ширине 1,75 м и длине проезда 60 м, двух коридоров при ширине 1,4 м и длине коридора 20 м. На складе в смену работают 10 чел.

Задание

Определить требуемую площадь склада сыпучих грузов.

Исходные данные.

Суточный грузопоток: 500, 600, 700, 800, 900, 1000 т.

Срок хранения груза на складе: 10, 8, 6, 5, 4, 3 дня.

Угол естественного откоса сыпучих грузов: 35...40 град.

Методические указания к заданию

1 Определить объем груза, который необходимо хранить на складе (вид груза выбрать из таблицы 4.1), по формуле

$$V = E_{скл} / j, \quad (4.27)$$

где $E_{скл}$ – расчетная вместимость склада, т;

j – объемная масса груза, т/м³.

2 Предлагается выбрать треугольную форму штабелей для хранения груза. Ширина штабеля определяется по формуле

$$B_{шт} = 2H_{шт} / \operatorname{tg} p, \quad (4.28)$$

где $H_{шт}$ – высота штабеля, м;

ρ – угол естественного откоса сыпучих грузов, град.

Таблица 4.1 – Характеристика хранимого груза

Наименование груза	Допустимая высота хранения, м	Объемная масса груза, т/м ³
Уголь	8...10	0,80...0,90
Песок	12...15	1,45...1,60
Щебень, гравий	12...15	1,5...1,65
Руда	12...15	1,80...3,00

При ориентировочных расчетах размеры штабелей разной формы определяются по формулам, выведенным из условия

$$V = F \cdot L_{шт}, \quad (4.29)$$

где V – объем груза, подлежащий хранению, м³;

F – площадь поперечного сечения штабеля, м²;

$L_{шт}$ – длина штабеля, м.

3 Определить площадь поперечного сечения штабеля.

4 Определить длину штабеля.

5 Определить площадь штабеля.

5 Логистика складирования. Расчет количества оборудования для переработки и хранения грузов

Методические указания

Техническая производительность машин – это объем полезной работы, выполняемой за единицу времени при полезной загрузке.

Часто используется на практике другой показатель: *производственная норма выработки* – определенный объем полезной работы, которую необходимо выполнить за единицу установленного времени, в конкретных условиях в соответствии с применяемой технологией работ и ожидаемым грузооборотом. Фактическая выработка отражает степень использования потенциальных возможностей подъемно-транспортного оборудования при выполнении логистических операций.

Итак, техническую производительность машин циклического действия (кранов, погрузчиков и т. д.) можно определить следующим образом:

$$P_q = n \cdot q \cdot d, \quad (5.1)$$

где P_q – техническая производительность машин (часовая), т/ч;

n – количество выполняемых циклов за 1 ч;

q – грузоподъемность машины (не включая массы грузозахватного органа), т;

d – коэффициент использования грузоподъемности машины, $d = 0,5 \dots 0,8$.

Количество циклов, выполняемых за 1 ч работ, определяется как

$$n = \frac{3600}{T}, \quad (5.2)$$

где 3600 – количество секунд в часе;

T – полное время на цикл работы, с.

$$T = t_n + t_p + t_{mp} + \sum t, \quad (5.3)$$

где t_n , t_p , t_{mp} – время на операции погрузки, разгрузки и транспортировки груза соответственно, с;

$\sum t$ – общие затраты времени на прочие операции и простои, с.

Величину затрат времени на один цикл у многих машин и механизмов можно сократить путем одновременного выполнения некоторых операций (подъем и перемещение грузов). Тогда время цикла с учетом совмещения разнородных движений можно определить как

$$T_i = T \cdot \varphi, \quad (5.4)$$

где φ – коэффициент совмещения движений (для пролетных кранов – в интервале $0,7 \dots 0,8$, а для башенных кранов – $0,5 \dots 0,6$).

В результате можно определить требуемое количество машин для грузовой переработки ожидаемого объекта работ в установленную единицу времени (сутки, смену):

$$N = \frac{Q}{t_{\text{сум}} \cdot P_{\text{ч}}}, \quad (5.5)$$

где Q – количество груза, подлежащего переработке в сутки (смену), т;

$t_{\text{сум}}$ – время работы механизма в сутки (смену), ч.

