

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

ЛОГИСТИКА ЗАПАСОВ И СКЛАДИРОВАНИЯ
(курсовое проектирование)

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлению специальности 1-27 02 01-01
«Транспортная логистика (автомобильный транспорт)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области экономики и организации производства*

Минск
БНТУ
2022

УДК 658.78:005.932:378.147.091.313(075.8)

ББК 30.604.5я7

Л69

Составитель

Т. Л. Якубовская

Рецензенты:

канд. экон. наук, доцент *О. В. Липатова*;

канд. экон. наук, доцент *А. А. Косовский*

Логистика запасов и складирования (курсовое проектирование) :
Л69 учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению
специальности 1-27 02 01-01 «Транспортная логистика (автомобиль-
ный транспорт)» / сост. Т. Л. Якубовская. – Минск : БНТУ, 2022. – 97 с.
ISBN 978-985-583-693-4.

Задачей учебно-методического пособия является закрепление студентами теоретических знаний и получение практических навыков и умений принятия оптимальных решений в области логистики запасов и складирования.

В учебно-методическом пособии рассматриваются вопросы проектирования оптимальной системы управления запасами и организации логистического процесса на складе; содержится пример выполнения практической части курсового проекта по дисциплине «Логистика запасов и складирования».

УДК 658.78:005.932:378.147.091.313(075.8)

ББК 30.604.5я7

ISBN 978-985-583-693-4

© Белорусский национальный
технический университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	4
2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ»	10
2.1. Дифференциация запасов на основе ABCD и XYZ-анализа	10
2.1.1. ABCD-анализ запасов	10
2.1.2. XYZ-анализ запасов	14
2.1.3. Определение оптимальной стратегии управления запасами для различных номенклатурных позиций на основе дифференциации запасов	16
2.2. Выбор модели управления запасами для различных номенклатурных позиций и расчет их параметров	20
2.2.1. Выбор модели управления запасами для позиций, характеризующихся высоким уровнем обслуживания и высокой точностью прогнозирования	20
2.2.2. Выбор модели управления запасами для позиций, характеризующихся высоким уровнем обслуживания и средней (низкой) точностью прогнозирования	32
3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛА «ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА СКЛАДЕ»	39
3.1. Определение места расположения склада	39
3.2. Оценка потребности предприятия в составе и размерах помещений и технологических зон склада	49
3.3. Выбор организационной формы управления складом	69
3.4. Оценка эффективности логистического процесса на складе	73
4. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	78
Список литературы	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	91
ПРИЛОЖЕНИЕ В	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	93
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	96
ПРИЛОЖЕНИЕ И	97

1. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект, выполняемый в соответствии с типовым учебным планом по специальности, является завершающим этапом изучения дисциплины и одной из важнейших форм его самостоятельной работы, по результатам которой производится оценка уровня знаний, умений и навыков будущего специалиста.

Основной целью выполнения курсового проекта является систематизация и закрепление теоретических знаний по вопросам логистики запасов и складирования, а также выработка умения самостоятельно применять эти знания в их комплексе для творческого решения конкретной управленческой задачи.

Содержание курсового проекта определяется следующими задачами:

1. Исследование современных подходов к решению задач в области логистики запасов и складирования.
2. Приобретение навыков дифференциации запасов на основе ABC- и XYZ-анализа.
3. Исследование и выбор моделей управления запасами для различных номенклатурных позиций и расчет их параметров.
4. Приобретение навыков определения места расположения склада и выбора организационной формы управления складом.
5. Исследование потребности предприятия в составе и размерах помещений и технологических зон склада.
6. Приобретение навыков планирования технического оснащения склада.
7. Закрепление приобретенных теоретических знаний по оценке эффективности логистического процесса на складе.

В теоретической части проекта исследуются актуальные вопросы и тенденции в области логистики запасов и складирования.

В практической части производится оптимизация систем управления запасами и складирования на предприятии на основе принципов логистики.

Курсовой проект должен включать расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка курсового проекта на тему «Оптимизация систем управления запасами и складирования на предприятии» содержит:

- титульный лист;
 - задание на курсовой проект;
 - оглавление;
 - введение;
 - основную часть (разделы):
- 1 Теоретический раздел
 - 2 Проектирование оптимальной системы управления запасами
 - 2.1 Дифференциация запасов на основе ABCD и XYZ-анализа
 - 2.2 Выбор систем управления запасами для различных номенклатурных позиций и расчет их параметров
 - 3 Организация логистического процесса на складе.
 - 3.1 Определение места расположения склада
 - 3.2 Оценка потребности предприятия в составе и размерах помещений и технологических зон склада
 - 3.3 Выбор организационной формы управления складом
 - 3.4 Оценка эффективности логистического процесса на складе
- заключение;
 - список использованной литературы;
 - графическую часть проекта.

Объем **введения** не должен превышать двух страниц.

Введение должно быть кратким и четким, не должно быть общих мест и отступлений, непосредственно не связанных с разрабатываемой темой.

Во введении обосновываются актуальность и важность темы, подтвержденные статистическими данными, практикой решения аналогичных проблем отечественными и зарубежными предприятиями.

Далее приведен пример обоснования актуальности темы исследования «Применение информационных технологий на транспорте».

Определяющим фактором в управлении информационными потоками становится скорость обработки данных и получение нужных сведений. Оборот информации все существеннее влияет на эффективность управления предприятием, его финансовые успехи [1]. При этом следует отметить постоянно увеличивающийся объем данных, который подлежит учету, обработке и анализу. «Документооборот только технической службы автотранспортного предприятия включает в среднем более 120 документов в день. Объем информации на один автомобиль, обрабатываемой на пред-

приятии в течение месяца, составляет порядка 50 Кбайт, при этом доля документов с нормативно-справочной информацией в этом объеме – 3 %, больше половины объема обрабатываемой информации (55 %) содержится в первичных документах, вторичные формы содержат примерно 42 % данных» [2]. Анализ документооборота показал, что содержание 77 % вторичных документов состоит только из дублированной информации, а в 23 % выходных форм частично повторяются сведения первичных документов, что является одной из предпосылок автоматизации систем управления [2]. Таким образом, использование современных информационных технологий даст возможность значительно повысить производительность труда работников и улучшить качество оказываемых услуг, что подтверждает значимость выбранной темы исследования.

Далее производится критический обзор современного состояния и освещения исследуемой темы в литературных источниках, формулируются цель и задачи курсового проектирования, которые необходимо решить для ее достижения, излагается краткая характеристика объекта и предмета исследования. Примеры формулирования объекта и предмета исследования:

– *объект исследования – системы управления запасами и складированием на предприятии;*

– *предмет исследования – логистические процессы и процедуры оптимизации систем управления запасами и складированием на предприятии.*

В теоретической части проекта производится исследование по одной из следующих тем.

1. Концепции управления запасами.
2. Разработка алгоритма управления запасами.
3. Логистический подход к управлению запасами.
4. Процедура проектирования системы управления запасами.
5. Оценка роли запасов в реализации стратегии организации.
6. Теоретическая и реальная модели оптимальной партии заказа.
7. Статистические методы расчета параметров текущего и страхового запасов.
8. Анализ основных показателей состояния запаса.
9. Управление запасами при многопродуктовых поставках.

10. Модификации основной формулы оптимального размера заказа.
11. Учет неопределенности параметров при расчете страхового запаса.
12. Информационное обеспечение процессов управления запасами.
13. Прогнозирование потребности в запасе: основные методы.
14. Прогнозирование потребности в запасе на основе статистических данных.
15. Использование показателей эффективности управления запасами для формирования системы мотивации работников.
16. Проблемы установления страхового запаса.
17. Методы определения запасов материально-технических ресурсов при функционировании системы «Канбан».
18. Автоматизация системы управления запасами.
19. Планирование запасов материально-технических ресурсов при функционировании системы MRP (Material Requirements Planning).
20. Современное программное обеспечение для управления запасами.
21. Антикризисное управление запасами.
22. Определение уровня логистического сервиса (уровня удовлетворения спроса запасами).
23. Применение логистической технологии VMI (Vendor Managed Inventory) в управлении запасами.
24. Логистический и технологический процессы на складе.
25. Модель управления логистическим процессом на складе.
26. Учет и контроль информации о формировании запасов.
27. Задачи логистического менеджмента в управлении запасами.
28. Логистические принципы грузопереработки
29. Методы маркировки продукции на складе и ее техническая поддержка.
30. Выбор рациональной схемы расположения товаров на складе.
31. Применение радиотехнологии в организации работы склада.
32. Применение кросс-докинга для повышения производительности склада.
33. Выбор оптимальной системы мотивации сотрудников склада.
34. Рациональный подход к определению технологических зон склада.
35. Современные технологии сортировки на складе.

36. Организация адресной системы хранения на складе.
37. Эффективные способы организации обратной логистики на складе.
38. Алгоритм формирования складской сети.
39. Нормативная база организации работы склада.
40. Информационное обеспечение складской логистики.
41. Проектирование технологических зон склада.
42. Управление возвратным материальным потоком в складской логистике.
43. Оценка эффективности логистических процессов на складе.
44. Основные бизнес-процессы на складе.
45. Повышение эффективности работы склада с помощью WMS.
46. Организация эффективной приемки продукции на складе.
47. Структурные взаимодействия склада других подразделений компании.
48. Карты организации рабочих мест персонала склада.
49. Оптимизация работы складского персонала.
50. Направления повышения эффективности работы склада.
51. Применение штрихового кодирования в организации работы склада.
52. Системы индексации грузов.
53. Организация рабочих мест основных категорий работников складского комплекса.
54. Пути повышения эффективности использования складской мощности
55. Выбор системы хранения на складе.
56. Система складирования на складах Amazon.
57. Оптимизация процесса комплектации заказов на складе.
58. Ключевые показатели работы (KPI) складского комплекса.
59. Анализ деятельности складского хозяйства при его оптимизации.
60. Автоматические системы складирования.
61. «Зеленые» технологии в управлении складом.
62. Эффективность и перспективы использования складских роботов.
63. Организация информационных потоков на складе.
64. Пути предотвращения образования неликвидов на складах компании.

65. Оптимизация деятельности склада.
66. Организация климатических зон на многофункциональных складах.
67. Логистические издержки на складе.
68. Повышение эффективности склада с помощью WMS «Warehouse Management System».
69. Области оптимизации логистических издержек на складе.
70. Задачи логистического менеджмента в складировании.
71. Оценка удовлетворенности клиентов склада.
72. Задачи и процедуры инвентаризации на складе.
73. Оценка экономической целесообразности создания распределительного центра.
74. Формирование организационной структуры управления персоналом склада.
75. Использование услуг 3PL-посредников в логистических системах компаний.
76. Развитие складской инфраструктуры Республики Беларусь.
77. Развитие складской инфраструктуры в западноевропейском регионе.
78. Развитие складской инфраструктуры в восточноевропейском регионе.
79. Новые проекты и перспективы развития терминальных комплексов и логистических центров в Республике Беларусь.

Материал по теме исследования необходимо структурировать (каждый подраздел должен быть не менее пяти страниц).

В заключении перечисляются основные результаты, характеризующие степень достижения целей проекта и подытоживающие его содержание. Выводы и предложения должны быть конкретными и обоснованными, вытекать из результатов проведенного исследования и содержания проекта.

Результаты следует излагать в форме констатации фактов, используя слова: «изучены», «исследованы», «сформулированы», «показано», «разработано», «предложена», «подготовлены» и т. п.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ»

2.1. Дифференциация запасов на основе ABCD и XYZ-анализа

2.1.1. ABCD-анализ запасов

Используя конспект лекций и рекомендованную литературу [1, 2, 5, 16] произвести дифференциацию запасов на основе ABCD-метода.

В общем виде ABCD-метод требует выполнения следующих операций:

- 1) вычисление доли запаса каждой позиции в общих запасах предприятия;
- 2) упорядочение запасов в порядке убывания их доли;
- 3) вычисление долей позиций с нарастающим итогом в упорядоченном списке;
- 4) выделение категорий А, В, С и D в зависимости от определенных долей *аналитически и графически*;
- 5) анализ полученных результатов и рекомендации по управлению группами запаса.

Предлагается следующий вариант распределения запасов по группам: к категории А относятся номенклатура запасов, составляющих 80 %, к категории В – 15 %, к категории С оставшиеся 5 % запасов. Категория D – это неликвиды (в данной работе не рассматриваются).

Пример исходных данных по варианту приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Запасы автотранспортного предприятия

Наименование запаса	Потребность, руб./год	Потребление за квартал, руб.			
		I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6
Агрегаты	128 478	32 119	25 696	41 113	29 550
Бланки, нормативная литература	141	44	35	32	30
Газ	282	56	71	70	85

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
Готовая продукция и товары	21 155	8039	5077	5348	2691
Драгоценные металлы, переданные в переработку	423	143	155	85	40
Запасные части	236 930	56 863	54 494	85 295	40 278
Инструмент, инвентарь на складе (б/у)	12 411	3351	3328	3227	2505
Инструмент, инвентарь на складе (новый)	82 220	16 444	24 666	19 733	21 377
МБП	1128	293	299	293	243
Материалы (ремонт)	124 106	28 544	35 991	33 509	26 062
Нефтепродукты	524 065	131 016	131 016	146 738	115 295
Спецодежда на складе (б/у)	12 270	4172	3278	3061	1759
Спецодежда на складе (новая)	84 504	23 661	25 351	19 293	16 199
Тара и тарные материалы	15 514	2948	4077	4189	4300
Транспортно-заготовительные расходы топлива	1664	416	266	401	581
Шины	43 719	9618	11 367	10 493	12 241

Сначала определяется доля позиции каждого наименования запаса в общем запасе (отношение суммы потребности в запасе по данной позиции к общей сумме потребности во всех запасах) (табл. 2.2), а затем номенклатура запасов сортируется по убыванию доли позиции в общем запасе (табл. 2.3).

Таблица 2.2

Структура запасов автотранспортного предприятия

№	Наименование запаса	Сумма, руб./год	Доля позиции в общем запасе, %
1	2	3	4
1	Агрегаты	128 478	9,11
2	Бланки, нормативная литература	141	0,01
3	Газ	282	0,02

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4
4	Готовая продукция и товары	21 155	1,50
5	Драгоценные металлы, переданные в переработку	423	0,03
6	Запасные части	236 930	16,80
7	Инструмент, инвентарь на складе (б/у)	12 411	0,88
8	Инструмент, инвентарь на складе (новый)	82 220	5,83
9	МБП (б/у)	1128	0,08
10	МБП (новые)	121 286	8,60
11	Материалы (ремонт)	124 106	8,80
12	Нефтепродукты	524 065	37,16
13	Спецодежда на складе (б/у)	12 270	0,87
14	Спецодежда на складе (новая)	84 504	5,99
15	Тара и тарные материалы	15 514	1,10
16	Транспортно-заготовительные расходы топлива	1664	0,12
17	Шины	43 719	3,10
Итого:		1 410 296	100,00

Таблица 2.3

ABC-анализ данных

№	Наименование запаса	Сумма, руб.	Доля, %	Доля с нарастающим итогом, %	Категория
1	2	3	4	5	6
12	Нефтепродукты	524 065	37,16	37,16	Категория А
6	Запасные части	236 930	16,80	53,96	
1	Агрегаты	128 478	9,11	63,07	
11	Материалы (ремонт)	124 106	8,80	71,87	
10	МБП (новые)	121 286	8,60	80,47	
14	Спецодежда на складе (новая)	84 504	5,99	86,46	Категория В
8	Инструмент, инвентарь на складе (новый)	82 220	5,83	92,29	
17	Шины	43719	3,10	95,39	

1	2	3	4	5	6
4	Готовая продукция и товары	21 155	1,50	96,89	Категория С
15	Тара и тарные материалы	15 514	1,10	97,99	
7	Инструмент, инвентарь на складе (б/у)	12 411	0,88	98,87	
13	Спецодежда на складе (б/у)	12 270	0,87	99,74	
16	Транспортно-заготовительные расходы топлива	1664	0,12	99,86	
9	МБП (б/у)	1128	0,08	99,94	
5	Драгоценные металлы, переданные в переработку	423	0,03	99,97	
3	Газ	282	0,02	99,99	
2	Бланки, нормативная литература	141	0,01	100,00	
	Итого		100,00		

По результатам расчетов табл. 2.3 построим график изменения стоимости запасов и диаграмму Парето (рис. 2.1).

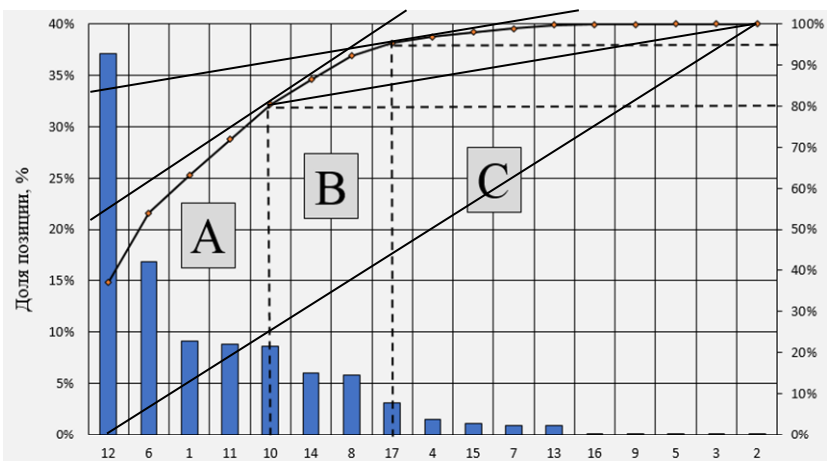


Рис. 2.1. Диаграмма роста стоимости запасов

Сравнить результаты выделения групп А, В, С расчетным и графическим методами.

2.1.2. XYZ-анализ запасов

Используя конспект лекций и рекомендованную литературу, произвести дифференциацию запасов на основе XYZ-метода.

В общем виде XYZ-метод требует выполнения следующих операций:

1) расчет коэффициентов вариации (v) величины запасов по отдельным позициям (табл. 2.4):

$$v = \frac{\delta}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (2.1)$$

где v – коэффициент вариации, %;

\bar{x} – среднее арифметическое значение потребления запаса по кварталам, руб.;

δ – среднеквадратичное отклонение фактического потребления за квартал от среднего, руб.;

2) упорядочение запасов в соответствии с рассчитанным коэффициентом вариации;

3) выделение категорий X, Y, Z в зависимости от рассчитанного коэффициента вариации (табл. 2.5).

Таблица 2.4

Группа	Интервал
X	$v < 10 \%$
Y	$10 \% \leq v < 25 \%$
Z	$v \geq 25 \%$

По результатам расчетов строится кривая Лоренца (график изменения удельного веса запасов в общей номенклатуре) (рис. 2.2);

4) анализ полученных результатов и рекомендации по управлению группами запаса.

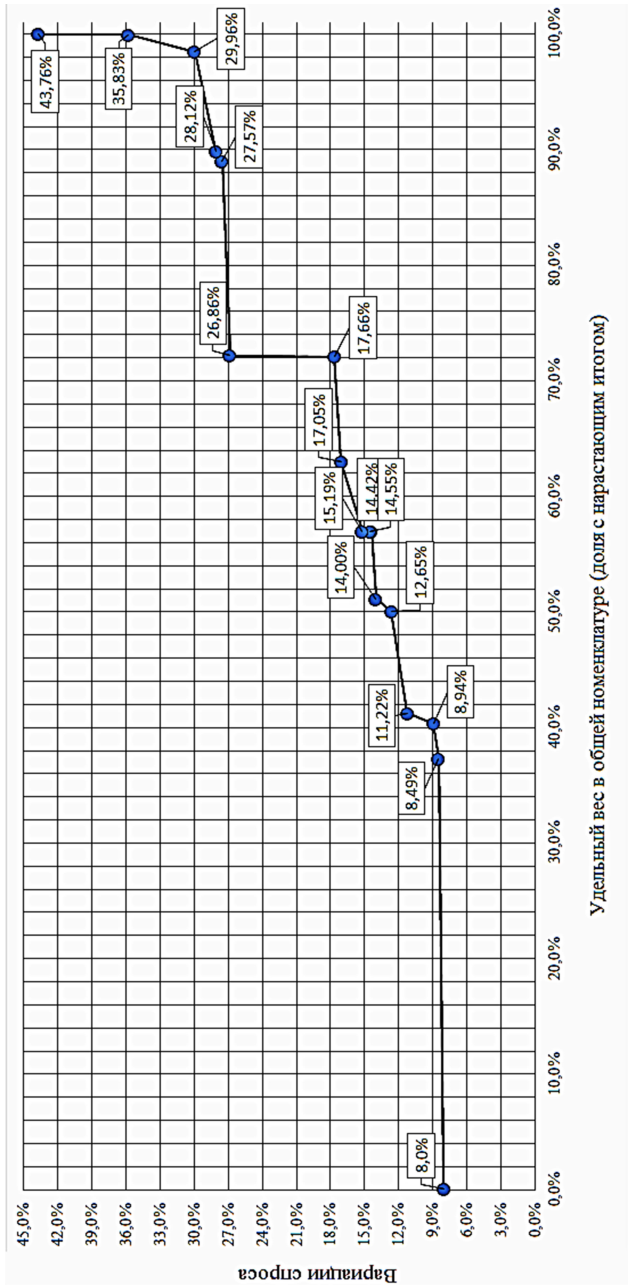


Рис. 2.2. Кривая Лоренса (кривая XYZ)

2.1.3. Определение оптимальной стратегии управления запасами для различных номенклатурных позиций на основе дифференциации запасов

Совместный анализ обеих классификаций ABC или XYZ позволяет разбить запасы на девять блоков, каждый из которых имеет две характеристики: стоимость запасов и точность прогнозирования потребности в них (табл. 2.6). Матрица ABC – XYZ составляется путем внесения наименования тех позиций, которые одновременно встречаются в категории А и категории X (для ячейки AX), в категории В и категории Y (для ячейки BY) и т. д. (табл. 2.7 и 2.8).

Разрабатываются технологии и способы управления каждой группой запасов (каждой ячейки), связанные с приоритетом обслуживания запаса, уровнем обслуживания, особенностями систем контроля и учета, выбором наиболее рациональных моделей управления запасами.

Таблица 2.5

Расчет коэффициента вариации по отдельным ассортиментным позициям

Наименование запаса	Потребность, руб./год	Потребление за квартал, руб.				Среднее потребление за квартал	Средне-квадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %	Категория (X, Y, Z)
		I	II	III	IV				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Агрегаты	128 478	32 119	25 696	41 113	29 550	32 119,50	5673,33	17,66	Y
Бланки, нормативная литература	141	44	35	32	30	35,25	5,36	15,19	Y
Газ	282	56	71	70	85	70,50	10,26	14,55	Y
Готовая продукция и товары	21 155	8039	5077	5348	2691	5288,75	1894,76	35,83	Z
Драгоценные металлы, переданные в переработку	423	143	155	85	40	105,75	46,28	43,76	Z
Запасные части	236 930	56 863	54 494	85 295	40 278	59 232,50	16 329,38	27,57	Z
Инструмент, инвентарь на складе (б/у)	12 411	3351	3328	3227	2505	3102,75	348,25	11,22	Y
Инструмент, инвентарь на складе (новый)	82 220	16 444	24 666	19 733	21 377	20 555,00	2964,46	14,42	Y

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МБП (б/у)	1128	293	299	293	243	282,00	22,65	8,03	X
МБП (новые)	121 286	29 109	42 450	32 675	17 052	30 321,50	9085,56	29,96	Z
Материалы (ремонт)	124 106	28 544	35 991	33 509	26 062	31 026,50	3924,86	12,65	Y
Нефтепродукты	524 065	131 016	131 016	146 738	115 295	131 016,25	11 116,78	8,49	X
Спецодежда на складе (б/у)	12 270	4172	3278	3061	1759	3067,50	862,62	28,12	Z
Спецодежда на складе (новая)	84 504	23 661	25 351	19 293	16 199	21 126,00	3602,50	17,05	Y
Тара и тарные материалы	15 514	2948	4077	4189	4300	3878,50	542,98	14,00	Y
Транспортно-заготовительные расходы топлива	1664	416	266	401	581	416,00	111,75	26,86	Z
Шины	43 719	9618	11 367	10 493	12 241	10 929,75	977,50	8,94%	X

Таблица 2.6

Матрица ABC-XYZ

Категории	X	Y	Z	Увеличение контроля за потребностью 
A	AX	AY	AZ	
B	BX	BY	BZ	
C	CX	CY	CZ	
Уменьшение точности прогнозирования 				

Таблица 2.7

ABC и XYZ-анализ

Наименование запаса	Доля позиции в общем запасе, %	Коэффициент вариации спроса по отдельной позиции, %	ABC- анализ	XYZ- анализ
Агрегаты	9,11	17,66	A	Y
Бланки, нормативная литература	0,01	15,19	C	Y
Газ	0,02	14,55	C	Y
Готовая продукция и товары	1,50	35,83	C	Z
Драгоценные металлы, переданные в переработку	0,03	43,76	C	Z
Запасные части	16,80	27,57	A	Z
Инструмент, инвентарь на складе (б/у)	0,88	11,22	C	Y
Инструмент, инвентарь на складе (новый)	5,83	14,42	B	Y
МБП (б/у)	0,08	8,03	C	X
МБП (новые)	8,60	29,96	A	Z
Материалы (ремонт)	8,80	12,65	A	Y
Нефтепродукты	37,16	8,49	A	X
Спецодежда на складе (б/у)	0,87	28,12	C	Z
Спецодежда на складе (новая)	5,99	17,05	B	Y
Тара и тарные материалы	1,10	14,00	C	Y
Транспортно-заготовительные расходы топлива	0,12	26,86	C	Z
Шины	3,10	8,94	B	X
Итого	100,00	–	–	–

Таблица 2.8

Пример заполнения матрицы ABC-XYZ

	X	Y	Z
A	(12) Нефтепродукты	(1) Агрегаты (11) Материалы (ремонт)	(6) Запасные части (10) МБП (новые)
B	(17) Шины	(8) Инструмент, инвентарь на складе (новый) (14) Спецодежда на складе (новая)	–
C	(9) МБП (б/у)	(2) Бланки, нормативная литература (3) Газ (7) Инструмент, инвентарь на складе (б/у) (15) Тара и тарные материалы	(4) Готовая продукция и товары (5) Драгоценные металлы, переданные в переработку (13) Спецодежда на складе (б/у) (16) Транспортно-заготовительные расходы топлива

Уменьшение точности прогнозирования →

↑ Увеличение контроля за потребностью

2.2. Выбор модели управления запасами для различных номенклатурных позиций и расчет их параметров

2.2.1. Выбор модели управления запасами для позиций, характеризующихся высоким уровнем обслуживания и высокой точностью прогнозирования

Дать краткую характеристику используемой модели управления запасами, рассчитать основные параметры модели, построить график движения запасов. На основании разработанного графика определяются затраты по управлению запасами для выбранной модели. При выполнении работы привести необходимые формулы и комментарии к расчетам [1, 2, 5, 16, 18].

Из перечня позиций табл. 2.7 выбирается позиция запаса, соответствующая группе AX (характеризуется высоким уровнем обслуживания и высокой точностью прогнозирования), например, нефтепродукты. Оптимальным вариантом для этой группы запасов является модель с фиксированным размером заказа.

Для рассматриваемого предприятия 62 % нефтепродуктов составляют смазочные материалы, поэтому рассчитаем основные параметры и построим график движения запаса на год для смазочных материалов, используя исходные данные табл. 2.5. Смазочные материалы поставляются в емкостях по 205 л; средняя цена смазочных материалов – 1625 руб./205 л. Исходные данные для расчетов представлены в табл. 2.9.

Применение модели с фиксированным размером заказа предполагает, что размер заказа строго зафиксирован и не меняется на протяжении установленного промежутка времени, потому определение величины заказа является основной задачей, которая решается при работе с данной системой при помощи формулы Уилсона.

Оптимальный размер заказа рассчитывается по следующей формуле [16]:

$$EOQ = \sqrt{2 \cdot \frac{C_o \cdot S}{C \cdot i}},$$

где C_o – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности, ед./период;

C – стоимость единицы запаса;

i – затраты на содержание единицы запаса, %.

Таблица 2.9

Данные по потреблению смазочных материалов за год

Наименование запаса	Потребность, в год	Потребление за квартал, руб.				Среднее потребление за квартал, руб.	Коэффициент вариации, %
		I	II	III	IV		
Нефтепродукты, руб.	524 065	131 016	131 016	146 738	115 295	131 016	8,49
Смазочные материалы, руб.	324 921 (524 065 × 0,62)	81 230	81 230	90 978	71 483	81 230	8,49
Смазочные материалы, емкостей по 205 л	200 (324 920 : 1625)	50	50	56	56	50	8,49

Определим затраты на выполнение заказа (C_0), включающие:

1) затраты на подготовку заказа:

- на анализ статистической информации по движению запаса;
- на поиск поставщика;
- на ведение переговоров;
- представительские расходы;
- на определение нужного объема заказа;
- на оформление заказа;

2) затраты на размещение заказа:

- на передачу заказа;
- на контроль выполнения;

3) затраты на приемку заказа:

- на отслеживание процесса транспортировки заказа;
- на контроль качества поставки;
- на оформление претензий по качеству при необходимости;
- на регистрацию полученного заказа в компьютерной системе.

Оформление заказа на исследуемом предприятии производится отделом логистики. Рассчитаем затраты времени специалиста на выполнение одного заказа, используя результаты исследования затрат рабочего времени (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Затраты времени специалиста на выполнение заказа

Затраты на выполнение заказа	Оценка трудоемкости		
	минимально возможные трудозатраты	пессимистическая оценка трудозатрат	наиболее вероятная
1	2	3	4
на анализ статистической информации по движению запаса	15	40	20
на поиск поставщика	8	40	12
на ведение переговоров	5	60	15
на определение нужного объема заказа	5	120	20

1	2	3	4
на оформление заказа	5	30	10
на передачу заказа	5	10	5
на контроль выполнения	10	60	15
на отслеживание процесса транспортировки заказа	30	60	40
на контроль качества поставки	30	180	40
на оформление претензий по качеству при необходимости	0	120	0
на регистрацию полученного заказа в компьютерной системе	5	30	7

Определим среднюю трудоемкость работ по выполнению заказа.

1) затраты на *подготовку заказа*:

– анализ статистической информации по движению запаса – от 15 (E_{\min_1}) до 40 минут (E_{\max_1}) (наиболее вероятное 20 минут (E_{\exp_1}));

– поиск поставщика – от 8 (E_{\min_2}) до 40 минут (E_{\max_2}) (наиболее вероятное 12 минут (E_{\exp_2}));

– ведение переговоров – от 5 (E_{\min_3}) до 60 минут (E_{\max_3}) (наиболее вероятное 15 минут (E_{\exp_3}));

– определение нужного объема заказа – от 5 (E_{\min_3}) до 120 минут (E_{\max_3}) (наиболее вероятное 20 минут (E_{\exp_3}));

– оформление заказа – от 5 (E_{\min_3}) до 30 минут (E_{\max_3}) (наиболее вероятное 10 минут (E_{\exp_3})).

Оценку средней трудоемкости определим методом PERT. Диапазон неопределенности достаточно охарактеризовать тремя оценками:

E_{\exp_i} – наиболее вероятная оценка трудозатрат.

E_{\min_i} – минимально возможные трудозатраты на реализацию пакета работ.

E_{\max_i} – пессимистическая оценка трудозатрат.

Оценку средней трудоемкости по каждому элементарному пакету можно определить по формуле PERT:

$$E_i = (E_{\min_i} + 4 \cdot E_{\exp_i} + E_{\max_i}) / 6.$$

Тогда суммарная трудоемкость затрат по проекту:

$$E = \sum E_i.$$

Оценка средней трудоемкости по каждому этапу работ (E_i):

$$E_1 = (15 + 4 \cdot 20 + 40) / 6 = 22,5 \text{ мин};$$

$$E_2 = (8 + 4 \cdot 12 + 40) / 6 = 16 \text{ мин};$$

$$E_3 = (5 + 4 \cdot 15 + 60) / 6 = 20,8 \text{ мин};$$

$$E_4 = (5 + 4 \cdot 20 + 120) / 6 = 34,2 \text{ мин};$$

$$E_5 = (5 + 4 \cdot 10 + 30) / 6 = 12,5 \text{ мин};$$

$$E = 22,5 + 16 + 20,8 + 34,2 + 12,5 = 106,0 \text{ мин.}$$

Таким образом, ожидаемая трудоемкость *подготовки одного заказа* составляет 106 мин (1,77 ч).

Аналогично необходимо определить трудоемкости:

- размещения заказа ($\sum E = 27,5$ мин);
- приемки заказа ($\sum E = 133,7$ мин);
- итоговую трудоемкость выполнения одного заказа ($T_{вз}$).

$$T_{вз} = 106,0 + 27,5 + 133,7 = 267,2 \text{ мин (4,46 ч)}.$$

Определим затраты на заработную плату специалиста, занимающегося выполнением заказа. Данные для расчета представлены в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Данные для расчета затрат

Показатель	Значение
Средняя месячная зарплата специалиста за 2021 год, руб.	1420
Среднее количество рабочих часов в месяц	164

Тогда заработная плата за один час работы специалиста:

$$ЗП_{1ч.р.} = 1420 / 164 = 8,66 \text{ руб./час.}$$

Затраты на заработную плату при выполнении одного заказа составят:

$$ЗП = T_{вз} \cdot ЗП_{1ч.р.} = 4,46 \cdot 8,66 = 38,62 \text{ руб.}$$

Накладные и прочие расходы составляют 158 % ($K_{накл}$) от основной заработной платы специалистов, амортизационные отчисления – 35 % (K_a). Отчисления от фонда оплаты труда, включаемые в затраты, составляют 34,6 % ($K_{отч}$). Дополнительная заработная плата специалиста – 12 % от основной ($K_{доп}$).

Так как затраты на доставку не входят в цену смазочных материалов, рассчитаем их исходя из среднего расстояния перевозки ($L_{ср} = 80$ км в одну сторону) и тарифа за 1 км ($T_{1км} = 1$ руб./км, предварительно предположив, что потребуется подвижной состав грузоподъемностью 5–7 т). Тогда затраты на транспортировку составят:

$$З_{тр} = L_{ср} \cdot 2 \cdot T_{1км};$$

$$З_{тр} = 80 \cdot 2 \cdot 1 = 160 \text{ руб./ заказ.}$$

Затраты на выполнение одного заказа:

$$C_o = ЗП \cdot (1 + (K_{накл} + K_{отч} + K_{доп}) / 100) + З_{тр};$$

$$C_o = 38,62 \cdot (1 + 1,58 + 0,35 + 0,346 + 0,12) + 160 = 291,15 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание запаса составляют 10 % от стоимости наличного запаса. Теперь можно определить EOQ .

$$C_o = 291,15 \text{ руб.};$$

$$S = 200 \text{ ед./период};$$

$$C = 1625 \text{ руб./ед};$$

$$i = 0,10.$$

$$EOQ = \sqrt{2 \cdot 291,15 \cdot 200 / (1625 \cdot 0,10)} = 26,8 \text{ ед.}$$

$$S / EOQ = 200 / 27,19 = 7,46, \text{ округляем до 7 поставок в год.}$$

Пересчитаем оптимальный размер партии:

$$EOQ = 200 / 7 = 29 \text{ ед.}$$

Проверим вместимость выбранного подвижного состава (автомобиль-фургон грузоподъемностью 6 т с габаритами 2,45×2,40×6,1), если:

- размер партии перевозимых смазочных материалов – 29 ед. (емкостей);
- объем груза в одной емкости – 205 л;
- средняя плотность – 0,85 г/мл;
- размер паллеты 1200×1200 мм (размещаются 4 емкости на паллете, рис. 2.3);
- масса паллеты – 30 кг;
- масса емкости – 14,4 кг.



Рис. 2.3. Размещение груза на паллете

В соответствии с размером партии (29 единиц), целесообразно разместить 28 емкостей на 7 паллетах с параметрами 1200×1200 мм и одну емкость поместить на специально созданный паллет с параметрами 30×30 мм (вес – 7,5 кг) (рис. 2.4).

Тогда за одну езду планируется перевозить:

$$29 \cdot 205 \cdot 0,85 + 30 \cdot 7 + 7,5 + 29 \cdot 14,4 = 5688,35 \text{ кг.}$$

Следовательно, для перевозки может использоваться подвижной состав грузоподъемностью 6 т.

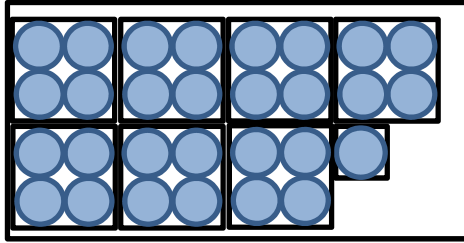


Рис. 2.4. Схема размещения паллет с емкостями на подвижном составе

В условиях неопределенности спроса и функционального цикла **рассчитаем страховой запас** исходя из принятого уровня обслуживания. Предположим, что потребность в запасе изменяется в соответствии с нормальным законом распределения вероятности. Зная частотное распределение спроса, можно определить размер страхового запаса, чтобы обеспечить защиту от дефицита запасов. Если выбрать интервал в 3σ для создания страхового запаса, то в 99,7 % случаев будет защита от дефицита. Стандартное отклонение, учитывающее неопределенность спроса и неопределенность функционального цикла, определяется по формуле:

$$\sigma_c = \sqrt{T \cdot \sigma_d^2 + \Pi_d^2 \cdot \sigma_T^2},$$

где σ_c – среднее квадратическое отклонение комбинации случайных событий (приближенное значение);

T – средняя продолжительность функционального цикла,

σ_T – среднее квадратическое отклонение продолжительности функционального цикла,

Π_d – среднее дневное потребление,

σ_d – среднее квадратическое отклонение дневного потребления.

Предположим, что в пределах квартала потребление рассматриваемого запаса равномерно и в табл. 2.12 рассчитаем среднедневное потребление. Время выполнения одного заказа – 10 рабочих дней или 14 календарных, среднее квадратическое отклонение продолжительности функционального цикла (σ_T) составляет два дня. Тогда:

$\Pi_d = 0,7780$ ед./день, $\sigma_d = 0,0448$ ед./день, $T = 10$ дней, $\sigma_T = 2$ дня.

$$\sigma_c = \sqrt{10 \cdot 0,0448^2 + 0,7780^2 \cdot 2^2} = 1,56 \text{ ед.}$$

Таблица 2.12

Определение среднедневного потребления
и стандартного отклонения

Показатель	Номер квартала				Значение за год	Среднедневное стандартное отклонение
	1	2	3	4		
Потребление, ед.	50	50	56	44	200	
Количество рабочих дней в квартале	61	64	66	66	257	
Среднедневное потребление	0,8265 (50/61)	0,7811	0,8483	0,6665	0,7780	0,0448

Чтобы обеспечить уровень обслуживания 99 %, следует выбрать страховой запас в интервале 3σ , т. е. трех единиц. Тогда

$$Z_s = 1,56 \cdot 3 = 4,68, \text{ округляем до } 5 \text{ ед.}$$

Теперь можно определить основные параметры модели:

– ожидаемую потребность за время выполнения заказа (ОП):

$$\text{ОП} = \Pi_d \cdot T = 0,778 \cdot 10 = 7,78 \text{ ед.} \approx 8 \text{ ед.};$$

– пороговый уровень запаса

$$\text{ПУ} = \text{ОП} + Z_s = 7,78 + 5 = 12,78, \text{ округляем до } 13 \text{ ед.,}$$

– максимальный желательный запас:

$$\text{МЖЗ} = \text{EOQ} + Z_s = 29 + 5 = 34 \text{ ед.}$$

Далее разрабатывается календарный график движения запаса на 2021 год с разбивкой по месяцам, предполагая, что в пределах квартала потребление запаса осуществляется равномерно (табл. 2.13).

Таблица 2.13

Расчет среднемесячного потребления смазочных материалов

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Число рабочих дней	19	20	22	22	20	22	22	22	22	21	22	23
Среднедневное потребление, ед.	0,8265	0,8265	0,8265	0,7811	0,7811	0,7811	0,8483	0,8483	0,8483	0,6665	0,6665	0,6665
Потребление за месяц, ед.	16	17	18	17	16	17	19	19	19	14	15	15

График движения запасов выполняется на листе формата А3 и размещается в приложении к курсовому проекту, а в тексте пояснительной записки приводятся расчеты координат графика с пояснениями [16].

Пример пояснения для построения графика.

Ось абсцисс на графике отражает номер рабочего дня в году, а ось ординат – запас на складе (количество емкостей по 205 л). Вертикальными линиями отмечены границы кварталов, при пересечении которых интенсивность потребления запаса изменяется:

Граница 1: $19 + 20 + 22 = 61$ (январь, февраль, март);

Граница 2: $61 + (22 + 20 + 22) = 125$ (апрель, май, июнь);

Граница 3: $125 + (22 + 22 + 22) = 191$ (июль, август, сентябрь);

Граница 4: $191 + (21 + 22 + 23) = 257$ (октябрь, ноябрь, декабрь).