Техническую производительность машины непрерывного действия (конвейеров, элеваторов), т/ч, можно определить по формуле

$$P_{\text{ч}} = 3600 \cdot q_n \cdot V, \quad (5.6)$$

где q_n – средняя интенсивность нагрузки на 1 м (погонная нагрузка) длины грузонесущей поверхности (ленты) машины, кг/м²;

V – скорость перемещения груза, м/с.

Например, производительность конвейеров при перемещении сыпучих материалов непрерывным потоком (ленточные конвейеры), т/ч, определяется как

$$P_{\text{ч}} = 3600 \cdot F \cdot \gamma \cdot V, \quad (5.7)$$

где F – площадь поперечного сечения слоя материала, м²;

γ – объемные насыпные массы материала, т/ м³.

При перемещении однообразных штучных и затаренных грузов на конвейере (ленточном, пластинчатом, подвесном)

$$P_q = 3600 \cdot F \cdot (G / l) V, \quad (5.8)$$

где $G / l = q_n$;

G – масса единицы материала или затаренной продукции (штуки), перемещаемых машиной, кг;

l – расстояние между грузовыми единицами (между ковшами), м.

При перемещении однообразных штучных и затаренных грузов, которые измеряются их количеством, производительность конвейера, шт/ч определяется как

$$P_q = 3600 \cdot (V / l). \quad (5.9)$$

Производительность элеватора, т/ч, определяется как

$$P_q = 3600 \cdot (i / l) \cdot \varphi \gamma V, \quad (5.10)$$

где $(i / l) \cdot \gamma = q_n$;

i – емкость рабочего элемента (ковша), м³;

φ – коэффициент пополнения ковша.

Производительность машин (механизмов) пневматического действия рассчитывается по формуле

$$P_q = 3600 \cdot \sigma \cdot p_v \cdot K_v, \quad (5.11)$$

где σ – плотность атмосферного воздуха (обычно – 1,2 кг/м³);

p_v – расход воздуха, м³/ с;

K_v – валовая концентрация смеси (отношение веса перемещаемого груза к весу расходуемого воздуха в единицу времени).

Интенсивность загрузки подъемно-транспортного оборудования оценивается по коэффициенту использования рабочего времени A :

$$A = \frac{T_n}{T_\phi}, \quad (5.12)$$

где T_n – время полезной работы оборудования, ч;

T_ϕ – время фактической работы оборудования, ч.

Задача 1. Грузы на склад поступают в самоходной барже, вес груза в барже – 4760 т. Продолжительность рабочей смены – 12 ч; коэффициент использования рабочего времени – 0,8. Разгрузка и подача груза к месту приемки осуществляется передвижными ленточными конвейерами со скоростью движения ленты $V = 0,5$ м/с. Объемный вес груза – 0,085 т/м³;

площадь поперечного сечения груза – $0,65 \text{ м}^2$. Определите необходимое количество конвейеров для разгрузки баржи.

Задача 2. Грузы на склад прибывают в железнодорожных вагонах, вес груза в вагоне – 60 т. Продолжительность рабочей смены – 12 ч; коэффициент использования рабочего времени – 0,85. Разгрузка и подача груза к месту приемки осуществляется передвижными ленточными конвейерами со скоростью движения ленты $V = 0,5 \text{ м/с}$. Объемный вес груза – $0,075 \text{ т/м}^3$; площадь поперечного сечения груза – $0,6 \text{ м}^2$. Рассчитайте потребное количество конвейеров при условии: максимальное количество вагонов в подаче – 2; норма простоя их под погрузкой – 2 ч.

Задача 3. Грузы на склад прибывают в ящиках. Продолжительность рабочей смены – 10 ч; коэффициент использования рабочего времени – 0,8. Разгрузка и подача груза к месту приемки осуществляется с помощью четырех передвижных конвейеров со скоростью движения ленты $V = 0,5 \text{ м/с}$. Ящики хранят на поддонах, вес поддона – 20 кг, вес пакета – 920 кг, количество ящиков на поддоне – 20, всего 800 поддонов. Определите расстояние между ящиками на ленте конвейера.