Определим, через сколько дней необходимо сделать первый заказ (ΔT_{31}). Потребление начинается с МЖЗ ($Z_1 = 34$ ед.), точка (0;34) на графике (рис. 2.5). Заказ будет сделан при достижении порогового уровня ($ПУ = 13$ ед.).

$$\Delta T_{31} = (Z_1 - ПУ) / П_{д\ 1кв} = (34 \text{ ед.} - 13 \text{ ед.}) / (0,8265 \text{ ед./раб. день}) \approx 25 \text{ раб. дней.}$$

Таким образом, при потреблении 0,8265 ед./раб. день ($П_{д\ 1кв} = 0,8265$ ед./раб. день) первый заказ осуществляется на 25-й рабочий день с начала года (т. к. в январе 19 рабочих дней, то этот заказ приходится на февраль).

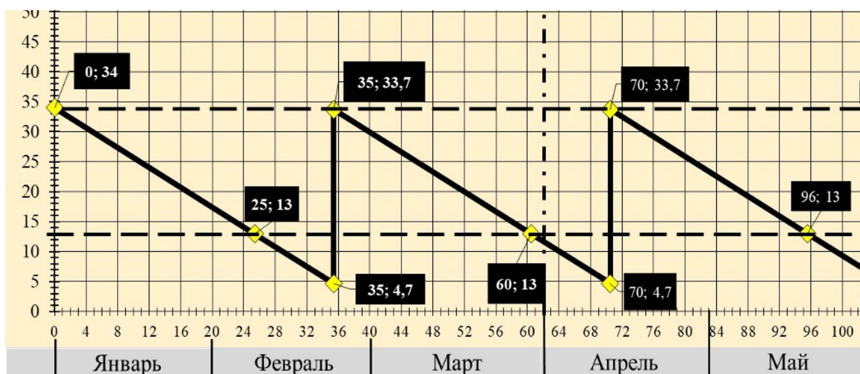


Рис. 2.5. График движения запаса деталей для модели с фиксированным размером заказа

Данный заказ придет на 35-й раб. день ($T_{п1} = 35$), с учетом времени выполнения одного заказа ($T = 10$ рабочих дней):

$$T_{п1} = T_{з1} + T = 25 + 10 = 35 \text{ раб. дней.}$$

За январь уровень запаса уменьшится на 16 ед. (по условию потребление за январь $\Delta Z_{\text{январь}} = 16$ ед.) и достигнет уровня в 18 ед.:

$$Z_{\text{конец январь}} = Z_1 - \Delta Z_{\text{январь}} = 34 - 16 = 18 \text{ ед.}$$

За февраль уровень запаса уменьшается на 17 единиц:

$$\Delta Z_{\text{фев}} = \Delta T_{\text{фев}} \cdot \text{Пд}_{1\text{кв}} = 20 \text{ раб. дней} \cdot 0,8265 \text{ ед./раб. день} \approx 17 \text{ ед.}$$

Определим дату в феврале, когда запас достигает порогового уровня в 13 единиц ($\text{ПУ} = 13$ ед.), то есть дату заказа $T_{з1}$. Для этого рассчитаем, за какое количество рабочих дней будет израсходовано пять единиц запаса, от 18 ед. на конец января до достижения порогового уровня в 13 ед. ($18 - 13 = 5$) с учетом дневного потребления в 0,8265 ед.:

$$\Delta T_{з1} = (Z_{\text{конец январь}} - \text{ПУ}) / \text{Пд}_{1\text{кв}} = (18 \text{ ед.} - 13 \text{ ед.}) / (0,8265 \text{ ед./раб. день}) \approx 5 \text{ ед.} / 0,8265 \text{ ед./раб. день} \approx 6 \text{ раб. дней.}$$

Таким образом, спустя шесть рабочих дней от начала февраля или через 25 рабочих дней от начала года будет достигнут пороговый уровень, то есть 08.02 ($T_{з2} = 25$ раб. дней.)

Дата получения заказа (спустя 10 рабочих дней от даты размещения или через 35 раб. дней от начала года) – 22.02.

Уровень запаса на момент получения первого заказа равен 4,7 ед.:

$$Z_{п1} = (Z_{\text{конец янв}} - (\Delta T_{32} + T) \cdot \Pi_{\text{д}}^{\text{1кв}}) = 18 - (6 + 10) \cdot 0,8265 = 4,7 \text{ ед.}$$

Размер первого заказа, как и всех последующих, в соответствии с принципами применения модели с фиксированным размером заказа составит 29 единиц.

После получения первого заказа запас достигает уровня 33,7 ед.:

$$Z_{п1}' = Z_{п1} + EOQ = 4,7 + 29 = 33,7 \text{ ед.}$$

За февраль осталось потребить 3,3 ед. $((20 - 6 - 10) \cdot 0,8265)$. Уровень запаса на конец февраля составит $(Z_{\text{конец фев}} = 33,78 - 3,31 = 30 \text{ ед.})$.

За март предприятие потребляет 18 единиц запаса $(\Delta Z_{\text{мар}} = 1 \text{ ед.})$ за 22 раб. дня. Определим количество рабочих дней до достижения порогового уровня:

$$\Delta T_{32} = (Z_{\text{конец фев}} - \text{ПУ}) / \Pi_{\text{д}}^{\text{1кв}} = (30 \text{ ед.} - 13 \text{ ед.}) / 0,8265 \text{ ед./раб. день} \approx 21 \text{ раб. день.}$$

Следовательно, в конце марта (через 60 раб. дней от начала года) линия графика изменения запаса вновь пересекает пороговый уровень (дата размещения заказа – 30.03). На конец марта запас составит 12 ед. $(30 - 18)$.

$$Z_{\text{конец мар}} = Z_{\text{конец фев}} - \Delta Z_{\text{мар}} = 30 - 18 = 12 \text{ ед.}$$

Определим дату получения заказа в апреле – 11.04 (через 10 рабочих дней после даты размещения заказа).

Отображение на графике движения запасов с апреля по декабрь осуществляется таким же образом, с учетом того, что интенсивность потребления меняется по кварталам.

На основании разработанного графика определяются затраты по управлению запасами для выбранной модели:

– число заказов за год:

$$S / EOQ = 200 / 29 \approx 7 \text{ заказов в год.}$$

– затраты на выполнение заказа:

$$C_{ord} = S / Q \cdot C_0 = 7 \cdot 291,15 = 2038,05 \text{ руб.}$$

– затраты на содержание запаса (в том числе страхового) на складе:

$$C_{car} = (Q + Z_s) / 2 \cdot C \cdot i = (29 / 2 + 5) \cdot 1625 \cdot 0,10 = 3168,8 \text{ руб.};$$

– общие годовые затраты по управлению запасами:

$$TC = C_{ord} + C_{car};$$

$$TC = 2038,05 + 3168,8 = 5206,85 \text{ руб.}$$

2.2.2. Выбор модели управления запасами для позиций, характеризующихся высоким уровнем обслуживания и средней (низкой) точностью прогнозирования

Дать краткую характеристику используемой модели управления запасами, рассчитать основные параметры модели, построить график движения запасов. На основании разработанного графика определяются затраты по управлению запасами для выбранной модели фактические и минимально-возможные (без создания дополнительных запасов), а также производится их сравнение. При выполнении работы привести необходимые формулы и комментарии к расчетам [1, 2, 16, 20].

Из перечня позиций табл. 2.7 выбирается позиция запаса, характеризующаяся высоким уровнем обслуживания и низкой точностью прогнозирования, например, запчасти (соответствует группе AZ). Для данной номенклатурной позиции можно использовать модель управления запасами с периодическим пополнением запаса до установленного уровня.

Необходимо рассчитать основные параметры и построить график движения запаса на год для запчастей, используя исходные данные табл. 2.5. Средняя цена запчастей составляет 102 руб./шт. Потребность в запчастях в натуральном выражении рассчитывается в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Данные по потреблению запчастей за год

Наименование запаса	Потребность, в год	Потребление за квартал, руб.				Среднее потребление за квартал	Коэффициент вариации, %
		I	II	III	IV		
Запчасти, руб.	236 930	56 863	54 494	85 295	40 278	59 232,5	27,57
Запчасти, упаковок	2323	558	534	836	395	580,75	27,55

Затраты на выполнение одного заказа определяются аналогично п. 2.2.1 с учетом того, что:

- затраты на доставку не входят в цену запчастей;
- среднее расстояние перевозки в одну сторону составляет 197 км;
- масса единицы запчастей с упаковкой составляет 7 кг;
- внешние размеры упаковки 384×289×195 мм.

Предварительно можно предположить, что потребуется подвижной состав грузоподъемностью 3,5–5 т.

Затраты на содержание запаса составляют 17 % от стоимости запаса. Тогда:

$$C_o = 318,88 \text{ руб./заказ};$$

$$S = 2323 \text{ уп./год};$$

$$C = 102 \text{ руб./ед};$$

$$i = 0,17.$$

$$EOQ = \sqrt{2 \cdot 318,88 \cdot 2323 / (102 \cdot 0,17)} = 292,3 \text{ ед.}$$

$$S / EOQ = 2323 / 292,3 = 7,947 \approx 8 \text{ партий в год.}$$

Пересчитаем оптимальный размер партии:

$$EOQ = 2323 / 8 = 290,375 \approx 290 \text{ ед. (упаковок по 7 кг).}$$

Предположим, что в пределах квартала потребление рассматриваемого запаса равномерно и в табл. 2.15 рассчитаем среднедневное потребление.

Таблица 2.15

Определение среднедневного потребления
и стандартного отклонения

Показатель	Номер квартала				Значение за год	Среднедневное стандартное отклонение
	1	2	3	4		
Потребление, ед.	558	534	836	395	2323	
Количество рабочих дней в квартале	61	64	66	66	257	
Среднедневное по- требление	9	8,476	12,86 2	6,077	9,110	2,443

В условиях неопределенности спроса и функционального цикла рассчитаем страховой запас, исходя из принятого уровня обслуживания. Предположим, что потребность в запасе изменяется в соответствии с нормальным законом распределения вероятности. Зная частотное распределение спроса, можно определить размер страхового запаса, чтобы обеспечить защиту от дефицита запасов. Если выбрать интервал в 3σ для создания страхового запаса, то в 99,7 % случаев будет защита от дефицита.

Время выполнения одного заказа – 10 рабочих дней или 14 календарных, среднее квадратическое отклонение продолжительности функционального цикла составляет два дня.

Тогда:

$$\Pi_d = 9,110 \text{ ед./день};$$

$$\sigma_d = 2,443 \text{ ед./день};$$

$$T = 10 \text{ дней};$$

$$\sigma_T = 2 \text{ дня}.$$

$$\sigma_c = \sqrt{10 \cdot 2,443^2 + 9,11^2 \cdot 2^2} = 19,79 \text{ ед.}$$

$$Z_s \approx 40 \text{ ед.}$$

Теперь можно определить основные параметры модели:

– максимальный желательный запас:

$$\text{МЖЗ} = 290 + 40 = 330 \text{ ед.};$$

– период между поставками:

$$T_{\text{пост}} = 290 / 2323 \cdot 255 = 31,83 \text{ раб. дней};$$

– ожидаемая потребность за время выполнения заказа:

$$\text{ОП} = 9,11 \text{ ед./день} \cdot 10 \text{ дней} = 91,1 \approx 91 \text{ ед.};$$

– пороговый уровень запаса:

$$\text{ПУ} = 91 + 40 = 131 \text{ ед.};$$

– размер дополнительного заказа:

$$\text{ДЗ} = \text{МЖЗ} - \text{ПУ} + \text{ОП} = 330 - 131 + 91 = 290 \text{ ед.}$$

Далее разрабатывается календарный график движения запаса на 2020 год с разбивкой по месяцам (рис. 2.6 и 2.7), предполагая, что в пределах квартала потребление запаса осуществляется равномерно (по примеру табл. 2.13).

На основании разработанного графика определяются затраты по управлению запасами для выбранной модели и минимально возможные (без дополнительных заказов), а также производится их сравнение.

Фактические значения параметров модели для графика на рис. 2.6:

– общее число заказов за год (основные и дополнительные заказы): $8 + 2 = 10$;

– общие расходы на выполнение заказов:

$$10 \cdot 318,88 \text{ руб./заказ} = 3188,80 \text{ руб.};$$

– среднегодовой размер запаса на складе: 199,182 ед.;

– общие расходы по хранению запаса на складе:

$$199,182 \text{ ед.} \cdot 102 \text{ руб./ед.} \cdot 0,17 = 3453,82 \text{ руб.};$$

– суммарное количество дней дефицита продукции на складе: 0;

– общие годовые издержки:

$$\text{ТС} = 3453,82 + 3188,80 = 6642,62 \text{ руб.}$$

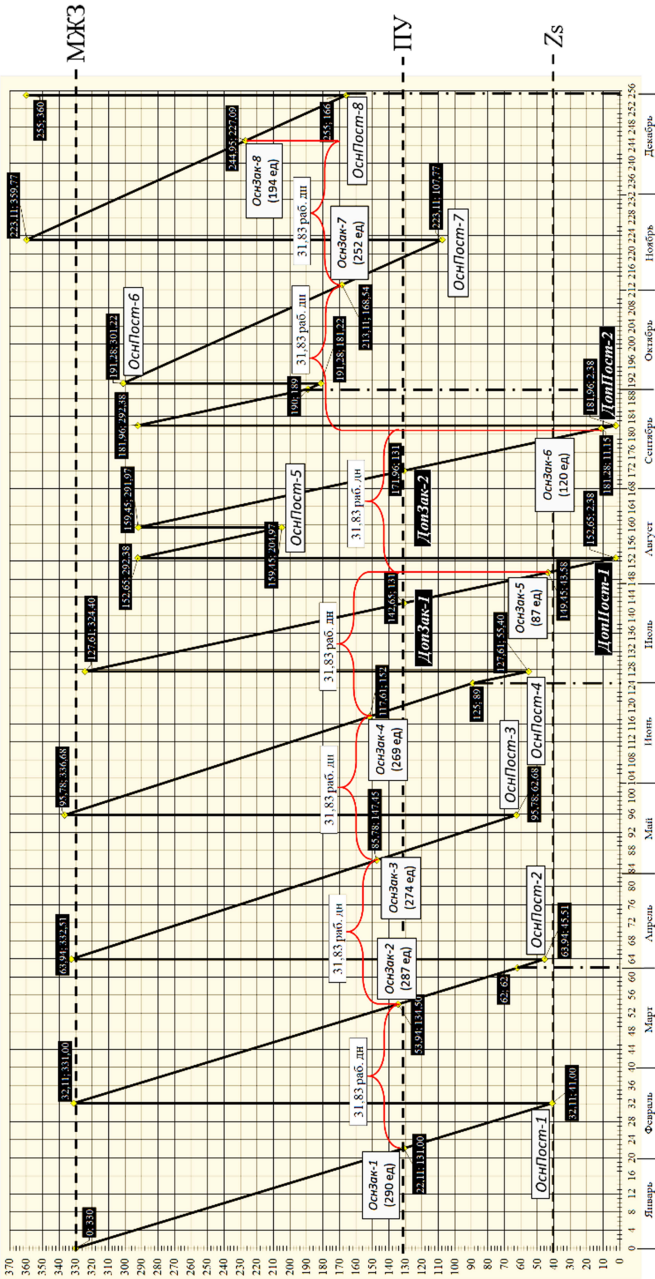


Рис. 2.6. График движения запаса деталей (система с периодическим пополнением запаса до установленного уровня – с дополнительными заказами)

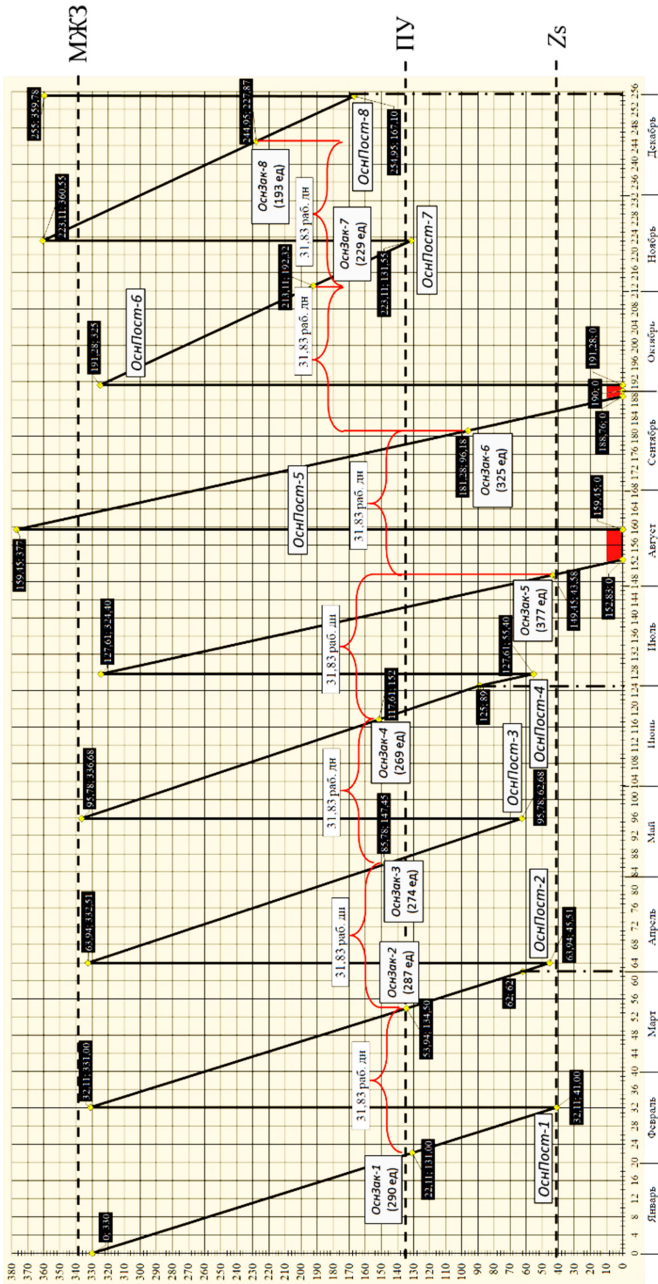


Рис. 2.7. График движения запаса деталей (без дополнительных заказов)

Минимально возможные значения параметров модели для графика на рис. 2.7:

- общее число заказов за год (без дополнительных заказов): 8;
- общие расходы на выполнение заказов:

$$8 \cdot 318,88 \text{ руб./заказ} = 2551,04 \text{ руб.};$$

- среднегодовой размер запаса на складе: 195,817 ед.;
- общие расходы по хранению запаса на складе:

$$195,817 \text{ ед.} \cdot 102 \text{ руб./ед.} \cdot 0,17 = 3395,47 \text{ руб.};$$

- суммарное количество дней дефицита продукции на складе: 9,13 дней (108,78 ед.);
- общие годовые издержки:

$$TC = 3395,47 + 2551,04 = 5946,51 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономия от отказа от дополнительных заказов составит 696,11 руб. ($6642,62 - 5946,51$) (–10,5 %).

Однако при этом будет наблюдаться дефицит общей продолжительностью 9,13 раб. дней и будет недопотреблено 108,78 ед. продукции.

Вывод: для данной категории запасов система с периодическим пополнением запаса до определенного уровня с дополнительными заказами является наилучшим вариантом по критерию сочетания стоимости и отсутствия дефицита.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛА «ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА СКЛАДЕ»

3.1. Определение места расположения склада

Используя лекционный материал и пример, приведенный ниже, определить место расположения распределительного центра на обслуживаемой территории методом центра тяжести, методом пробной точки и экспертным методом.

Используя картосхему территории обслуживания, необходимо:

- 1) заполнить таблицу исходных данных 3.1;*
- 2) с помощью «метода определения центра тяжести грузопотоков» определить первый возможный вариант расположения центра;*
- 3) с помощью «метода пробной точки» определить другой возможный вариант расположения центра;*
- 4) представить графическую интерпретацию территории обслуживания и выполненных ранее расчетов;*
- 5) сделать выводы, используя экспертный метод и полученные результаты расчетов.*

Руководство предприятия приняло решение повысить качество снабжения и снизить логистические затраты по доставке товаров путем создания на территории обслуживания единого распределительного центра (склада). В настоящее время предприятие хранит часть готовой продукции на складах ответственного хранения. Основное производство расположено на окраине г. Минска.

В табл. 3.1 представлен месячный грузооборот компании по городам Беларуси. По этим данным будут проводиться расчеты для выбора места расположения нового склада.


В первую очередь необходимо определить зону обслуживания предприятия, для чего на сайте google.maps.com [8] путем нанесения меток, соответствующих городам, приведенным в табл. 3.1, строится карта, представленная на рис. 3.1. Синим цветом отмечены основные обслуживаемые города.

Таблица 3.1

Среднемесячный грузооборот продукции ОАО «МкК»
по городам Беларуси

Название города	Координаты		Грузооборот, т/мес.
	X	Y	
Барань	30,31	54,48	33,94
Браслав	27,03	55,64	29,90
Верхнедвинск	27,92	55,77	17,81
Витебск	30,22	55,19	164,37
Глубокое	27,69	55,15	37,63
Городок	29,99	55,47	21,17
Дисна	28,20	55,58	24,19
Докшицы	27,77	54,90	10,48
Дубровно	30,68	54,58	21,91
Полоцк	28,76	55,49	52,48
Поставы	26,84	55,11	41,33
Сенно	29,72	54,82	24,19
Толочин	29,69	54,41	23,25
Чашники	29,16	54,87	14,41
Итого			517,06

Как добавлять места

1. Войдите в Мои карты на компьютере.
 2. Откройте существующую карту или создайте новую. На карту можно добавить до 10 000 линий, фигур или мест.
 3. Нажмите «Добавить»  .
 4. Выберите слой и нажмите на нужное место. Один слой может содержать до 2000 линий, фигур или мест.
 5. Введите название места.
- Нажмите **Сохранить**.

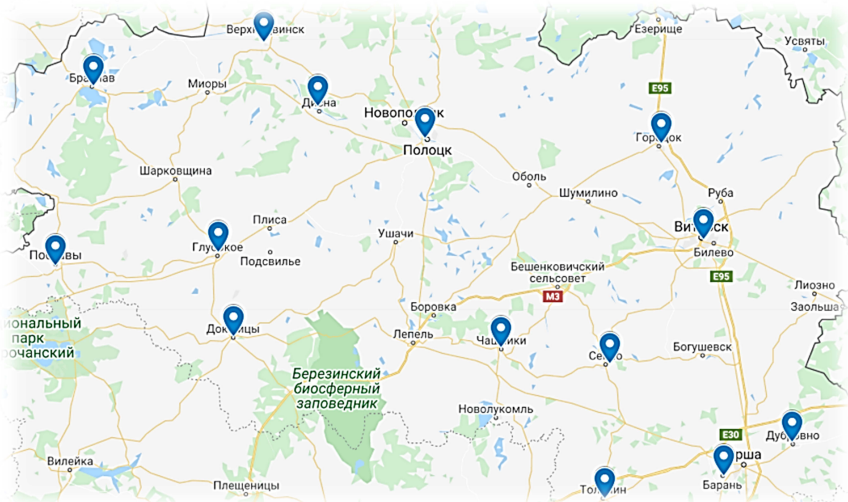


Рис. 3.1. Зона обслуживания предприятия

Координаты центра тяжести грузовых потоков ($X_{\text{склад}}$, $Y_{\text{склад}}$), т. е. точки, в которой может быть помещен распределительный склад, определяются по формулам [16, 18, 19]:

$$X_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=0}^n \Gamma_i X_i}{\sum_{i=0}^n \Gamma_i}, \quad (3.1)$$

$$Y_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=0}^n \Gamma_i Y_i}{\sum_{i=0}^n \Gamma_i}, \quad (3.2)$$

где Γ_i – товарооборот i -го потребителя, т/период;
 X_i и Y_i – координаты i -го потребителя;
 n – количество потребителей.

Данные о произведенных расчетах в MS Excel представлены на рис. 3.2 (координата X – 29,14888, а координата Y – 55,14722).

G2							
=СУММПРОИЗВ(B3:B16;D3:D16)/СУММ(D3:D16)							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Название города	Координаты		Грузооборот т/мес.		Усклад=	55,14722
2		X	Y			Хсклад=	29,14888
3	Барань	30,31	54,48	33,94			
4	Браслав	27,03	55,64	29,9			
5	Верхнедвинск	27,92	55,77	17,81			
6	Витебск	30,22	55,19	164,37			
7	Глубокое	27,69	55,15	37,63			
8	Городок	29,99	55,47	21,17			
9	Дисна	28,2	55,58	24,19			
10	Докшицы	27,77	54,9	10,48			
11	Дубровно	30,68	54,58	21,91			
12	Полоцк	28,76	55,49	52,48			
13	Поставы	26,84	55,11	41,33			
14	Сенно	29,72	54,82	24,19			
15	Толочин	29,69	54,41	23,25			
16	Чашники	29,16	54,87	14,41			
17							

G1							
=СУММПРОИЗВ(C3:C16;D3:D16)/СУММ(D3:D16)							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Название города	Координаты		Грузооборот т/мес.		Усклад=	55,14722
2		X	Y			Хсклад=	29,14888
3	Барань	30,31	54,48	33,94			
4	Браслав	27,03	55,64	29,9			
5	Верхнедвинск	27,92	55,77	17,81			
6	Витебск	30,22	55,19	164,37			
7	Глубокое	27,69	55,15	37,63			
8	Городок	29,99	55,47	21,17			
9	Дисна	28,2	55,58	24,19			
10	Докшицы	27,77	54,9	10,48			
11	Дубровно	30,68	54,58	21,91			
12	Полоцк	28,76	55,49	52,48			
13	Поставы	26,84	55,11	41,33			
14	Сенно	29,72	54,82	24,19			
15	Толочин	29,69	54,41	23,25			
16	Чашники	29,16	54,87	14,41			

Рис. 3.2. Расчет координат центра тяжести грузовых потоков

Рассчитанные координаты являются предварительными; окончательное значение будет получено путем оценки возможности рас-

положения склада в выбранном месте, наличия транспортных коммуникаций и других факторов. В качестве окончательного значения можно взять координаты ближайшего населенного пункта. На рис. 3.3 и 3.4 показана предварительная точка № 2 и окончательная точка № 1.

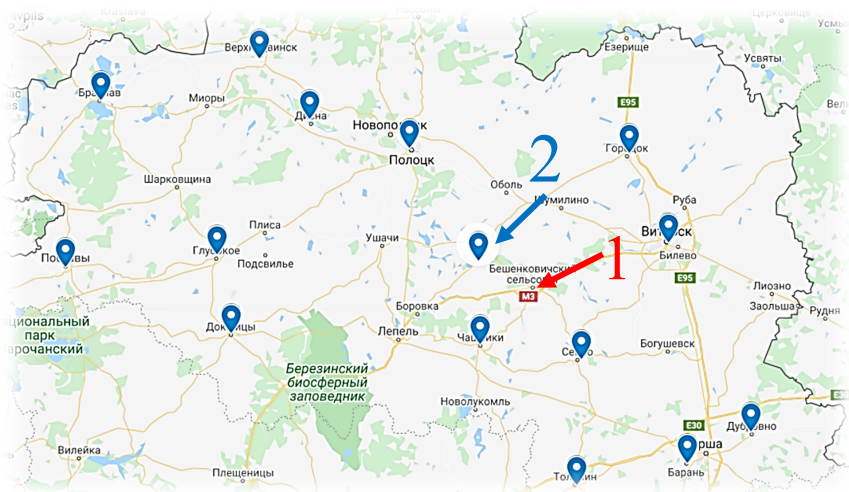


Рис. 3.3. Определение месторасположения нового склада методом центра тяжести

Точка № 1 была выбрана в качестве окончательной, так как, исходя из полученных результатов для точки № 2, видно, что вблизи находится только один населенный пункт (Соковоро); также значительным недостатком этого расположения является отсутствие рядом разветвленной дорожной сети, что будет отрицательно сказываться на дальнейшей деятельности распределительного центра.

Таким образом, наилучшим местом для строительства было определено место в точке № 1. Данной точке на карте соответствует населенный пункт – д. Дрозды. В данной области расположено достаточно большое количество населенных пунктов, что будет способствовать наличию трудовых ресурсов, так как новый склад – это новые рабочие места, которые могут быть интересны местному населению. Также прослеживается разветвленная дорожная сеть – Р113, что является важнейшим фактором для распределительного склада.

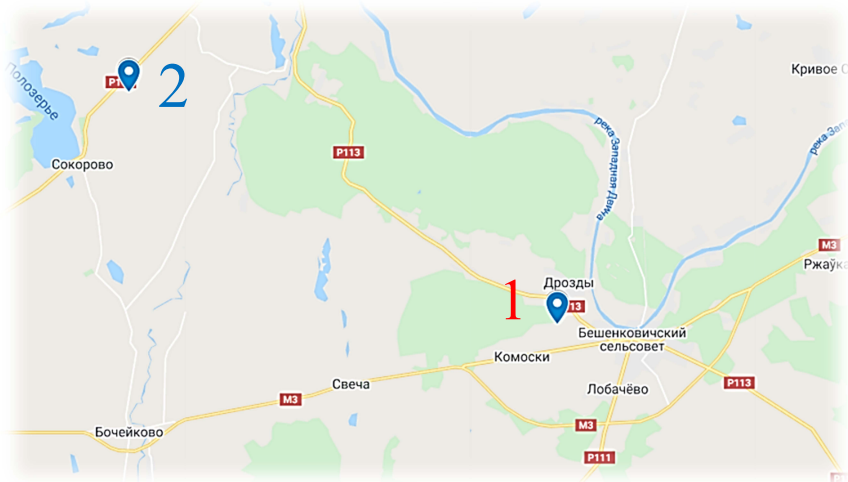


Рис. 3.4. Расположение точек 1 и 2

Далее определим месторасположение склада методом пробной точки. На рис. 3.5 представлено решение в программе MS Excel (можно рассчитывать, не используя формулы MS Excel).

После того, как произведены расчеты, переносим результат на карту; результат изображен на рис. 3.6.

f_x	=29,9+37,63+10,48+17,81+24,19+52,48+14,41+23,25+24,19+27,17+164,37+33,94+21,91								
	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
X		41,33	481,73		Y	23,25	469,62		
		71,23	451,83			57,19	435,68		
		108,86	414,2			79,1	413,77		
		119,34	403,72			103,29	389,58		
		137,15	385,91			117,7	375,17		
		161,34	361,72			128,18	364,69		
		213,82	309,24			169,51	323,36		
		228,23	294,83			207,14	285,73		
		251,48	271,58			371,51	121,36		
		275,67	247,39						

Рис. 3.5. Решение задачи в программе MS Excel

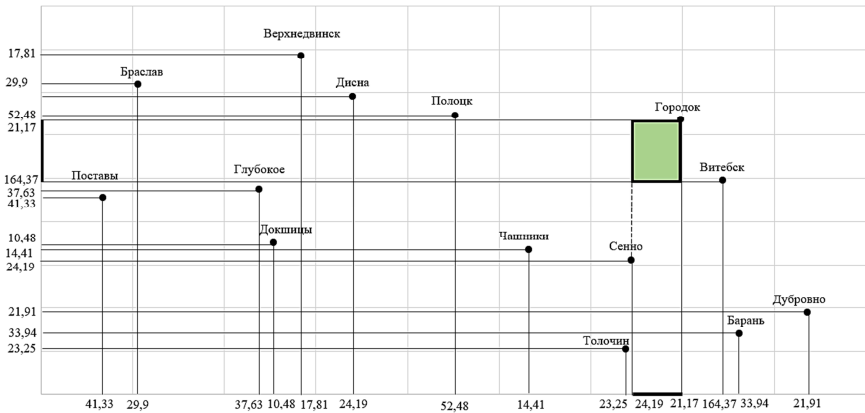


Рис. 3.6. Определение месторасположения склада с помощью метода пробной точки

Теперь совместим результаты двух методов и получим месторасположение предполагаемого склада на рис. 3.7 и 3.8.

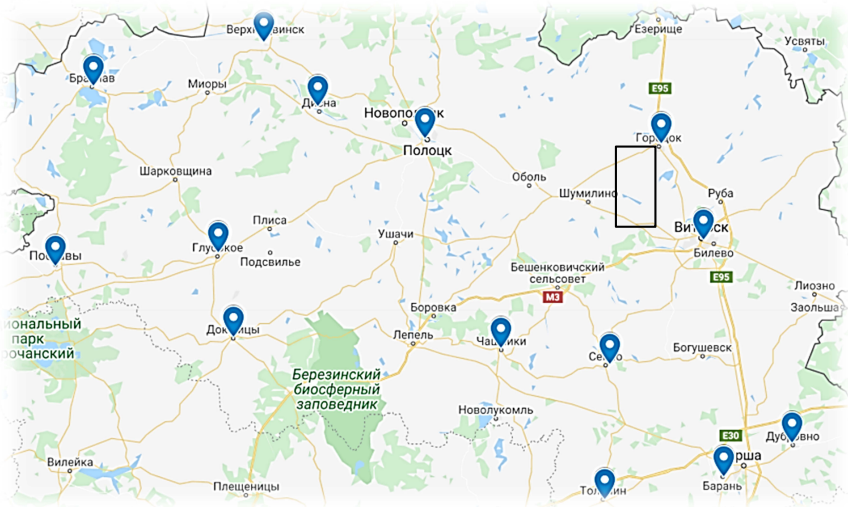


Рис. 3.7. Возможная область расположения нового склада, определенная методом пробной точки

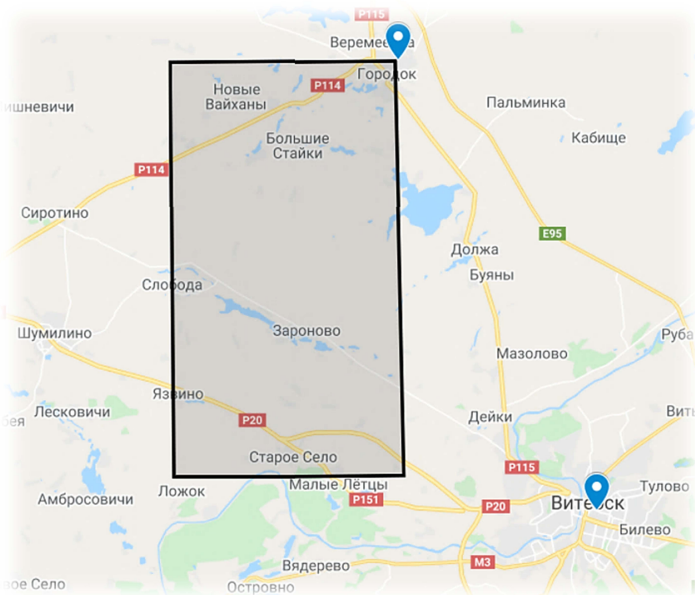


Рис. 3.8. Полученная прямоугольная область

В соответствии с результатами определения расположения распределительного склада методом пробной точки, было решено, что оптимальным местом будет населенный пункт – д. Старое Село, который входит непосредственно в обозначенную прямоугольную область. Выбранный населенный пункт является наиболее подходящим вариантом, так как именно он располагается вблизи дорожной сети и имеет наиболее близкое расстояние до областного центра.

Теперь совместим результаты двух методов и получим месторасположение предполагаемого склада на рис. 3.9.

Как видно на рис. 3.9, результаты расчетов обоими методами получились разными. По методу центра тяжести оптимальным расположением является деревня Дрозды. В соответствии с методом пробной точки наилучшим местом расположения склада можно обозначить деревню Старое Село. В связи с этим необходимо сравнить результаты, полученные в результате определения оптимального места расположения разными методами и обозначить наилучший вариант (экспертный метод).

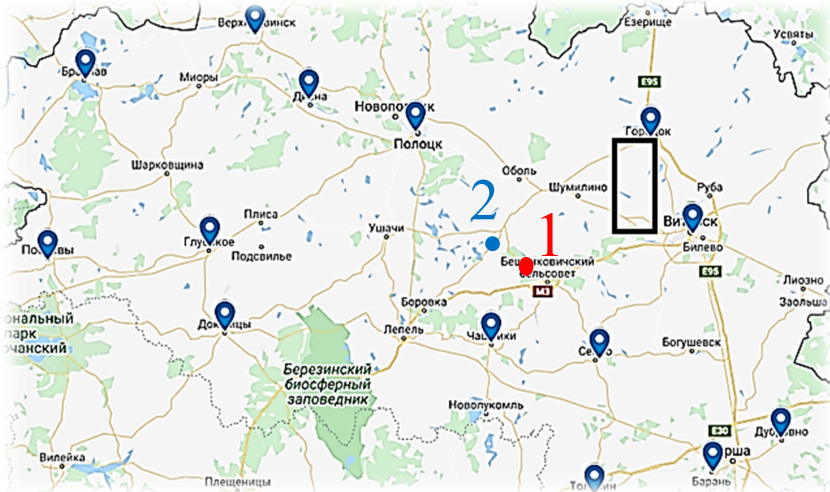


Рис. 3.9. Совмещение результатов методов центра тяжести (точки 1 и 2) и метода пробной точки (прямоугольная область)

Метод экспертных оценок предполагает, что при принятии окончательного решения будут приняты во внимание важнейшие факторы, которые необходимо учитывать при выборе участка под распределительный центр уже после того, как предварительное решение о географическом месторасположении центра принято. Анализируются:

1. Размер и конфигурация участка.
2. Транспортная доступность местности.
3. Планы местных властей.
4. Местное законодательство.
5. Строительные факторы.

Данные табл. 3.2 характеризуют выбранные варианты расположения проектируемого склада как удовлетворительные.

Необходимо произвести сравнение двух предполагаемых мест расположения распределительного склада, а именно д. Дрозды и д. Старое Село. Для этого проанализируем критерии из табл. 3.2.

Таблица 3.2

Характеристика полученного варианта размещения склада

Название	Населенный пункт/ближайший населенный пункт	Стоимость участка земли на выбранной территории (у.е./м ²) [*]	Расположение территории относительно крупных автодорог	Близость к областным центрам, км	Качество земельного участка	Расстояние от производства до склада, км	Возможная площадь застройки, м ²
д. Дрозды	Бешенковичский с/с	3,82	1,17 км от автодороги Р113	280	56	Участок пригоден для строительства склада	213
д. Старое Село	г. Витебск	0,84	585 м от автодороги Р151	514	24	Участок пригоден для строительства склада	257
*Национальное Кадастровое Агентство / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vl.nca.by							

Важным фактором выбора места расположения является стоимость участка земли, так как в д. Дрозды (3,82 бел. руб./м²) она значительно выше, чем в д. Старое Село (0,84 бел. руб./м²), следовательно, минимальные затраты приходятся на последний участок. Также необходимо учитывать, что д. Старое Село расположена в два раза ближе относительно крупной автомобильной дороги, чем д. Дрозды относительно автодороги Р113, что также является значительным преимуществом для строительства нового склада. Если проанализировать данные населенные пункты по критерию «количество населения», проживаемого на данных территориях, то можно сделать вывод, что в д. Старое Село проживает значительно больше человек, чем в населенном пункте Дрозды. Следовательно, в д. Старое Село проще будет найти трудовые ресурсы для будущего склада. По параметру близости к областному центру преимущество также имеет д. Старое Село, так как расстояние от данного

населенного пункта до Витебска значительно меньше, чем расстояние от д. Дрозды до рассматриваемого областного центра. Только по одному критерию д. Старое Село уступает д. Дрозды – расстоянию от анализируемых населенных пунктов до производства, которое располагается в г. Минске (для д. Дрозды оно на 44 км короче). Однако, проанализировав все критерии в совокупности, можно сделать вывод, что оптимальным местом расположения распределительного склада является д. Старое Село Витебского района Витебской области. Таким образом, строительство нового склада будет осуществлено на данной территории.

При выполнении п. 3.1 проекта:

1) привести сам расчет по формулам 3.1 или 3.2 (как подставляли в формулу значения или скрин страницы Microsoft Excel);

2) привести расчет суммы по X и Y для оптимального отрезка методом пробной точки (как считали или скрин страницы Microsoft Excel);

3) в тексте работы привести название точки 1 и объяснить, почему именно она привлекательнее, чем точка 2;

4) если на имеющемся фото карты не видны населенные пункты рядом с точками 1 и 2 или в полученном прямоугольнике, то сделать дополнительный рисунок с большим приближением

5) в табл. 3.2 данные должны быть реальные (расстояние до производства – обычный запрос в Яндекс, стоимость земли – на сайте <http://vl.nca.by>) [12];

б) если по результатам двух методов получились разные населенные пункты, то их сравнивают в табл. 3.2 и затем принимают окончательное решение, при этом можно и нужно в таблицу добавлять дополнительные критерии для сравнения.