Задача 4. Вес насыпного груза, прибывающего на склад, – 5832 т. Продолжительность рабочей смены 12 ч; коэффициент использования рабочего времени – 0,75. Разгрузка и подача груза к месту приемки осуществляется по шести передвижным ленточным конвейерам. Объемный вес груза – $0,02 \text{ т/м}^3$; площадь поперечного сечения груза – $0,75 \text{ м}^2$. Определите скорость движения ленты конвейера для разгрузки транспортных средств.

Задача 5. Определите необходимое количество вилочных погрузчиков для внутрискладского перемещения грузов для условий: вилочные погрузчики грузоподъемностью до 1 т с высотой подъема до 2,5 м; коэффициент использования грузоподъемности – 0,75. Груз хранится в ящиках. Вместимость ящика – 25 кг, длина – 60 см, ширина – 40 см, высота – 40 см. Ящики хранят на поддонах размером $800 \times 1200 \text{ мм}$; грузоподъемность поддона – до 1 т, высота поддона – 20 см, вес поддона – 20 кг. Среднесуточная переработка составляет 400 поддонов. Продолжительность рабочего цикла – 6 мин; рабочей смены – 10 ч, коэффициент использования рабочего времени – 0,8. Разработайте и предложите рациональный способ построения штабеля.

Задача 6. Определите необходимое количество вилочных погрузчиков для внутрискладского перемещения грузов для условий: вилочные погрузчики грузоподъемностью до 1 т с высотой подъема до 2,5 м; коэффициент использования грузоподъемности – 0,85. Груз хранится в ящиках. Ящики хранят на поддонах. Вес поддона – 20 кг, вес пакета – 995 кг. Поддоны составлены в штабели по 20 шт. в каждом. Количество штабелей – 60 шт. Продолжительность рабочего цикла – 5 мин; рабочий день в две смены по 8 ч

каждая при коэффициенте использования рабочего времени – 0,9.

Задача 7. Определите необходимое количество вилочных погрузчиков для внутрискладского перемещения грузов при следующих условиях: грузоподъемность погрузчика – 1 т; коэффициент использования грузоподъемности – 0,85; среднесуточная переработка грузов – 201 т; продолжительность рабочего цикла – 6,5 мин; время рабочей смены – 10 ч; коэффициент использования рабочего времени – 0,8.

Задача 8. Для перемещения цемента из вагона в закрытый склад применяют передвижные ленточные конвейеры. Определите их количество, если известно: годовое поступление цемента – 74340 т; число дней поступления в году – 365; масса мешка цемента брутто – 40 кг; расстояние между мешками на ленте – 2 м; скорость движения ленты – 1,5 м/с; время работы конвейера на выгрузке – 2 ч.

Задача 9. Рассчитайте количество стеллажей и потребность в полезной площади склада для размещения изделий из цветных металлов в каркасных стеллажах, если известно: величина запаса – 2000 т; размеры стеллажа $L \times B \times H = 8 \times 1,7 \times 6,9$ м; объемный вес – 2,56 т/м³; коэффициент заполнения объема стеллажа – 0,8.

Задача 10. Рассчитайте емкость и необходимое количество стоечных стеллажей для размещения сортового металлопроката, если: годовое поступление продукции – 19710 т; средний срок хранения – 6 дней; длина, ширина и высота стеллажа $6 \times 3 \times 1,5$ м; объемная масса – 2,4 т/м³; коэффициент заполнения объема – 0,75; количество дней поступления продукции – 365.

Задача 11. Определите необходимое количество стеллажей для размещения заданного запаса бумажной продукции в пачках, если известно: в каждую ячейку стеллажа устанавливается один пакет с продукцией; величина запасов – 700 т; количество ячеек в стеллаже по длине – 35 шт.; по ширине – 1 шт.; по высоте – 5 шт.; масса груза в пакете составляет 400 кг.