3.2. Оценка потребности предприятия в составе и размерах помещений и технологических зон склада

Прогнозируемый годовой грузооборот, используемый для дальнейших расчетов (Q , т/год), определяется исходя из найденного среднемесячного грузооборота ($Q_{\text{мес}}$, строка «итого» табл. 3.1) и прогнозируемого темпа роста спроса на продукцию компании в регионе ($T_p = 1,1$) на ближайшие три года:

$$Q = Q_{\text{мес}} \cdot 12 \cdot T_p^3 = 517,06 \cdot 12 \cdot 1,1^3 = 8258,48 \text{ т/год.}$$

Рассчитанный прогнозируемый годовой грузооборот и остальные исходные данные приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Исходные данные для расчета технологических зон склада [10]

Показатели	Обозначение	Значение
1	2	3
Количество рабочих дней в году	D_p	257
Прогнозируемый годовой грузооборот	Q , т/год	8258,48
Объемный вес груза	α , т/м ³	0,25
Коэффициент неравномерности входящего товаропотока	$K_{\text{неравн.вход}}$	1,4
Интервал работ по разгрузке и приемке товара	$T_{\text{вход}}$, ч.	4,5
Количество паллет в кузове автомобиля (вход)	$N_{\text{палл.а/т}}$, шт.	22
Время разгрузки автомобиля с учетом технологических простоев и вспомогательного времени	$t_{\text{разгр}}$, ч.	0,75
Количество наименований, хранящихся на складе	$N_{\text{артикулов}}$, ед.	Менее 100
Среднее время нахождения товара на складе	D_o , раб. дни	30 (согласно исходным данным по вариантам)
Коэффициент неравномерности хранения товара	$K_{\text{неравн.хран}}$	1,4
Площадь, занимаемая паллетой	$S_{\text{палл}}$, м ²	0,96
Высота товара на паллете	$H_{\text{палл}}$, м.	1,2
Количество заказов в кузове автомобиля (выход)	$N_{\text{зак.а/т}}$, шт.	10
Коэффициент неравномерности исходящего товаропотока	$K_{\text{неравн.выход}}$	1,8
Площадь, занимаемая паллетой с заказом	$S_{\text{зак}}$, м ²	0,96
Высота заказа на паллете	$H_{\text{зак}}$, м	0,6
Интервал работ по отгрузке заказов	$T_{\text{выход}}$, ч	3,5

Окончание табл. 3.3

1	2	3
Время загрузки автомобиля с учетом технологических простоев и вспомогательного времени	$T_{\text{отгр}}, \text{ ч}$	0,75
Коэффициент использования площади зоны приемки	$K_{\text{исп.пл. прием}}$	0,32
Коэффициент использования площади зоны отгрузки	$K_{\text{исп.пл. отгр}}$	0,32
Расстояние от отметки уровня пола до низа балки перекрытия проектируемого складского здания	$H_{\text{здания}}, \text{ м}$	10 (или другое, на выбор студента)
Коэффициент использования площади зоны хранения и отбора	$K_{\text{исп.пл.хран}}$	0,33
Средняя производительность контроллера-комплектовщика	$q_{\text{компл}}, \text{ заказы/час}$	4,1
Общее время работы контроллера-комплектовщика	$T_{\text{работы}}, \text{ ч}$	8
Средняя площадь поста контроля и комплектации	$S_{\text{поста.компл}}, \text{ м}^2$	24,5
Количество паллет с заказами, располагающихся у каждого поста контроля и комплектации	$N_{\text{паллето-мест.пост. контр}}, \text{ паллето-мест}$	4
Коэффициент использования площади зоны экспедиции	$K_{\text{исп.пл.эксп}}$	0,33
Количество ярусов стеллажей в зоне экспедиции	$N_{\text{ярусов.эксп}}$	4
Режим работы склада: с 8.00 до 17.00, кроме субботы и воскресенья		
Товар поступает на склад в фурах паллетированный, пакетированный. Паллеты однородные. Товар принимается после полной разгрузки автомобилей. Время приемки товара соответствует времени разгрузки транспорта		
Отсутствует выраженная тенденция к увеличению\уменьшению складских остатков. Специальные требования к хранению, обработке, товарному соседству отсутствуют. Параметры паллеты хранения соответствуют параметрам паллеты приемки		
Приемка партии товара осуществляется после полной разгрузки транспорта и время приемки партии товара соответствует времени разгрузки автомобилей. Поэтому для обеспечения непрерывности процесса в зоне целесообразно во время приемки партии товара производить разгрузку следующей партии		
Заказы отгружаются после полной проверки экспедитором их соответствия составу маршрута. Время проверки маршрутов соответствует времени загрузки автотранспорта		
Общая площадь центральных проездов составляет 15–20 % от суммы площадей операционных зон склада		

Методика расчета [10]. Определим основные зоны (участки) выполнения операций:

- зона разгрузки и приемки;
- зона хранения и отбора;
- зона контроля и комплектации;
- зона транспортной экспедиции;
- зона отгрузки.

В нашем случае зонами обработки товаропотока будут являться: зона разгрузки и приемки, зона контроля и комплектации, зона отгрузки. Зонами размещения (хранения) и обработки будут являться зона хранения и отборки и зона транспортной экспедиции. Зоны со специальными условиями хранения и обработки товаропотоков не требуются.

Работы по разгрузке/приемке товара и работы по отгрузке заказов производятся в разное время. Следовательно, для экономии ресурса и площадей склада целесообразно устройство совмещенной зоны приемки/отгрузки.

Определим потребности в мощностях (емкостях, площадях) для представленных операционных зон склада.

Зона приемки/отгрузки [10].

Для расчета требуемой емкости зоны приемки/отгрузки, а также требуемого ресурса нам надо определить состав первого поста приемки/отгрузки и вычислить нужное количество постов.

Так как погрузочно-разгрузочный фронт совмещенный, расчет показателей проводится отдельно для входящего и исходящего товаропотоков с последующим сравнением полученных данных и принятием наибольших значений.

Определим требуемое количество постов приемки и отгрузки. Для этого рассчитаем количество машин, приходящих в сутки под разгрузку с учетом неравномерности поставок. Суточное количество автотранспорта, приходящего под разгрузку, определяем по формуле:

$$N_{a/т \text{ вход}} = (V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. вход}}) / (H_{\text{палл}} \cdot S_{\text{палл}} \cdot N_{\text{палл. а/т}}), \text{ ед.};$$

где $V_{\text{вход/выход}}$ – среднесуточный объем товаропотока, м³.

$$V_{\text{вход/выход}} = Q / (\alpha \cdot D_p),$$

$$V_{\text{вход/выход}} = 8258,48 / (0,25 \cdot 257) = 128,54 \text{ м}^3,$$

$$N_{\text{а/т вход}} = (128,54 \cdot 1,4) / (1,2 \cdot 0,96 \cdot 22) = 7,1 \text{ ед.} \approx 8 \text{ ед.}$$

Определяем требуемое количество постов для обработки входящего товаропотока:

$$N_{\text{ворот вход}} = (N_{\text{а/т вход}} \cdot t_{\text{разгр}}) / T_{\text{вход}}, \text{ ед.};$$

$$N_{\text{ворот вход}} = (7,1 \cdot 0,75) / 4,5 = 1,18 \approx 2 \text{ ед.}$$

Теперь определим требуемое количество постов отгрузки (ворот).
Суточное количество автотранспорта, приходящего под загрузку:

$$N_{\text{а/т выход}} = (V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}}) / (H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}} \cdot N_{\text{зак. а/т}}), \text{ ед.};$$

$$N_{\text{а/т выход}} = (128,54 \cdot 1,8) / (0,6 \cdot 0,96 \cdot 10) = 40,16 \approx 41 \text{ ед.}$$

Требуемое количество ворот для обработки исходящего товаропотока:

$$N_{\text{ворот выход}} = (N_{\text{а/т выход}} \cdot t_{\text{отгр}}) / T_{\text{выход}}, \text{ ед. (округлить до целого числа);}$$

$$N_{\text{ворот выход}} = (41 \cdot 0,75) / 3,5 = 8,78 \approx 9 \text{ ед.}$$

Определим требуемые площади и емкости зоны приемки/отгрузки. Согласно исходным данным, приемка партии товара осуществляется после полной разгрузки транспорта и время приемки партии товара соответствует времени разгрузки автомобилей. Поэтому для обеспечения непрерывности процесса в зоне целесообразно во время приемки партии товара производить разгрузку следующей партии. Для обеспечения выполнения работ по данной технологии емкость одного поста приемки должна позволять размещать одновременно товарный объем, **равный двукратному объему товара** в кузове автотранспорта.

Требуемая емкость и площадь поста приемки составит:

$$N_{\text{палл. прием}} = 2 \cdot N_{\text{палл. а/т}} \text{ (паллет)};$$

$$N_{\text{палл. прием}} = 2 \cdot 22 = 44 \text{ паллет};$$

$$V_{\text{прием}} = N_{\text{палл. прием}} \cdot H_{\text{палл}} \cdot S_{\text{палл}} \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{\text{прием}} = 44 \cdot 1,2 \cdot 0,96 = 50,7 \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{прием}} = (N_{\text{палл. прием}} \cdot S_{\text{палл}}) / k_{\text{исп. пл. прием}} \text{ (м}^2\text{)},$$

где $k_{\text{исп. пл. прием}}$ – коэффициент использования площади зоны приемки.

$$S_{\text{прием}} = (44 \cdot 0,96) / 0,32 = 132 \text{ м}^2.$$

Умножив полученные значения на требуемое количество постов для разгрузки и приемки товара, получим требуемые характеристики зоны для обработки входящего товаропотока:

$$N_{\text{палл. прием общ}} = N_{\text{палл. прием}} \cdot N_{\text{ворот вход}} \text{ (паллето-мест)};$$

$$N_{\text{палл. прием общ}} = 44 \cdot 2 = 88 \text{ паллето-мест};$$

$$V_{\text{прием общ}} = V_{\text{прием}} \cdot N_{\text{ворот вход}} \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{\text{прием общ}} = 50,7 \cdot 2 = 101,4 \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{прием общ}} = S_{\text{прием}} \cdot N_{\text{ворот вход}} \text{ (м}^2\text{)};$$

$$S_{\text{прием общ}} = 132 \cdot 2 = 264 \text{ м}^2.$$

Технология отгрузки схожа с технологией приемки. Скомплексованные заказы в составе маршрута размещаются перед воротами. Так как время передачи заказов экспедитору соответствует времени загрузки заказов в кузов автотранспорта, требуемая емкость и площадь сектора отгрузки через одни ворота составит:

$$N_{\text{зак. отгр}} = 2 \cdot N_{\text{зак. а/т}} \text{ (паллето-мест);}$$

$$N_{\text{зак. отгр}} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ паллето-мест;}$$

$$V_{\text{зак. отгр}} = N_{\text{зак. отгр}} \cdot H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}} \text{ (м}^3\text{);}$$

$$V_{\text{зак. отгр}} = 20 \cdot 0,6 \cdot 0,96 = 11,52 \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{зак. отгр}} = (N_{\text{зак. отгр}} \cdot S_{\text{зак}}) / k_{\text{исп. пл. отгр}}, \text{ (м}^2\text{)},$$

где $k_{\text{исп. пл. отгр}}$ – коэффициент использования площади зоны отгрузки.

$$S_{\text{зак. отгр}} = (20 \cdot 0,96) / 0,32 = 60 \text{ м}^2.$$

Определим требуемые характеристики зоны для обработки исходящего товаропотока:

$$N_{\text{зак. отгр. общ}} = N_{\text{зак. отгр}} \cdot N_{\text{ворот выход}} \text{ (паллето-мест);}$$

$$N_{\text{зак. отгр. общ}} = 20 \cdot 9 = 180 \text{ паллето-мест;}$$

$$V_{\text{отгр. общ}} = V_{\text{зак. отгр}} \cdot N_{\text{ворот выход}} \text{ (м}^3\text{);}$$

$$V_{\text{отгр. общ}} = 11,52 \cdot 9 = 103,7 \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{отгр. общ}} = S_{\text{зак. отгр}} \cdot N_{\text{ворот выход}} \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$S_{\text{отгр. общ}} = 60 \cdot 9 = 540 \text{ м}^2.$$

Для зоны приемки/отгрузки принять наибольшие полученные показатели:

$$N_{\text{ворот общ}} = 9;$$

$$N_{\text{паллето-мест прием/отгр. общ}} = 180 \text{ паллето-мест;}$$

$$V_{\text{прием/отгр. общ}} = 103,7 \text{ м}^3 \approx 104 \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{прием/отгр. общ.}} = 540 \text{ м}^2.$$

При шаге колонн 6 м размещаем одни ворота в одном проеме.

Зона хранения и отбора товара [10].

Определим основные параметры зоны хранения и отбора. Рассчитаем требуемую емкость зоны хранения и отбора:

$$V_{\text{хран}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. хран}} \cdot D_0 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$V_{\text{хран}} = 128,54 \cdot 1,4 \cdot 30 = 5398,5 \text{ м}^3.$$

Определим, какие технологические требования предъявляются в данном случае к размещению товара для отборки. Коробочная отборка осуществляется вручную, следовательно, все артикулы должны быть представлены в зоне ручного доступа. Рассмотрим вариант с размещением товара на фронтальных паллетных стеллажах, при этом с паллет первого яруса будет производиться коробочный отбор. Средняя заполненность паллеты отборки составляет **половину объема паллеты хранения**.

Составим формулу определения требуемого количества паллето-мест:

$$N_{\text{паллето-мест хран}} = ((V_{\text{хран}} - (n_{\text{артикулов}} \cdot H_{\text{палл}} \cdot S_{\text{палл}}) / 2) / (H_{\text{палл}} \cdot S_{\text{палл}})) + n_{\text{артикулов}},$$

$$N_{\text{паллето-мест хран}} = ((5398,5 - (85 \cdot 1,2 \cdot 0,96) / 2) / (1,2 \cdot 0,96)) + 85 = 4729.$$

Допустим, что расстояние от отметки уровня пола до низа балки перекрытия проектируемого складского здания составляет 10 м. Учитывая высоту товара на паллете, высоту поддона, высоту горизонтальной стеллажной балки, высоту технологического зазора над каждой паллетой с товаром и пространство под балкой перекрытия для прокладки коммуникаций, определите количество ярусов стеллажей для принятой высоты склада. Установка и снятие паллет с товаром будет осуществляться ричтраками с высотой подъема вил 8,6 м (рис. 3.10).

Определим в первом приближении требуемую площадь зоны хранения и отбора товара:

$$S_{\text{хран}} = (N_{\text{паллето-мест хран}} \cdot S_{\text{палл}}) / (N_{\text{ярусов хран}} \cdot k_{\text{исп. пл. хран}} \text{ (м}^2\text{)}),$$

где $k_{\text{исп. пл. хран}}$ – коэффициент использования площади зоны хранения и отбора (примем $k_{\text{исп. пл. хран}} = 0,33$).

$$S_{\text{хран}} = (4729 \cdot 0,96) / (6 \cdot 0,33) = 2292,8 \text{ м}^2.$$

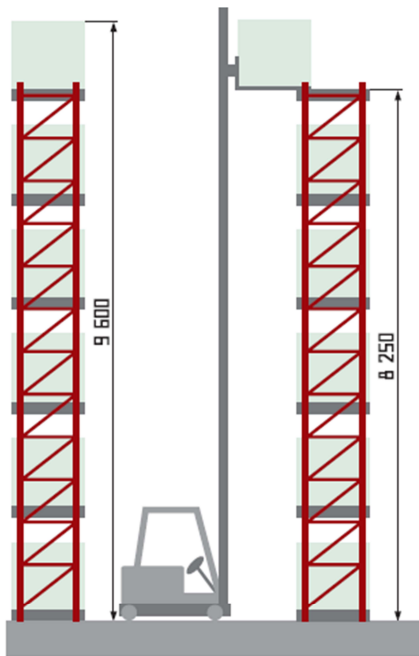


Рис. 3.10. Требуемые характеристики высоты подъема вил ричтрака

Зона контроля и комплектации [10].

Для определения площади зоны контроля и комплектации заказов необходимо рассчитать требуемое количество постов комплектации.

Каждый контролер-комплектовщик проверяет правильность отобранного заказа, маркирует коробки с товаром, распечатывает требуемые документы и вкладывает их в первый короб заказа, консолидирует короба одного заказа на поддоне для передачи в зону транспортной экспедиции.

Допустим, что по данным существующего хронометража операций контроля и комплектации средняя производительность контро-

лера-комплектовщика составляет 4,1 заказа в час. Таким образом, требуемое количество контролеров-комплектовщиков и, соответственно, постов комплектации можно определить по формуле:

$$N_{\text{компл}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}} / (T_{\text{работ}} \cdot q_{\text{компл}} \cdot H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}}),$$

$$N_{\text{компл}} = 128,54 \cdot 1,8 / (8 \cdot 4,1 \cdot 0,6 \cdot 0,96) = 12,24 \approx 13.$$

Средняя площадь поста контроля и комплектации составляет около $24,5 \text{ м}^2$, при этом возле каждого поста располагаются по 4 паллеты с заказами: две до обработки и две после. Общая площадь зоны контроля и комплектации составит:

$$S_{\text{компл}} = N_{\text{компл}} \cdot S_{\text{поста компл}} (\text{м}^2),$$

$$S_{\text{компл}} = 13 \cdot 24,5 = 318,5 \text{ м}^2.$$

Емкость зоны контроля и комплектации определится:

$$N_{\text{паллето-мест контр}} = N_{\text{компл}} \cdot N_{\text{паллето-мест пост контр}} (\text{паллето-мест}),$$

$$N_{\text{паллето-мест контр}} = 13 \cdot 4 = 52 \text{ паллето-мест},$$

$$V_{\text{компл}} = H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{компл}} (\text{м}^3),$$

$$V_{\text{компл}} = 0,6 \cdot 318,5 = 191,1 \text{ м}^3.$$

Зона транспортной экспедиции [10].

Отгрузка производится с 8.30 до 12.00, следовательно, все заказы должны быть скомплектованы и размещены в зоне транспортной экспедиции до окончания рабочего дня, предшествующего дню отгрузки, а сама зона должна позволять разместить весь суточный объем заказов с учетом неравномерности отгрузок.

$$V_{\text{эксп}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}} (\text{м}^3),$$

$$V_{\text{эксп}} = 128,54 \cdot 1,8 = 231,4 \text{ м}^3.$$

$$N_{\text{паллето-мест эксп}} = V_{\text{эксп}} / (H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}}) \text{ (паллето-мест)},$$

$$N_{\text{паллето-мест эксп}} = 231,4 / (0,6 \cdot 0,96) = 402 \text{ паллето-мест.}$$

Если расположить все заказы на полу в один ярус, то потребуются следующие площади:

$$S_{\text{экспедиции}} = N_{\text{паллето-мест эксп}} \cdot S_{\text{зак}} / k_{\text{исп}} \text{ (м}^2\text{)},$$

$$S_{\text{экспедиции}} = 402 \cdot 0,96 / 0,33 = 1169,5 \text{ м}^2.$$

В целях экономии складских площадей в зоне экспедиции целесообразно установить четырехъярусные стеллажи ($N_{\text{ярусов эксп}} = 4$ шт.) При этом работы по размещению и отбору заказов в зоне транспортной экспедиции могут осуществляться электропогрузчиком с высотой подъема вил 3,5 м (рис. 3.11).

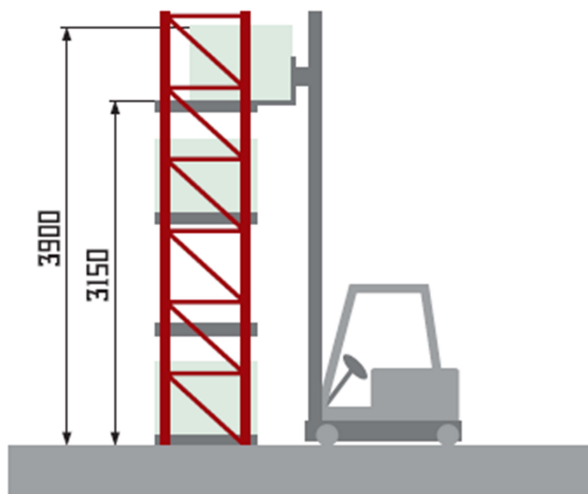


Рис. 3.11. Требуемые характеристики высоты подъема вил погрузчика

$$S_{\text{экспедиции}} = (N_{\text{паллето-мест эксп}} \cdot S_{\text{зак}}) / (k_{\text{исп. пл. эксп}} \cdot N_{\text{ярусов эксп}}) \text{ (м}^2\text{)},$$

$$S_{\text{экспедиции}} = (402 \cdot 0,96) / (0,33 \cdot 4) = 292 \text{ м}^2.$$

По результатам расчетов составляем сводную таблицу требуемых логистических мощностей (табл. 3.4). Расчет общей площади здания проведен без учета центральных проездов между зонами. Общая площадь центральных проездов для предварительных расчетов принимается как 15–20 % от суммы площадей операционных зон (табл. 3.5).