Задача 12. Рассчитайте необходимое количество резервуаров цилиндрических, вертикальных с плоскими днищами для хранения бензина, используя следующие данные таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные

Годовое поступление, т	Количество дней поступления	Средний срок хранения, дней	Удельный вес, т/м ³	Коэффициент заполнения объема	Размер, мм	
					Диаметр	Высота
$Q_{год}$	T	t_{xp}	γ	B	D	H
24408	360	30	0,74	0,9	10430	11920

6 Логистика складирования. Расчет вместимости склада со стеллажным способом хранения грузов

Задание

Оптовая фирма, торгующая широким ассортиментом неохлаждаемых продовольственных товаров, планирует расширить объем продаж. Анализ рынка складских услуг региона деятельности показал целесообразность организации собственного склада. Определить общую площадь склада по исходным данным согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные для выполнения задания

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Значение показателя
Прогноз годового товарооборота	Q	у. д. е. /год	5 000 000
Прогноз товарных запасов	$З$	дней оборота	30
Коэффициент неравномерности загрузки склада	K_n	–	1,2
Коэффициент использования грузового объема склада	$K_{и.г.о}$	–	0,65
Примерная стоимость 1 м ³ хранимого на складе товара	C_y	у. д. е./м ³	250
Примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара	C_p	у. д. е./м ³	500
Высота укладки грузов на хранение (на складе предусмотрен стеллажный способ хранения)	H	м	5,5
Доля товаров, проходящих через участок приемки склада	A_2	%	60
Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	A_3	%	50
Доля товаров, проходящих через отправочную экспедицию	A_4	%	70
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м ² на участках приемки и комплектования	q	т/м ²	0,5
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м ² экспедиций	$q_э$	т/м ²	0,5
Время нахождения товара на участке приемки	t_{np}	дней	0,5
Время нахождения товара на участке комплектования	$t_{км}$	дней	1
Время нахождения товара в приемочной экспедиции	$t_{н.э}$	дней	2
Время нахождения товара в отправочной экспедиции	$t_{о.э}$	дней	1
Размер двухстороннего стеллажа СТ-2М	$L \times B \times H$	мм	1320 × 1705 × 4000
Емкость (вместимость) стеллажа	E_c	м ³	6,82

Методические указания к заданию

Общая площадь склада $S_{общ}$ определяется по формуле

$$S_{общ} = S_{гр} + S_{всп} + S_{пр} + S_{км} + S_{р.м} + S_{н.э} + S_{о.э}, \quad (6.1)$$

где $S_{гр}$ – грузовая площадь, т. е. площадь, занятая непосредственно под хранимыми товарами (стеллажами, штабелями и другими приспособлениями для хранения товаров);

$S_{всп}$ – вспомогательная площадь, т. е. площадь, занятая проездами и проходами;

$S_{пр}$ – площадь участка приемки;

$S_{км}$ – площадь участка комплектования;

$S_{р.м}$ – площадь рабочих мест, т. е. площадь в помещениях складов, отведенная для оборудования рабочих мест складских работников;

$S_{н.э}$ – площадь приемочной экспедиции;

$S_{о.э}$ – площадь отправочной экспедиции.

Рассмотрим порядок расчета входящих в формулу величин.

1 Грузовая площадь $S_{гр}$.

Формула для расчета грузовой площади склада

$$S_{гр} = \frac{Q \cdot Z \cdot K_n}{254 \cdot C_v \cdot K_{у.з.о} \cdot H}, \quad (6.2)$$

где Q – прогноз годового товарооборота, у. е./год;

Z – прогноз величины товарных запасов, дней оборота;

K_n – коэффициент неравномерности загрузки склада;

$K_{у.з.о}$ – коэффициент использования грузового объема склада;

C_v – примерная стоимость одного кубического метра хранимого на складе товара, у. е. /м³;

H – высота укладки грузов на хранение, м;

254 – количество рабочих дней в году.

Коэффициент неравномерности загрузки склада определяется как отношение грузооборота наиболее напряженного месяца к среднемесячному грузообороту склада. В проектных расчетах K_n принимают равным 1,1...1,3.

Коэффициент использования грузового объема склада характеризует плотность и высоту укладки товара и рассчитывается по формуле

$$K_{у.з.о} = \frac{V_{пол}}{S_{об} \cdot H}, \quad (6.3)$$

где $V_{пол}$ – объем товара в упаковке, который может быть уложен на данном оборудовании по всей его высоте, м³;

$S_{об}$ – площадь, которую занимает проекция внешних контуров несущего оборудования на горизонтальную плоскость, м².

Технологический смысл коэффициента $K_{u.z.o}$ заключается в том, что оборудование, особенно стеллажное, невозможно полностью заполнить хранимым товаром. Для того чтобы осуществлять его укладку и выемку из мест хранения, необходимо оставлять технологические зазоры между хранимым грузом и внутренними поверхностями стеллажей. Кроме того, груз чаще всего хранится на поддонах, которые, имея стандартную высоту 144 мм, также занимая часть грузового объема.

Расчет $K_{u.z.o}$ для стеллажей марки СТ-2М показал, что в случае хранения товаров на поддонах $K_{u.z.o} = 0,64$, при хранении без поддонов $K_{u.z.o} = 0,67$.

Примерная стоимость 1 м³ упакованного товара может быть определена на основе следующих данных:

- стоимость грузовой единицы;
- вес брутто грузовой единицы;
- примерный вес 1 м³ товара в упаковке (таблица 6.2).

Более точно вес 1 м³ хранимого на складе товара может быть определен посредством выборочных замеров, проводимых службой логистики склада.

Таблица 6.2 – Укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м² на участках приемки и комплектования

Наименование товарной группы	Средняя нагрузка при высоте укладки 1 м, т/м ² (а также вес 1 м ³ товара в упаковке, т)
Консервы мясные	0,85
Консервы рыбные	0,71
Консервы овощные	0,60
Консервы фруктово-ягодные	0,55
Сахар	0,75
Кондитерские изделия	0,50
Варенье, джем, повидло, мед	0,68
Чай натуральный	0,32
Мука	0,70
Крупа и бобовые	0,55
Макаронные изделия	0,20
Водка	0,50
Ликеро-водочные изделия	0,50
Виноградные и плодоваягодные вина	0,50
Коньяк	0,50
Шампанское	0,30
Пиво в стеклянных бутылках по 0,5 л	0,50
Безалкогольные напитки в стеклянных бутылках по 0,5 л	0,50
Прочие продовольственные товары	0,50

2 Площадь проходов и проездов $S_{ест}$.

Величина площади проходов и проездов определяется после выбора варианта механизации и зависит от типа использованных в технологическом процессе подъемно-транспортных машин. Если ширина рабочего коридора

работающих между стеллажами машин равна ширине стеллажного оборудования, то площадь проходов и проездов будет приблизительно равна грузовой площади.

3 Площади участков приемки S_{np} и комплектования $S_{км}$.

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок на 1 м² площади на данных участках. В общем случае в проектных расчетах исходят из необходимости размещения на каждом квадратном метре участков приемки и комплектования 1 м³ товара. Данные таблицы 6.1 показывают количество тонн того или иного товара, размещаемого на 1 м² названных участков.

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются по следующим формулам:

$$S_{np} = \frac{Q \cdot K_n \cdot A_2 \cdot t_{np}}{C_p \cdot 254 \cdot q \cdot 100} ; \quad (6.4)$$

$$S_{км} = \frac{Q \cdot K_n \cdot A_3 \cdot t_{км}}{C_p \cdot 254 \cdot q \cdot 100} , \quad (6.5)$$

где A_2 – доля товаров, проходящих через участок приемки склада, %;

A_3 – доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, %;

q – укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м² на участках приемки и комплектования, т/м²;

t_{np} – число дней нахождения товара на участке приемки;

$t_{км}$ – число дней нахождения товара на участке комплектования;

C_p – примерная стоимость одной тонны хранимого на складе товара, у. е./т.

4 Площадь рабочих мест $S_{р.м.}$

Рабочее место заведующего складом размером в 12 м² оборудуют вблизи участка комплектования с максимально возможным обзором складского помещения.

5 Площадь приемочной экспедиции $S_{нэ}$.

Приемочная экспедиция организуется для размещения товара, поступившего в нерабочее время. Следовательно, ее площадь должна позволять разместить такое количество товара, которое может поступить в это время. Размер площади приемочной экспедиции определяют по формуле

$$S_{нэ} = \frac{Q \cdot t_{нэ} \cdot K_n}{C_p \cdot 365 \cdot q_э} , \quad (6.6)$$

где $t_{нэ}$ – число дней, в течение которых товар будет находиться в приемочной экспедиции;

$q_э$ – укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м² в экспедиционных помещениях, т/м².

6 Площадь отправочной экспедиции $S_{о.э}$.