Таблица 3.4

Требуемые характеристики технологических зон

Параметр	Зоны склада				Всего
	приемки-отгрузки	хранения и отбора	контроля и комплектации	экспедиции	
Ворота, шт.	9	–	–	–	9
Емкость, м ³	104	5398,5	191,1	231,4	5925
Емкость, паллето-мест	180	4729	52	402	5363
Площадь, м ²	540	2292,8	318,5	292	3443,3

Таблица 3.5

Определение общей площади склада

Параметр	Зоны склада					Всего
	приемки-отгрузки	хранения и отбора	контроля и комплектации	экспедиции	проезды и аккумуляторная	
Емкость, паллето-мест	180	4729	52	402	–	5363
Площадь, м ²	540	2292,8	318,5	292	688,7	4132

Предварительный и детальный варианты компоновки зон склада представлены на рис. 3.12 и 3.13.

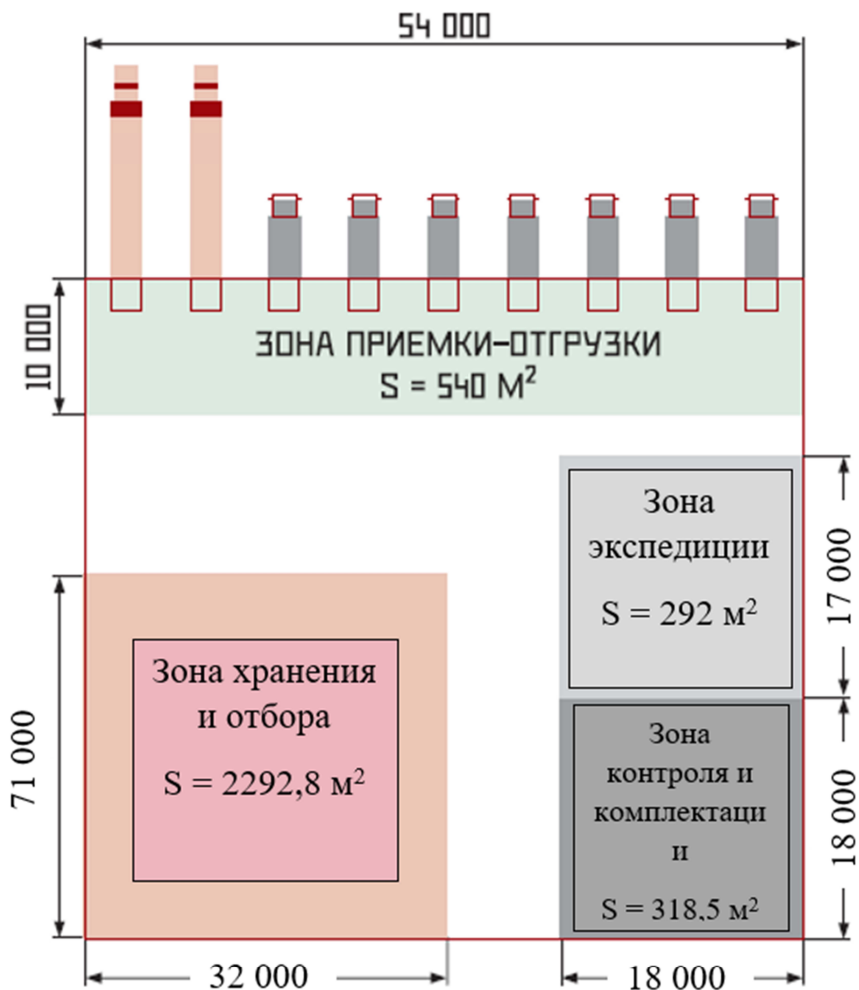


Рис. 3.12. Вариант предварительной компоновки операционных зон

На этапе детальной прорисовки склада уже учитывается расположение колонн, наличие вспомогательных помещений, технологические требования, предъявляемые используемым оборудованием и техникой. Поэтому в итоговом варианте площади зон и склада в целом могут подвергнуться некоторым изменениям.

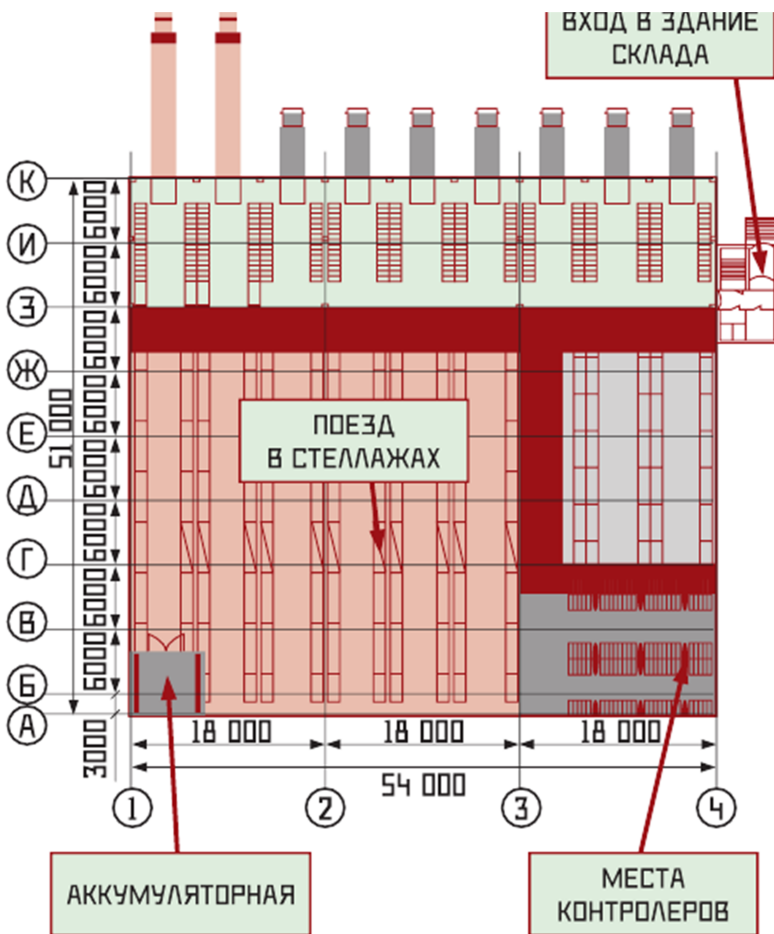


Рис. 3.13. Вариант детальной компоновки склада

Общая площадь склада (S) составит 4132 м^2 , а площадь земельного участка будет зависеть от особенностей местности, наличия свободной площади и предполагаемого перечня оказываемых логистических услуг, например:

а) складские услуги:

- напольное и стеллажное хранение;
- консолидация, хранение и обработка грузов на промежуточных европейских складах;

- сортировка товара, маркировка акцизными и контрольными знаками, взвешивание, измерение, упаковка, контроль качества;
 - копакинг (формирование и упаковка близких по ассортименту товаров в комплекты);
 - макетирование этикеток и текстов, печать этикеток;
 - вложение аннотаций и инструкций;
 - переупаковка товаров;
 - организация поштучной обработки;
- 2) управление запасами:
- учет складироваемых товаров с помощью системы складского управления WMS: управление заказами, контроль партий, серийных номеров, сроков годности, полная отслеживаемость операций.

Предположим, что склад будет класса А, и в таком случае площадь застройки должна быть от 45 до 55 %. Определим предполагаемую площадь земельного участка ($S_{\text{уч}}$) с учетом наличия требуемых сооружений (табл. 3.6):

$$S_{\text{уч}} = S / 0,4 = 4132 / 0,4 = 10\,330 \text{ м}^2.$$

Таблица 3.6

Основные характеристики склада

Показатель	Обозначение	Значение
Количество постов для обработки входящего и выходящего товаропотока	$N_{\text{ворот}}$	9
Среднесуточный объем товаропотока, м^3	$V_{\text{вход/выход}}$	128,54
Площадь склада, м^2	S	4132
Площадь земельного участка, м^2	$S_{\text{уч}}$	10330

Расчет потребностей в ресурсах [10].

Введем следующие ограничения.

1. Разгрузка автотранспорта осуществляется при помощи погрузчиков, из условия один погрузчик на одну разгружаемую машину.
2. Загрузка автотранспорта осуществляется вручную бригадой из двух грузчиков.

Технологические операции с указанием типов задействованного ресурса приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Требуемый тип ресурсов в разрезе выполняемых операций

Процесс	Используемый ресурс
Разгрузка и перемещение в зону приемки	Электропогрузчик, оператор
Приемка	Кладовщик
Отборка из зоны ручного доступа и перемещение в зону контроля и комплектации	Отборщик, гидравлическая тележка
Контроль и комплектация	Контролер
Перемещение в зону транспортной экспедиции и размещение в зоне	Погрузчик, оператор
Отбор из зоны экспедиции и перемещение в зону отгрузки	Погрузчик, оператор
Приемопередача товара и загрузка	Кладовщик, бригада грузчиков, гидравлическая тележка

Показатели производительности производственно-технологического оборудования ($Q_{\text{ПТО}}$) (ричтраков, электроштабелеров) при выполнении внутрискладских операций:

– при размещении принятых паллет на стеллажах

$$Q_{\text{ПТО разм}} = 20 \text{ палл/ч};$$

– при перемещении товара с верхних ярусов на нижний (подпитка)

$$Q_{\text{ПТО перем}} = 26 \text{ палл/ч};$$

– при перемещении товара из зоны комплектации в зону экспедиции

$$Q_{\text{ПТО компл}} = 24 \text{ палл/ч};$$

– при перемещении товара из зоны экспедиции в зону отгрузки

$$Q_{\text{ПТО эксп}} = 24 \text{ палл/ч};$$

– при определении производительности отборщиков при выполнении коробочной отборки

$$q_{\text{отбор}} = 2,2 \text{ зак/ч}.$$

Определение потребностей в ресурсе при проведении работ по разгрузке и приемке товара.

По принятой технологии обработки входящего товаропотока одна машина разгружается одним погрузчиком, при этом время разгрузки машины соответствует времени приемки всей партии товара кладовщиком.

$$N_{\text{клад. вход}} = N_{\text{ПТО вход}} = N_{\text{ворот вход}};$$

$$N_{\text{ворот вход}} = 2 \text{ ед.}$$

Следовательно, на участке приемки потребуется два кладовщика, два электропогрузчика и два оператора ПТО:

$$N_{\text{клад. вход}} = 2 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{ПТО вход}} = 2 \text{ ед. (электропогрузчики);}$$

$$N_{\text{операт ПТО вход}} = 2 \text{ чел.}$$

Определение потребностей в ресурсе при проведении работ в зоне хранения и отбора (приемка).

Требуемое количество ричтраков для размещения принятого товара определим по формуле:

$$N_{\text{ПТО разм}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. вход}} / (T_{\text{вход}} \cdot Q_{\text{ПТО разм}} \cdot H_{\text{палл}} \cdot S_{\text{палл}});$$

$$N_{\text{ПТО разм}} = 128,54 \cdot 1,4 / (4,5 \cdot 20 \cdot 1,2 \cdot 0,96) = 1,74 \approx 2 \text{ ед.}$$

Количество операторов ПТО (ричтраков) соответствует требуемому количеству ричтраков.

$$N_{\text{разм}} = 2 \text{ чел.}$$

По аналогичной формуле определим требуемое количество ричтраков для перемещения товара с верхних ярусов стеллажей в зону ручного доступа (операция «подпитки») (*внутрискладские операции*):

$$N_{\text{ПТО перем}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}} / (T_{\text{работ}} \cdot Q_{\text{ПТО перем}} \cdot H_{\text{палл}} \cdot S_{\text{палл}});$$

$$N_{\text{ПТО перем}} = 128,54 \cdot 1,8 / (8 \cdot 26 \cdot 1,2 \cdot 0,96) = 0,97 \approx 1 \text{ ед.}$$

$$N_{\text{перем}} = 1 \text{ чел.}$$

Определим требуемое количество отборщиков (*внутрискладские операции*):

$$N_{\text{отбор}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}} / (T_{\text{работ}} \cdot Q_{\text{отбор}} \cdot H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}});$$

$$N_{\text{отбор}} = 128,54 \cdot 1,8 / (8 \cdot 2,2 \cdot 0,6 \cdot 0,96) = 22,82 \approx 23 \text{ чел.}$$

Отбор товара производится на поддоны, перемещаемые с помощью ручных гидравлических тележек.

$$N_{\text{тележек отбор}} = N_{\text{отбор}} = 23 \text{ ед.}$$

Определение потребностей в ресурсе для проведения работ в зоне контроля и комплектации (внутрискладские операции).

Требуемое количество контролеров-комплектовщиков мы уже определили при расчете параметров зоны контроля и комплектации.

$$N_{\text{компл}} \approx 13 \text{ чел.}$$

Теперь установим, сколько нужно погрузчиков для перемещения заказов из зоны контроля и комплектации в зону транспортной экспедиции с последующим размещением заказов на фронтальных стеллажах:

$$N_{\text{ПТО компл}} = V_{\text{вход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}} / (T_{\text{работ}} \cdot Q_{\text{ПТО компл}} \cdot H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}});$$

$$N_{\text{ПТО компл}} = 128,54 \cdot 1,8 / (8 \cdot 24 \cdot 0,6 \cdot 0,96) \approx 2 \text{ ед.}$$

Количество операторов ПТО соответствует требуемому количеству электропогрузчиков.

$$N_{\text{компл}} = 2 \text{ чел.}$$

Определение потребностей в ресурсе для перемещения скомплектованных заказов (интервал работ – отгрузка).

Работы по перемещению скомплектованных заказов из зоны экспедиции в зону приемки/отгрузки выполняются с помощью погрузчиков. Необходимое количество погрузчиков зоны экспедиции во время отгрузки заказов определим по следующей формуле:

$$N_{\text{ПТО эксп}} = V_{\text{выход/выход}} \cdot k_{\text{неравн. выход}} / (T_{\text{выход}} \cdot Q_{\text{ПТО эксп}} \cdot H_{\text{зак}} \cdot S_{\text{зак}});$$

$$N_{\text{ПТО эксп}} = 128,54 \cdot 1,8 / (3,5 \cdot 24 \cdot 0,6 \cdot 0,96) = 4,78 \approx 5 \text{ ед.}$$

Количество операторов ПТО (электропогрузчиков) соответствует требуемому количеству электропогрузчиков.

$$N_{\text{эксп}} = 5 \text{ чел.}$$

Определение потребностей в ресурсе при проведении отгрузки.

По принятой технологии обработки исходящего товаропотока одна машина загружается бригадой из двух грузчиков.

Приемопередача заказов в одну машину осуществляется одним кладовщиком.

$$N_{\text{бригад выход}} = N_{\text{ворот выход}};$$

$$N_{\text{ворот выход}} = 9 \text{ ед.};$$

$$N_{\text{клад выход}} = 9 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{грузч}} = 18 \text{ чел.}$$

При этом требуемое количество ручных гидравлических тележек принимается из расчета одна тележка на одну бригаду отгрузки:

$$N_{\text{тележек выход}} = N_{\text{бригад выход}} = 9 \text{ ед.}$$

Составим сводные таблицы потребностей в ресурсе для основных интервалов проведения работ (табл. 3.8).

Как видно из представленных таблиц, суточная потребность в ресурсе на проектируемом складе не сбалансирована. Значительная ресурсоемкость операций, связанных с отгрузкой, вынуждает держать на складе ресурс, большая часть которого будет задействована только 3,5 ч в смену. Для более рационального использования ресурса в данной ситуации рекомендуется увеличить временной интервал отгрузки.

Таблица 3.8

Требуемое количество ресурсов

Ресурс	Интервал работ			Общая потребность в ресурсе
	Приемка (4,5 ч)	Отгрузка (3,5 ч)	Внутрискладские операции (8 ч)	
Техника				
Электропогрузчики	2	5	2	7
Ричтраки	2		1	3
Гидравлические тележки		9	23	31
Операционный персонал склада				
Кладовщики	2	9		9
Отборщики			23	23
Контролеры-комплектовщики			13	13
Операторы ПТО	2+2	5	1+2	8
Грузчики		18		18

Чтобы снизить влияние неравномерности исходящего товаропотока на количество ресурса, необходимо развитие системы оперативного планирования и перераспределения нагрузок на склад.

После оптимизации товаропотоков и устранения их неравномерности дадим предварительную оценку стоимости строительства и оборудования склада.

В табл. 3.9 представлены результаты укрупненной оценки стоимости строительства и оборудования склада исходя из общей площади склада ($S = 4132 \text{ м}^2$).

Таблица 3.9

Оценка стоимости строительства и оборудования склада

Наименование	Расчет	Значение, долл.
Изыскательские работы и подготовка проектно-сметной документации	450–500 долл.	480,00
Здания и сооружения	500–650 долл./ м ² площади склада S	2 479 200
Машины и оборудование:		
оборудование склада	160–180 долл./ м ² площади склада S	702 440
оборудование для сетей	40–50 долл./ м ² площади склада S	185 940
оборудование для WMS	2–5 долл./ м ² площади склада S	10 330

3.3. Выбор организационной формы управления складом

Одно из важных решений, которое должна принять компания в сфере складского хозяйства, – это выбор организационной формы управления складом. Компания должна выбрать: иметь собственный склад или воспользоваться услугами склада общего пользования.

Руководство компании ОАО «МкК» рассматривает возможность организации собственного склада, место расположения которого предварительно определено в п. 3.1 проекта. Исходные данные для расчета представлены в табл. 3.10.

Прогнозируемый годовой грузооборот, рассчитанный в п. 3.2, составил 8258,48 т/год.

Число рабочих дней – 257, календарных дней – 365.

Выбор между организацией собственного склада и использованием для размещения запаса склада общего пользования относится к классу решений «сделать или купить».

Таблица 3.10

Данные анализа рынка складских услуг

Вариант	Суточная стоимость использования 1 м грузовой площади наемного склада ($C_{сут}$), руб.	Размер запаса (D_0), дни	Удельная нагрузка на 1 м ² площади (q), т/м ²	Суточная стоимость обработки 1 т грузопотока на складе, (d), руб./т	Условно-постоянные затраты собственного склада ($C_{пост}$), тыс. руб.	Прогнозируемый темп роста спроса на продукцию компании в регионе (Гр)
11	9,3	30	0,63	0,65	1485	1,10

Процесс принятия такого решения включает в себя следующие этапы.

Этап 1. В системе координат строится график функции $F_1(Q)$, характеризующий зависимость затрат по хранению товаров на наемном складе от объема грузооборота:

$$F_1(Q) = f_1 \cdot Q = C_{сут} \cdot D_k \cdot \frac{D_0}{D_p \cdot q} \cdot Q,$$

где f_1 – затраты на хранение одной тонны груза;

$C_{сут}$ – суточная стоимость использования 1 м грузовой площади наемного склада (тариф на услуги наемного склада), руб.;

D_0 – размер запаса дней оборота;

D_k – число дней хранения запасов на наемном складе за год (календарных);

D_p – число рабочих дней в году;

q – удельная нагрузка на 1 м² площади при хранении на наемном складе, т/м²;

Q – годовой грузооборот, т/год.

График функции $F_1(Q)$ строится из предположения, что она носит линейный характер.

$$F_1(Q) = 9,3 \cdot 365 \cdot \frac{30}{257 \cdot 0,63} \cdot Q,$$

$$F_1(Q) = 628,96 \cdot Q.$$

Этап 2. Строится график функции $F_2(Q)$, показывающий зависимость суммарных затрат на хранение товаров на собственном складе:

$$F_2(Q) = F_{\text{пост}}(Q) + F_{\text{пер}}(Q),$$

где $F_{\text{пост}}(Q)$ – зависимость условно-постоянных затрат собственного склада от объема грузооборота;

$F_{\text{пер}}(Q)$ – зависимость затрат на грузопереработку на собственном складе от объема грузооборота.