Площадь отправочной экспедиции используется для комплектования отгрузочных партий. Размер площади определяется по формуле

$$S_{о.э} = \frac{Q \cdot t_{о.э} \cdot A_4 \cdot K_n}{C_p \cdot 254 \cdot q_s \cdot 100}, \quad (6.7)$$

где $t_{о.э}$ – число дней, в течение которых товар будет находиться в отправочной экспедиции.

Площадь межстеллажных проездов принять равной грузовой площади.

Результаты расчетов оформить в виде таблицы 6.3.

Вместимость склада определить исходя из емкости (вместимости) и количества стеллажей.

Таблица 6.3 – Экспликация технологических зон склада

Наименование технологической зоны	Размер площади зоны, м ²
Зона хранения (грузовая площадь)	
Зона хранения (площадь проходов и проездов)	
Участок приемки товаров	
Участок комплектования товаров	
Приемочная экспедиция	
Отправочная экспедиция	
Рабочее место заведующего складом	
Общая площадь склада	

7 Логистика складирования. Определение потребности в складских площадях при штабельном способе хранения

Задание

Определить площадь склада по следующим исходным данным.

Суточный грузопоток: 75; 50; 40 т.

Срок хранения груза на складе: 10; 7; 5 дней.

Размеры поддона: 1200 × 800 × 150 мм.

Масса груза на поддоне: 0,5; 0,75; 0,8 т.

Высота хранения – 3 яруса.

Склад обслуживается электропогрузчиком.

Методические указания к заданию

1 Определить вместимость склада по формуле

$$E_{ск} = Q_{сут} \cdot T_{хр}, \quad (7.1)$$

где $E_{ск}$ – вместимость склада, т;

$Q_{сут}$ – суточный грузопоток, т;

$T_{хр}$ – срок хранения груза на складе, дней.

2 Определить высоту складирования (род хранимого груза выбрать самостоятельно).

Определить высоту груза на поддоне: 1,5; 1,4; 1,3 м.

Определить высоту штабеля.

3 Определить количество поддонов, необходимых для хранения груза, по формуле

$$n = \frac{E_{скл}}{q}, \quad (7.2)$$

где n – количество поддонов, необходимых для хранения груза, шт.;

$E_{скл}$ – вместимость склада, т;

q – масса груза на поддоне, т.

4 Определить ширину проезда для электропогрузчика по формуле

$$B_{ш} = p + a + j + s, \quad (7.3)$$

где $B_{ш}$ – ширина проезда для электропогрузчика;

p – наружный радиус поворота, $p = 1,3$ м;

a – расстояние от передней оси до вертикальной полки вил, $a = 0,2$ м;

j – длина груза, $j = 1,2$ м;

s – минимальный зазор между электропогрузчиком и штабелем, $s = 0,2$ м.

5 Рассчитать ширину склада по формуле

$$B = \sqrt{\frac{E_{скл} \cdot K_p}{d \cdot g \cdot f \cdot z}}, \quad (7.4)$$

где B – ширина склада, м;

K_p – коэффициент, учитывающий влияние объема комплектовочных работ на длину и площадь склада, $K_p = 1,0 \dots 2,0$;

d – коэффициент, представляющий собой отношение длины склада к ширине, $d = 4 \dots 10$;

g – средняя масса груза на поддоне, т;

f – удельное число поддонов, приходящихся на 1 м^2 площади зоны хранения при складировании в один ярус по высоте (при штабельном хранении $f = 0,42 \dots 0,66$; при стеллажном хранении $f = 0,22 \dots 0,35$);

z – число ярусов складирования по высоте.

Расчетная ширина округляется в большую сторону до ближайшей нормативной величины из ряда

$$B = 6, 9, 12, 15, 18, 24, 30.$$

7 Определить площадь склада: общую, полезную, вспомогательную. Расстояние между поддонами составляет 100 мм.

8 Определить коэффициент использования площади склада по формуле (4.25).

9 Определить количество электропогрузчиков, необходимых для перемещения груза, по формуле

$$N = \frac{Q \cdot K_{нер}}{P_m \cdot \Phi_{\partial}}, \quad (7.6)$$

где N – количество электропогрузчиков, шт.;

Q – годовой грузопоток, т;

$K_{нер}$ – коэффициент неравномерности грузопотока, $K_{нер} = 1,2 \dots 1,5$;

P_m – техническая производительность погрузчика, т/ч;

Φ_{∂} – действительный фонд работы оборудования за год, ч.

$$P_m = \frac{60 \cdot G \cdot K_z \cdot K_g}{T_{\text{ц}}}, \quad (7.7)$$

где G – грузоподъемность электропогрузчика, $G = 1$ т;

K_z, K_g – коэффициенты использования электропогрузчика по грузоподъемности и по времени соответственно, $K_z = K_g = 0,8$;

$T_{\text{ц}}$ – средняя продолжительность цикла, мин.

$$T_{\text{ц}} = \frac{2,1H}{V_o} + \frac{2L}{V_t} + 4t + t_o, \quad (7.8)$$

где H – средняя высота подъема (опускания) груза, м;

L – средняя длина пути (дальность транспортирования), м;

V_o – скорость подъема (опускания) груза, м/мин; $V_o = 1,2$ м/мин;

V_t – скорость транспортирования груза, м/мин; $V_t = 50$ м/мин;

t – время наклона рамы в транспортное положение, загрузочное или разгрузочное, мин; $t = 0,25$ мин;

t_o – вспомогательное время, затрачиваемое на захват, освобождение, уточненные установки и т. д., мин; $t_o = 1$ мин.

$$\Phi_{\partial} = (T_{см} \cdot D_n + T_{сокp} \cdot D_c) \cdot K_{см} \cdot K_n, \quad (7.9)$$

где D_n, D_c – количество рабочих дней в году с полной продолжительностью и сокращенных (праздничных) соответственно; $D_n = 264$ дня; $D_c = 6$ дней;

$T_{см}$ – длительность рабочей смены, $T_{см} = 8$ ч;

$T_{сокp}$ – длительность сокращенной рабочей смены, $T_{сокp} = 7$ ч;

$K_{см}$ – количество рабочих смен в сутки, $K_{см} = 2$;

K_n – коэффициент, учитывающий время пребывания оборудования в ремонте, $K_n = 0,92 \dots 0,96$.

10 Разработать варианты планировочных решений, сделать выводы.

8 Расчет показателей эффективности функционирования складского хозяйства

Методические указания

Производительность труда одного рабочего за смену определяется по формуле

$$П = \frac{В}{n}, \quad (8.1)$$

где $П$ – производительность труда складского рабочего;

$В$ – общее количество переработанного материала за какой-либо период (год, квартал, месяц);

n – количество человеко-смен, затраченных на переработку материала за этот же период.

Степень охвата рабочих механизированным трудом C_m (в процентах) определяется отношением числа рабочих, выполняющих работу механизированным способом P_m , к общему числу рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных и внутрискладских работах P :

$$C_m = \frac{P_m}{P}. \quad (8.2)$$

Уровень механизации складских работ $У_m$ (в процентах) определяется отношением объема механизированных работ A_m к общему объему выполненных работ $A_{общ}$ в тонно-перевалках:

$$У_m = \frac{A_m}{A_{общ}}. \quad (8.3)$$

Объем механизированных работ определяется по формуле

$$A_m = B_m \cdot n_m, \quad (8.4)$$

где B_m – величина грузопотока, перерабатываемого механизмами, т;

n_m – количество механизированных перевалок.

Объем ручных работ определяется по формуле

$$A_p = B_p \cdot n_p, \quad (8.5)$$

где B_p – величина грузопотока, перерабатываемого вручную, т;

n_p – количество ручных перевалок.

Общий объем работ включает объем механизированных и ручных работ:

$$A_{\text{общ}} = A_m + A_r . \quad (8.6)$$

Использование площадей складских помещений характеризуется коэффициентом α , т. е. отношением полезной площади $F_{\text{пол}}$, занятой хранимыми материалами, к общей площади склада $F_{\text{общ}}$:

$$k_{\text{исп.пл}} = \frac{F_{\text{пол}}}{F_{\text{общ}}} . \quad (8.7)$$

Коэффициент использования площадей складских помещений меньше единицы и в зависимости от типа складского помещения, его планировки и способа механизации погрузочно-разгрузочных и внутрискладских работ может принимать значение в пределах от 0,2 до 0,7. Чем выше его значение, тем лучше используется площадь склада и дешевле стоимость хранения единицы материала.