График функции $F_{\text{пост}}(Q)$ параллелен оси абсцисс, так как постоянные затраты $C_{\text{пост}}$ не зависят от грузооборота.

$$F_{\text{пост}}(Q) = C_{\text{пост}},$$

$$F_{\text{пост}}(Q) = 1\,485\,000 \text{ руб.}$$

Функция $F_{\text{пер}}(Q)$ – принимается линейной и определяется с учетом расценок за выполнение логистических операций:

$$F_{\text{пер}}(Q) = f_2 \cdot Q = d \cdot D_p \cdot Q,$$

где f_2 – затраты на грузопереработку на собственном складе одной тонны груза, руб./т;

d – суточная стоимость обработки 1 т грузопотока на складе, руб./т.

Сюда относятся: амортизация техники $C_{\text{аморт}}$, оплата электроэнергии $C_{\text{эл}}$, заработная плата управленческого персонала и специалистов $C_{\text{зн}}$ и др.

$$F_{\text{пер}}(Q) = f_2 \cdot Q = 0,65 \cdot 257 \cdot Q = 167,05 \cdot Q,$$

$$F_2(Q) = F_{\text{пост}}(Q) + F_{\text{пер}}(Q) = C_{\text{пост}} + f_2 \cdot Q,$$

$$F_2(Q) = 1506 + 167,05 \cdot Q.$$

Этап 3. На пересечении графиков функций $F_1(Q)$ и $F_2(Q)$ находят абсциссу точки $Q_{\text{без}}$, в которой затраты на хранение запаса на собственном складе равны расходам за пользование услугами наемного склада. Эта точка называется «грузооборотом безразличия» (рис. 3.14).

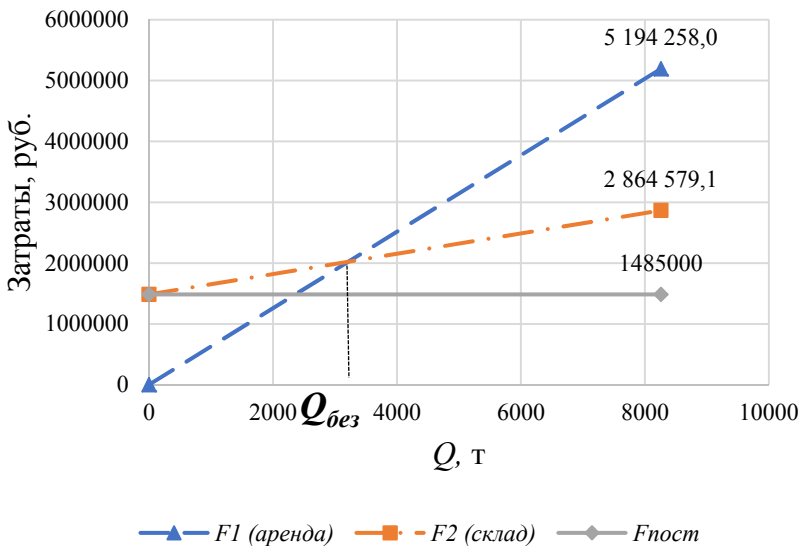


Рис. 3.14. Выбор формы собственности склада

Также точку «грузооборота безразличия» в натуральном измерении можно найти по формуле:

$$Q_{\text{без}} = \frac{F_{\text{пост}}}{f_1 - f_2},$$

$$Q_{\text{без}} = \frac{1\,485\,000}{628,96 - 167,05} = 3214,91 \text{ т/год.}$$

Этап 4. Сравняется планируемый грузооборот с «грузооборотом безразличия».

Если прогнозируемый грузооборот значительно больше «грузооборота безразличия», то можно сделать вывод о целесообразности строительства собственного склада.

В рассматриваемом примере прогнозируемый грузооборот составил 8258,48 т/год, что превышает грузооборот безразличия (3214,91 т/год), следовательно, строить собственный склад выгодно.

3.4. Оценка эффективности логистического процесса на складе

К ключевым факторам, влияющим на эффективность логистического процесса, следует отнести: качество складского сервиса и удовлетворение запросов потребителей, использование инвестиций, уровень логистических издержек, продолжительность логистических циклов, производительность складских операций. Вышеперечисленные факторы объединены в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Показатели эффективности и результативности логистических процессов на складе

Ключевые факторы	Показатели эффективности и результативности
Качество складского сервиса и удовлетворение потребителей	обеспечение выполнения заказа точно к указанному сроку; полнота удовлетворения заказа; точность параметров заказа; точность поддержания уровней запасов; количество возвратов заказов; ошибки в выполнении заказов; случаи потерь, хищений, порчи и т. п.; возврат товаров покупателями; претензии потребителей; оценка потребителями степени удовлетворения сервисом
Использование инвестиций	скорость и количество оборотов запасов; использование оборотного капитала; средний уровень запасов на складе; возврат на инвестиции в основные фонды; использование инвестиций в складскую инфраструктуру; использование инвестиций в технологическое (подъемно-транспортное) оборудование
Логистические издержки	затраты на управление складскими запасами; затраты на внутрискладскую транспортировку; затраты, связанные с качеством продукции и сервиса (ущерб от недостаточного уровня качества, потери продаж, возврат товаров, устаревание запасов и т. п.); затраты на складскую грузопереработку и хранение; затраты, связанные с процедурами выполнения заказов; общие логистические издержки на единицу инвестированного в складские запасы капитала; общие логистические издержки на единицу складского товарооборота

Ключевые факторы	Показатели эффективности и результативности
Время логистических циклов	время обработки заказов потребителей; время доставки заказа; время подготовки и комплектации заказа; время выполнения заказа.
Производительность	количество обработанных заказов в единицу времени; грузовые отправки на единицу складских мощностей и грузоместимости транспортных средств; использование складского пространства; количество операций грузопереработки в час

Логистические процессы на складе характеризуются технико-экономическими показателями, которые объединены в три основные группы, характеризующие:

- интенсивность работы склада;
- эффективность использования площадей;
- уровень сохранности грузов и финансовые показатели работы склада.

К показателям интенсивности работы склада относятся:

а) годовой оборот склада – показывает насколько часто полностью обновляется содержимое склада:

$$n_o = 365 / D_o,$$

где D_o – средняя продолжительность хранения товаров на складе, дни.

$$n_o = 365 / 30 = 12,17;$$

б) грузооборот в день – характеризует пропускную способность, или мощность склада, определяется числом тонн грузов различных наименований, прошедших через склад за определенный промежуток времени, тонн/день:

$$Q_{\text{день}} = Q / D_p,$$

где Q – объем груза, поступившего на склад за определенное количество дней, тонн.

$$Q_{\text{день}} = 8258,48 / 257 = 32,13 \text{ т день};$$

в) удельный грузооборот склада (грузонапряженность 1 м² общей площади склада) – характеризует количество груза, приходящегося на 1 м² общей площади склада, тонн/м²:

$$Q_{уд} = Q / F_{общ},$$

где $F_{общ}$ – общая складская площадь, включающая площади закрытых складов, навесов и открытых площадок, м².

$$Q_{уд} = 8258,48 / 4132 = 2 \text{ тонн/м}^2;$$

г) средний годовой объем поступления груза – отражает связанность оборотных средств и состояние склада, тонн:

$$Q_{год} = (Q_{нач} + Q_{кон}) / 2;$$

д) коэффициент неравномерности загрузки склада – отношение грузооборота в наиболее напряженные месяцы к среднемесячному обороту склада ($K_{неравн.хран}$):

$$K_{неравн.хран} = 1,4;$$

е) готовность к поставкам – отношение числа выполненных заказов к общему числу заказов;

ж) коэффициент порчи товаров на складе (брак качества хранения) – отношение объема товаров, переведенных в брак, к общему количеству товаров, хранящихся на складе:

$$K_{пт} = H_{брак} / H_{е.у},$$

где $H_{брак}$ – количество товаров, переведенных в брак;

$H_{е.у}$ – норма естественной убыли, руб./мес.

з) коэффициент ошибок при отгрузках – отношение количества заказов, отпущенных со склада с ошибками к общему количеству обработанных заказов:

$$K_{ош} = N_{ош} / N_{общ},$$

где $N_{ош}$ – количество заказов с ошибками;

$N_{общ}$ – общее количество обработанных заказов.

К показателям эффективности использования складской площади относятся:

а) емкость склада – отражает вместимость склада, тонно-дни хранения:

$$E = (Q \cdot D_0) / n_0,$$

$$E = 8258,48 \cdot 30 / 12,17 = 20357,8 \text{ тонно-дней хранения};$$

б) коэффициент использования помещения склада:

$$K_S = f_{\text{пол}} / F_{\text{общ}},$$

где $f_{\text{пол}}$ – полезная площадь склада, занятая хранимыми ресурсами, м^2 ;
 $F_{\text{общ}}$ – общая складская площадь, включающая площади закрытых складов, навесов и открытых площадок, м^2 .

Основная площадь склада включает полезную (грузовую, занятую хранимыми ресурсами), оперативную и служебную площадь.

Оперативная площадь – площадь, занятая приемочными, сортировочными, комплекточными и отпускными площадками.

Служебная площадь – площадь, занятая конторскими и другими служебными и бытовыми помещениями и рассчитанная в зависимости от числа работающих.

Вспомогательная площадь – площадь, занятая проездами и проходами и определенная по нормативам строительных норм и правил.

$$K_S = 2292,8 / 4132 = 0,55;$$

в) коэффициент полезно используемого объема:

$$K_V = (f_{\text{пол}} \cdot h_{\text{пол}}) / (F_{\text{общ}} \cdot h_{\text{общ}}),$$

где $h_{\text{общ}}$ – общая высота склада (высота от пола склада до выступающих частей перекрытия, ограничивающих складирование груза), м;

$h_{\text{пол}}$ – высота склада, используемая под хранение товаров (высота стеллажей, штабелей), м.

$$K_V = 2292,8 \cdot 9,6 / 4132 \cdot 10 = 0,53;$$

г) средняя нагрузка, приходящаяся на 1 м^2 складской площади, тонн/ м^2 :

$$\sigma = Z_{\text{ср}} / F_{\text{общ}} = Q / D_p \cdot D_0 / F_{\text{общ}},$$

где $Z_{\text{ср}}$ – средний запас материалов, который хранится на складе, т.

$$\sigma = 8258,48 / 257 \cdot 30 / 4132 = 0,23 \text{ тонн/м}^2;$$

д) грузонапряженность – показатель интенсивности использования складской площади, тонн/м²:

$$F = Z_{\max} / f_{\text{пол}} = Z_{\text{ср}} \cdot K_{\text{неравн.хран}} / f_{\text{пол}},$$

$$F = 8258,48 / 257 \cdot 30) \cdot 1,4 / 2292,8 = 0,59 \text{ тонн/м}^2.$$

К показателям, характеризующим уровень сохранности грузов и финансовые показатели работы склада, относятся:

а) общие затраты на складирование груза, руб.:

$$C_{\text{скл}} = C_{\text{п}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{зак}} + C_{\text{инф}},$$

где $C_{\text{п}}$ – издержки поставок, включающие стоимость поставляемых товаров и затраты на оформление и обработку заказов, руб.;

$C_{\text{экс}}$ – издержки содержания запасов (постоянные – страховые, налоговые, арендные, коммунальные платежи, амортизационные отчисления на содержание зданий и оборудования, заработная плата управленческого персонала и переменные – расходы на ГСМ и электроэнергию, приобретение подъемно-транспортного оборудования, стоимость хранения товаров на складе, зависящая от их цены и объема поставок, убытки от хранения запасов), руб.;

$C_{\text{зак}}$ – издержки выполнения заказов потребителей – заработная плата работников склада, затраты на упаковку и расходы на транспортировку, если они оплачиваются складской системой, руб.;

$C_{\text{инф}}$ – издержки по сбору и обработке информации о потребительском спросе, планированию, прогнозированию и формированию отчетов, руб.;

б) себестоимость хранения грузов, руб.:

$$C_{\text{ед}} = C_{\text{скл}} / t_{\text{хр}},$$

где $t_{\text{хр}}$ – число тонно-дней хранения груза за этот период.

в) доля затрат на складирование на 1 м² площади склада или на 1 м³;

г) число случаев несохранности грузов, возникающих по вине работников склада;

д) потери от хранения груза в денежном выражении, связанные с естественной убылью, хищением, моральным старением продукции.

4. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Расчетно-пояснительная записка курсового проекта включает:

- титульный лист (пример оформления титульного листа в приложении А);
- задание на курсовой проект;
- оглавление;
- введение;
- основную часть (разделы);
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Введение помещают на отдельной странице. Слово ВВЕДЕНИЕ записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру. Объем введения не должен превышать двух страниц.

Заключение пишут на отдельной странице. Слово ЗАКЛЮЧЕНИЕ записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру строки. Объем заключения не должен занимать более двух страниц расчетно-пояснительной записки.

Приложения содержат вспомогательный и дополнительный материал, загромаждающий текст основной части работы. Это могут быть, например, промежуточные расчеты, выдержки отчетных материалов, методики, акты внедрения, описание алгоритмов и программ и др. По форме они могут представлять текст, таблицы, иллюстрации (графики, схемы, диаграммы, чертежи и т. п.).

Расчетно-пояснительную записку выполняют с применением печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ. Текст располагают на одной стороне листа формата А4 с соблюдением следующих *размеров полей*:

- левое – 30 мм;
- правое – 10 мм;
- верхнее и нижнее – 20 мм.

При печати с помощью текстового редактора ПЭВМ используется гарнитура шрифта Times New Roman размером шрифта 14 пунктов с *межстрочным интервалом*, позволяющим разместить 40 ± 3 стро-

ки на странице (интервал 18 пт. (абзац – интервал – междустрочный – точно 18 пт.)).

Номера и заголовки разделов оформляют полужирным шрифтом размером 16 пунктов, *подразделов* – полужирным шрифтом 14 пунктов, пунктов – обычным шрифтом 14 пунктов.

Для акцентирования внимания на определенных элементах допускается использовать курсивное и полужирное начертание.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти знакам (12,5 мм), одинаковым по всему тексту.

Описки и графические неточности, обнаруженные в тексте расчетно-пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой, закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста. Помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются. На титульном листе исправлений быть не должно.

В *оглавление* включают заголовки всех частей расчетно-пояснительной записки. Слово ОГЛАВЛЕНИЕ пишут прописными буквами по центру.

В оглавлении заголовки выравнивают, соподчиняя по разделам, подразделам и пунктам, смещая вертикали вправо относительно друг друга на 2 знака.

При этом каждый заголовок соединяют отточием с номером страницы, расположенном в столбце справа. Пример оглавления приведен в приложении Б.

Текст расчетно-пояснительной записки разделяют на логически связанные части – разделы, при необходимости и на подразделы, а подразделы – на пункты.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначаемые арабскими цифрами без точки в конце и записанные с абзацного отступа. Подразделы нумеруют в пределах раздела, к которому они относятся.

Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (например: 1.1). В конце номера подраздела точка не ставится.

Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номеров подраздела и пункта, разделенных точкой (например: 1.1.1).

Заголовки разделов записывают прописными буквами без точки в конце заголовка. Заголовки подразделов записывают строчными буквами, начиная с первой прописной. Заголовки не подчеркивают. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

В случае, когда заголовки раздела или подраздела занимают несколько строк, то строки выравниваются по первой букве заголовка в соответствии с ГОСТ 2.105.

Каждый раздел расчетно-пояснительной записки начинать с новой страницы. Подразделы с новой страницы не начинать.

Между заголовком раздела (подраздела) и текстом оставляют пробельную строку.

Между заголовками разделов и входящих в него подразделов допускается помещать небольшой вводный текст, предвещающий подраздел.

Пример оформления заголовков приведен в приложении В.

Страницы расчетно-пояснительной записки нумеруют арабскими цифрами в правом нижнем углу. Титульный лист, лист задания включают в общую нумерацию, но номер страницы на них не ставят. В общую нумерацию страниц включают все приложения.

Внутри пунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире (–) или, при необходимости, ссылки в тексте пояснительной записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с отступом. Пример оформления перечислений приведен в приложении В.

Запрещается переписывание общих сведений из учебников, учебных пособий и других учебных изданий, монографий, статей и других источников без соответствующей ссылки. Пример оформления ссылки приведен в приложении В.

Текст излагают с соблюдением правил орфографии и пунктуации.

В тексте расчетно-пояснительной записки (кроме формул, таблиц и рисунков) следует писать словами:

– математический знак минус перед отрицательными значениями величин;

– математические знаки $> < =$, а также знаки №, % и т. д. без числовых значений, например: «Приравнявая нулю производную от функционала, находим уравнение...».

В тексте числа от одного до девяти без единиц измерений следует писать словами, свыше девяти – цифрами. Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей.

Порядковые числительные пишут цифрами с наращением однобуквенного падежного окончания, если предпоследняя буква числительного гласная, и двухбуквенного окончания, если предпоследняя буква согласная. (например: во 2-м разделе показано...; сопоставляя результаты 1-го и 2-го экспериментов...).

Количественные числительные до десяти пишут полностью, например, «на шести листах», «по результатам пяти экспериментов...». Количественные числительные после 10 обозначают цифрой без наращения. Например: на 20 листах.

В тексте пояснительной записки не допускается применять сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии и соответствующими государственными стандартами.

В формулах принято буквы латинского алфавита печатать курсивом, а русского и греческого – прямым шрифтом. Все формулы, расположенные в отдельных строках, нумеруют. Одним номером отмечают также группу однотипных формул, размещенных на одной строке.

Формулы следует нумеровать в пределах раздела, к которому они относятся. Номер формулы должен состоять из порядкового номера раздела и отделенного от него точкой порядкового номера формулы, например: формула (2.7).

Формулы, помещаемые в приложения, должны иметь отдельную нумерацию в пределах каждого приложения. Вначале указывают обозначение приложения, затем ставят точку и приводят порядковый номер формулы в данном приложении, например (Б.2).

Порядковый номер формулы записывают арабскими цифрами в круглых скобках у правого края строки. При переносе части формулы с одной строки на другую номер располагают на последней

строке. Номер сложной формулы (в виде дроби) записывают так, чтобы середина номера располагалась на уровне черты дроби.

Ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки на порядковый номер формулы следует приводить в круглых скобках с обязательным указанием слова «формула», «уравнение», «выражение», «равенство» и т. д. Например: подставляя выражение (3.6) в уравнение (3.2), получаем...

После формулы следует помещать перечень и расшифровку приведенных символов, которые не были пояснены ранее.

Например:

Оптимальный размер заказа рассчитывается по следующей формуле:

$$EOQ = \sqrt{2 \cdot \frac{C_0 \cdot S}{C \cdot i}}, \quad (2.6)$$

где C_0 – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

S – объем потребности, ед./период;

C – стоимость единицы запаса;

i – затраты на содержание единицы запаса, %.

Все иллюстрации (чертежи, схемы, графики, фотографии) независимо от их вида и содержания принято называть *рисунками*.

Рисунок следует располагать после абзаца, в котором дана первая ссылка на него или на следующей странице. Можно размещать на отдельном листе *несколько рисунков*. В таком случае *помещать этот лист следует за страницей, где дана ссылка на последний из размещенных рисунков*. В тексте записки должны быть даны ссылки на все иллюстрации без исключения.

В ссылках рекомендуется использовать обороты «в соответствии с рисунком 2», «на рисунке 5.1 изображены...» и т. п.

Иллюстрацию, помещенную в тексте между абзацами, *располагают по центру и отделяют от текста и подрисуночной подписи пробелом в одну строку*.

Каждый рисунок сопровождают подрисуночной подписью. Подпись и наименование располагают, выравнивая по центру рисунка. Допускается выносить в подрисуночную подпись расшифровку условных обозначений, частей и деталей иллюстрации. *Все поясни-*

тельные данные помещают между рисунком и подписью. Пример расшифровки: «1 – точка заказа; 2 – дата поступления заказа». Наименования иллюстраций записывают после номера через знак тире с прописной буквы (примеры оформления иллюстраций приведены в приложении Г).

Подпись иллюстраций, расположенных в приложениях, должна содержать слово «Рисунок», буквенное обозначение приложения и порядковый номер иллюстрации в приложении, между которыми ставится точка, например, «Рисунок А.2».

Таблицу в зависимости от ее размера следует помещать непосредственно за абзацем, в котором на нее впервые дана ссылка, либо на следующей странице.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать краткие пояснения, относящиеся к таблице в целом, а при необходимости и к ее отдельным частям. В пояснениях должны быть сформулированы основные выводы, к которым приводят данные таблицы, или обращено внимание на самое характерное или важное в ней.