Средняя нагрузка, приходящаяся на 1 м² складской площади, определяется коэффициентом σ :

$$\sigma = \frac{B_{\text{хр}}}{F_{\text{общ}}} , \quad (8.8)$$

где $B_{\text{хр}}$ – количество хранимого материала на складе, т.

Отношение полезного объема $V_{\text{пол}}$, занятого хранимым материалом, к общему объему склада $V_{\text{общ}}$ характеризуется коэффициентом использования объема склада $k_{\text{исп.об}}$:

$$k_{\text{исп.об}} = \frac{V_{\text{пол}}}{V_{\text{общ}}} . \quad (8.9)$$

Его значение может быть в пределах от 0,15 до 0,4, зависит от способа хранения и увеличивается за счет применения прогрессивных видов оборудования (кранов-штабелеров).

Показателем интенсивности использования складской площади является грузонапряженность Γ , которая показывает, какое количество грузов хранилось на 1 м² полезной площади склада в течение года (тонн на квадратный метр):

$$\Gamma = \frac{B_g}{f_{\text{пол}}} , \quad (8.10)$$

где B_g – годовой грузооборот склада, т.

Задача 1. В истекшем квартале было переработано на складе металла 10000 т, при этом использовался мостовой кран, который обслуживали 5 чел. (один крановщик и четверо рабочих). Работа проводилась в одну смену в течение 90 дней. Определите производительность труда одного рабочего за смену и степень охвата рабочих механизированным трудом.

Задача 2. Величина механизированного грузопотока составляет 1000 т при двух перевалках, а величина грузопотока, перерабатываемого вручную, составляет 500 т также при двух перевалках. Определите уровень механизированных работ.

Задача 3. Определите коэффициенты использования площади и объема склада металлопроката по следующим данным:

- годовой грузооборот – 25300 т;
- срок хранения – 30 дней;
- нормативная нагрузка на 1 м^2 при высоте укладки 1 м – 1 т/м^2 ;
- высота стеллажа – 6 м;
- количество дней отпуска в году – 253;
- размеры склада $L \times B \times H = 60 \times 24 \times 7,2 \text{ м}$.

Задача 4. Рассчитайте уровень механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ и степень охвата рабочих механизированным трудом для склада инструмента, учитывая, что численность производственных рабочих – 16 чел., из них механизаторов – 4 чел., а ПРТС работы осуществляются по схеме, представленной в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Исходные данные

Номер	Наименование операций	Сменный объем работ, т	
		механизированных	ручных
1	Сформировать пакет при выгрузке	–	40
2	Переместить пакет на приемную площадку электропогрузчиком	40	–
3	Рассортировать инструмент, произвести приемку	–	20
4	Переместить пакет в зону хранения электропогрузчиком	40	–
5	Переместить пакет на место постоянного хранения краном-штабелером	40	–
6	Переместить пакет с места постоянного хранения в зону действия электропогрузчика	53	–
7	Переместить пакет на отпускную площадку электропогрузчиком	53	–
8	Расформировать пакет по заказам потребителей (60 %)	–	31,8
9	Переместить пакет на участок погрузки электропогрузчиком	53	–
10	Погрузить груз на машину	–	53

Список литературы

1 **Дыбская, В. В.** Логистика складирования: учебник / В. В. Дыбская. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 559 с.

2 **Иванов, Г. Г.** Складская логистика: учебник / Г. Г. Иванов, Н. С. Киреева. – Москва : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2020. – 192 с.

3 **Гаджинский, А. М.** Логистика: учебник для вузов / А. М. Гаджинский. – 21-е изд. – Москва: Дашков и К, 2017. – 420 с.

4 **Неруш, Ю. М.** Логистика: теория и практика проектирования : учебник и практикум для академ. бакалавриата / Ю. М. Неруш, С. А. Панов, А. Ю. Неруш. – Москва : Юрайт, 2017. – 422 с.

5 **Волгин, В. В.** Логистика приемки и отгрузки товаров : практическое пособие / В. В. Волгин. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К, 2016. – 460 с.

6 **Мясникова, О. В.** Распределительная логистика : учебное пособие / О. В. Мясникова. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 382 с.