Номер таблицы и заголовок разделяют знаком тире. Слово «Таблица» начинают писать на уровне левой границы таблицы. Таблицы рекомендуется нумеровать по разделам расчетно-пояснительной записки, например: «Таблица 1.2». Таблицы в каждом приложении снабжают отдельной нумерацией с указанием обозначения приложения, например «Таблица Б.2». Таблицы оформляют в соответствии с рис. 4.1.

Таблица 1.1 – Заголовок таблицы

Головка			Заголовки граф	
			Подзаголовки граф	
				Строки
				Строки
Боковик		Графы		

Рис. 4.1. Пример структуры таблицы

Таблицу вместе с заголовком отделяют от предыдущего и последующего текста *пробельной строкой*. *Заголовок и саму таблицу пробельной строкой не разделяют*. В графе или строке боковика единицы измерения показателя приводят, *отделяя запятой*.

При продолжении таблицы головку заменяют нумерацией граф. В этом случае нумерацию помещают и в первой части таблицы после головки. Последующие части таблицы после слов «Продолжение таблицы...» с указанием только ее номера начинают со строки с нумерацией граф. Далее приведен пример оформления таблицы.

Слова в таблице следует писать полностью без сокращений, за исключением отдельных понятий, которые можно заменять буквенными обозначениями, установленными стандартом ГОСТ 2.321 или другими принятыми обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях. Точка в конце заголовка не ставится.

Запрещается размещать в ячейке головки два заголовка, разделенные косой линией, один из которых относится к боковику, а второй объединяет заголовки всех граф.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей *порядковые номера указывают в первой графе через пробел*. Если необходимы небольшие по объему пояснения к большей части строк таблицы, то такие пояснения оформляют отдельной *графой «Примечание»*. Слева, справа и снизу таблицы рекомендуется ограничивать линиями. Если в конце страницы таблица не заканчивается, то *горизонтальную ограничивающую черту не проводят*.

Все **приложения** включают в общую нумерацию страниц. Каждое приложение начинают с новой страницы.

В тексте расчетно-пояснительной записки на все приложения должны быть ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Таблица 3.6 – Основные характеристики склада

Показатель	Обозначение	Значение
1	2	3
Площадь склада, м ²	<i>S</i>	4132

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
Количество постов для обработки входящего и выходящего товаропотока	Лворот	9
Среднесуточный объем товаропотока, м ³	Вход/выход	128,54
Площадь земельного участка, м ²	Суч	10 330

Все приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Вверху по центру страницы пишут слово ПРИЛОЖЕНИЕ прописными буквами и его буквенное обозначение. Еще ниже по центру размещают заголовок, который записывают с прописной буквы.

Оформление ссылок на литературу. Список использованной литературы следует оформлять по ГОСТ 7.1. Слова **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ** записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру строки.

В тексте расчетно-пояснительной записки все ссылки на анализируемые опубликованные сведения, заимствованные положения, формулы, таблицы, иллюстрации, методики записывают арабскими цифрами в квадратных скобках в возрастающем порядке.

В списке использованной литературы позиции располагают и нумеруют в той последовательности, в которой расположены и пронумерованы ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки.

Образцы описания источников в списке:

(Если один, два или три автора:)

1. Котов, А. И. История Беларуси / А. И. Котов. – 2-е изд. – Минск : Энциклопедист, 2003. – 168 с.
2. Шотт, А. В. Курс лекций по психологии / А. В. Шотт, В. А. Филиппович. – Минск : Асар, 2004. – 525 с.
3. Дайнеко, А. И. Экономика Беларуси / А. И. Дайнеко, Г. В. Забавский, М. В. Василевская; под ред. А. И. Дайнеко. – Минск : Мир, 2004. – 232 с.

(Четыре автора и более:)

4. Культурология: учеб. пособие для вузов / С. В. Лапина [и др.]; под общ. ред. С. В. Лапиной. – 2-е изд. – Минск : Системс, 2004. – 470 с.

(Коллективный автор)

5. Сборник нормативно-технических материалов по энергосбережению / Ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь; сост. А. В. Филиппович. – Минск : Лоранж, 2005. – 343 с.
6. Военный энциклопедический словарь / М-во обороны Рос. Федерации, Ин-т воен. истории; редкол.: А. П. Горкин [и др.]. – М.: Большая рос. энцикл.: РИПОЛ, 2002. – 1664 с.

(Многотомное издание:)

7. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем : справочник. В 2 т. / под ред. В. А. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1988. – Т. 1. – 368 с.

(Статья в периодическом издании:)

8. Иванов, А. И. Организационные структуры предприятия / А. И. Иванов // Экономика и жизнь. – 2012. – № 4-5. – С. 10 – 15.

(Статья в сборнике:)

9. Янковский А. П. Численно-аналитическое моделирование линейного термо-влаго-вязкоупругого поведения просадочных и набухающих грунтов, армированных пространственной георешеткой / А. П. Янковский // Теоретическая и прикладная механика. Выпуск 28: международный научно-технический сборник / под ред. А. В. Чигарева; БНТУ. – Минск, 2013. – С. 31–37.

(В сети:)

10. Xilinx [Электронный ресурс]. Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.plis.ru/>.

(Пример указания файла:)

11. Mobile Intel® Pentium® Processor–M [Электронный ресурс] : Datasheet / Intel Corporation. – Электронные данные. – Режим доступа: 25068604.pdf.

(Пример указания компакт-диска:)

12. Nokia+Компьютер [Электронный ресурс]: инструкции, программы, драйверы, игры, мелодии, картинки для Nokia. – М., 2004. – 1 компакт-диск (CD–R).

(Пример указания книги на иностранном языке:)

13. Embedded Microcontrollers : Databook / Intel Corporation. – Santa Clara, Ca, 1994.

Оформление графической части курсового проекта

Графическая часть на бумажном носителе должна быть включена в расчетно-пояснительную записку сразу после списка использованной литературы в виде *первого приложения*, которое называется «ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ». Название «ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ» на листах расчетно-пояснительной записки не указывается.

Каждый лист графической части должен иметь название (*располагается вверху листа*).

Если на листе несколько графических объектов (например, четыре таблицы), то каждый графический объект должен иметь название (располагается над соответствующим объектом), и должно быть общее название листа, по смыслу объединяющие все графические объекты.

Заполнение листа должно быть не менее 75 %.

Для чертежей штамп располагается на «лицевой» стороне листа. Примеры чертежей – графики изменения запаса.

Для плакатов штамп размещается на оборотной стороне каждого листа (с «лицевой» стороны листа печатаются все графические объекты (без рамки и штампа), с оборотной – только штамп внизу листа). Примеры плакатов – результаты определения места расположения склада, компоновка операционных зон склада. *На листах графической части – плакатах – изображают только те объекты, которые есть в пояснительной записке при этом из пояснительной записки они не исключаются).*

На штампе должны быть *подписи обучающегося, руководителя, консультанта.*

Пример оформления листа графической части (лицевая сторона) для плаката приведен в приложении Ж, для чертежа – в приложении И. Пример оформления штампа на оборотной стороне листа приведен в приложении Д, расшифровка обозначений штампа приведена в приложении Е.

Штамп допускается печатать на отдельном листе и наклеивать на оборотную сторону плаката в правом нижнем углу.

Нумеруется графическая часть в расчетно-пояснительной записке сквозной нумерацией.

Список литературы

1. Стерлигова, Н. А. Управление запасами в цепях поставок : учебник / А. Н. Стерлигова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 430 с.
2. Дыбская, В. В. Логистика складирования / В. В. Дыбская. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 557 с.
3. Фразелли, Э. Мировые стандарты складской логистики / Эдвард Фразелли : пер. с англ. – 3-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2017. – 328 с.
4. Ван ден Берг, Й. П. Склад как конкурентное преимущество : что делать, чтобы стать лучшим / Йерун Питер ван ден Берг ; [пер. с англ. Любовина Д.]. – Москва : AXELOT, 2018. – 344 с.
5. Бауэрсокс, Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Доналд Дж. Бауэрсокс, Дэйвид Дж. Клосс. – 2-е изд. – Москва : Изд. ЗАО «Олимп-Бизнес», 2017. – 635 с.
6. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 78 с.
7. Стивенсон, Вильям Дж. Управление производством / Вильям Дж. Стивенсон : пер. с англ. – Москва : ООО «Издательство «Лаборатория базовых знаний», ЗАО «Издательство БИНОМ», 188. – 928 с.
8. Google Карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.google.com/maps/?hl=ru>. – Дата доступа : 02.05.2021.
9. Волгин, В. В. Склад: организация, управление, логистика / В. В. Волгин. – Москва : Дашков и Ко, 2006. – 732 с.
10. Иванов, А. Проектирование склада: пример расчетов / А. Иванов // Складские технологии. – 2007. – № 4. – С. 8–18.
11. Выбор места расположения склада [Электронный ресурс] : Профессиональное издательство «Справочник экономиста» № 8 2004 / Логистика. – Режим доступа : https://www.profiz.ru/se/8_2004/mesto_sklada/. – Дата доступа : 02.05.2021.
12. Национальное Кадастровое Агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vl.nca.by>. – Дата доступа : 02.05.2021.
13. Лукинский, В. С. Управление запасами в цепях поставок : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям: в 2 ч. Ч. 1 / Москва : Юрайт, 2018. – 306 с.
14. Лукинский, В. С. Управление запасами в цепях поставок : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры: для студен-

тов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям: в 2 ч. Ч. 2 / Москва : Юрайт, 2018. – 283 с.

15. Методические указания по выполнению курсовых работ по дисциплине «Логистика складирования» для студентов экономического факультета / М-во образования Респ. Беларусь, УО «БГТУ», каф. экономической теории и логистики; сост. В. С. Жариков. – Брест : БрГТУ, 2018. – 35 с.

16. Дроздов, П. А. Управление запасами в цепях поставок : учебно-методическое пособие / П. А. Дроздов. – Минск : ИБМТ БГУ, 2014. – 103 с.

17. Ивуть, Р. Б. Логистика / Р. Б. Ивуть, С. А. Нарушевич. – Минск : БНТУ, 2004. – 328 с.

18. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под общ. редакцией проф. В. И. Сергеева (Дыбская В. В., Зайцев Е. И., Сергеев В. И. и др.). – Москва : Инфра-М, 2008. – 976 с.

19. Логистика запасов и складирования : методические рекомендации к практическим занятиям для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)» дневной и заочной форм обучения / Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», Кафедра «Логистика и организация производства», 2017. – 46 с.

20. Сергеев, В. И. Логистические системы мониторинга цепей поставок : учебное пособие / В. И. Сергеев, И. В. Сергеев. – Москва : ИНФРА-М, 2003. – 172 с. (Серия «Высшее образование»).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример титульного листа курсового проекта

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

АВТОТРАКТОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА «ЭКОНОМИКА И ЛОГИСТИКА»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Логистика запасов и складирования»

«ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ
И СКЛАДИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ»

Исполнитель _____ П.В. Котович,
обучающийся
группы 101041-20

Руководитель _____ Т.Л. Якубовская

Минск 2022

Пример оглавления работы (проекта)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СКЛАДЕ.....	6
1.1 Понятие и сущность складской логистики. Виды складов и их классификация.....	6
1.2 Размещение складов предприятия.....	11
1.3 Логистический процесс на складе.....	16
1.4 Оценка эффективности логистических процессов на складе.....	22
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ.....	30
2.1 Дифференциация запасов на основе ABCD и XYZ-анализа.....	30
2.2 Выбор систем управления запасами для различных номенклатурных позиций и расчет их параметров.....	38
3 ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА СКЛАДЕ.....	44
3.1 Оценка потребности предприятия в составе и размерах помещений и технологических зон склада.....	44
3.2 Определение места расположения склада.....	62
3.3 Выбор организационной формы управления складом.....	70
3.4 Оценка эффективности логистического процесса на складе.....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	90
ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	91

Пример оформления текстовой части
расчетно-пояснительной записки

1 ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СКЛАДА

1.1 Роль складов в логистике, их характеристика, классификация и основные функции

Согласно терминологическому словарю по логистике А. Н. Родникова, «склад – это здание, сооружение, устройство, предназначенное для приемки, размещения, хранения, подготовки к потреблению (раскрой, фасовка и т. п.), поиска, комплектации, выдачи потребителям той или иной продукции» [3, с. 27].

Склады можно классифицировать по различным признакам:

а) по отношению к областям логистики:

- снабженческие,
- производственные,
- распределительные;

б) по отношению к участникам логистической системы:

- склады производителей.

Пример оформления иллюстраций расчетно-пояснительной записки проекта

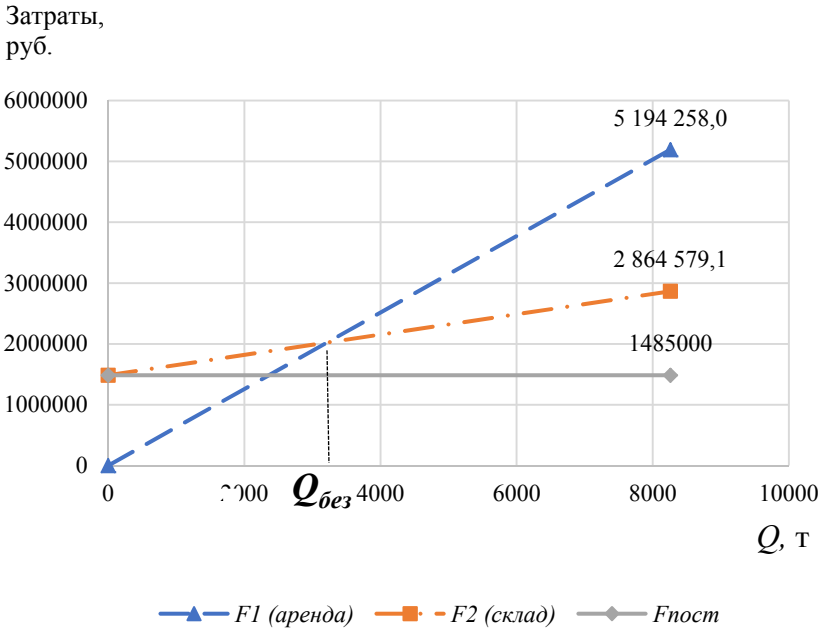


Рисунок 3.14 – Выбор формы собственности склада

Пример оформления штампа графической части курсового проекта

										КП – 101041-12/20-2021-01-ПЛ					
										Лит.					
										Масса					
										Маштаб					
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<p>Оптимизация систем управления запасами и складирования на предприятии</p> <p>Компоновка операционных зон склада</p> <p>1 – 27 02 01 БНТУ, г. Минск</p>										
Разраб.		Котович										Лист 1		Листов 5	
Пров.		Якубовская													
Т. контр															
Н. контр															
Утв.															

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

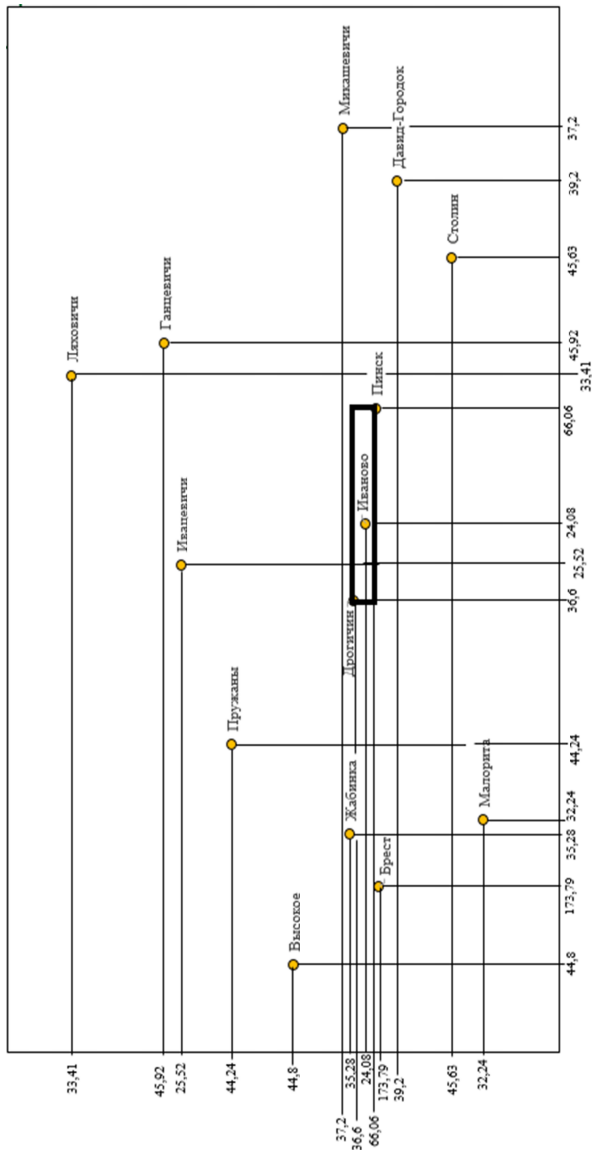
Расшифровка обозначений штампа графической части проекта

КП – XXXXXXXXXXXX/XX ¹ -202X-XX ² -ПЛ ³				Лит.	Масса	Масштаб
				у		
тема проекта				Лист	Листов	
название плаката				1 – XX XX XX ⁴ БНТУ, г. Минск		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		
Разраб.		Студент				
Пров.		Руководитель				
Т.контр						
Н.контр						
Утв.						

¹ номер зачетной книжки, ² порядковый номер плаката, ³ обозначение плаката, ⁴ код специальности)

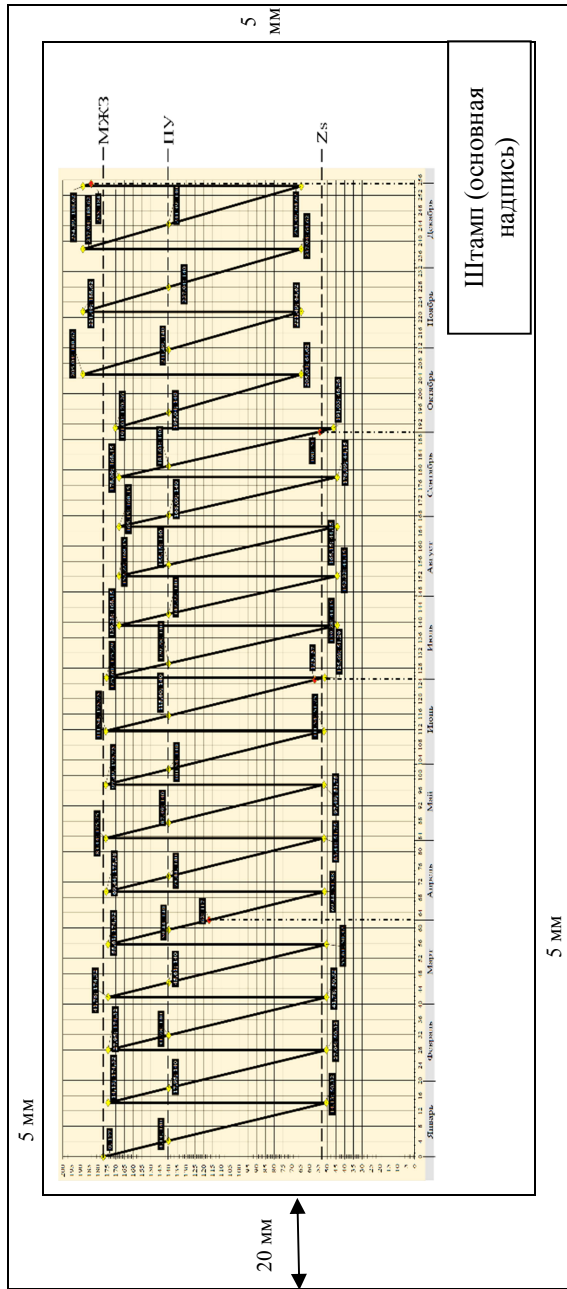
Пример оформления листа графической части (лицевая сторона) для плаката

Определение месторасположения склада с помощью метода пробной точки



ПРИЛОЖЕНИЕ И

Пример оформления листа графической части (лицевая сторона) для чертежа



Учебное издание

**ЛОГИСТИКА ЗАПАСОВ И СКЛАДИРОВАНИЯ
(курсовое проектирование)**

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлению специальности 1-27 02 01-01
«Транспортная логистика (автомобильный транспорт)»

Составитель
ЯКУБОВСКАЯ Татьяна Леонидовна

Редактор *А. Д. Спичёнок*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 23.03.2022. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,70. Уч.-изд. л. 4,45. Тираж 100. Заказ 555.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.