

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ
РУКОВОДИТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

И. А. ЕЛОВОЙ, Е. В. МАЛИНОВСКИЙ,
Е. В. НАСТАЧЕНКО

ЛОГИСТИКА ЗАПАСОВ И СКЛАДИРОВАНИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области экономики и организации производства для обучающихся
по специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)»
по направлению специальности 1-27 02 01-02 «Транспортная логистика
(железнодорожный транспорт)» в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2022

УДК 656.064(075.8)

ББК 65.37

Е53

Р е ц е н з е н т ы: директор Гомельского филиала РТЭУП «БЕЛИНТЕРТРАНС – транспортно-логистический центр» Белорусской железной дороги *С. В. Хмелев*; кафедра коммерции и логистики Белорусского торгово-экономического университета потребительской кооперации (зав. кафедрой – канд. экон. наук, доцент *О. Г. Бондаренко*)

Еловой, И. А.

Е53 Логистика запасов и складирования : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой, Е. В. Малиновский, Е. В. Настаченко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 210 с.
ISBN 978-985-891-066-2

Рассматриваются значение и задачи логистики запасов и складирования в логистической системе предприятия и цепях поставок, основные положения, методы и модели управления запасами и организации логистического процесса на складах.

Указаны функции и виды запасов, классификация складов в логистике, подробно рассмотрены вопросы проектирования оптимальных систем управления запасами в цепях поставок и складского хозяйства, методики решения задач по формированию складской сети в логистической системе, разработки системы складирования и оценки эффективности принимаемых решений.

Предназначено для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)» направления 1-27 02 01-02 «Транспортная логистика (железнодорожный транспорт)», слушателей Института повышения квалификации и переподготовки руководителей и специалистов транспортного комплекса Республики Беларусь.

УДК 656.064(075.8)

ББК 65.37

ISBN 978-985-891-066-2

© Еловой И. А., Малиновский Е. В.,
Настаченко Е. В., 2022

© Оформление. БелГУТ, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1 Запасы в логистической системе. Цели и задачи управления запасами.	
Понятие и виды запасов	7
1.1 Роль, место и задачи логистики запасов и складирования в логистической системе предприятия и цепях поставок	7
1.2 Понятие и функции запасов. Концепции управления запасами	9
1.3 Классификация запасов	12
1.4 Процедура разработки алгоритма управления запасами в звене цепи поставок	15
1.5 Цикл заказа и его структура. Параметры заказов и поставок. Показатели эффективности управления запасами	17
1.6 Страховой запас	20
2 Определение объема потребности в запасе. Виды затрат при формировании запасов	24
2.1 Прогнозирование потребности в запасе	24
2.2 Структура затрат на формирование и поддержание запасов. Определенные затраты на закупку и на выполнение заказа	27
2.3 Состав и определение затрат на содержание запаса	29
2.4 Определение оптимального размера заказа. Модификации модели Харриса – Уилсона	32
3 Модели управления запасами	36
3.1 Модель управления запасами с фиксированным размером заказа	36
3.2 Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами	38
3.3 Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня	40
3.4 Модель управления запасами «минимум – максимум»	43
4 Управление различными группами позиций запасов. Проектирование оптимальных систем управления запасами в цепях поставок	46
4.1 Сущность и принципы <i>ABC</i> -классификации запасов	46
4.2 Сущность и принципы <i>XYZ</i> -классификации запасов. Использование матрицы <i>ABC – XYZ</i> при управлении запасами	49
4.3 Проектирование алгоритма управления запасами в цепях поставок	51
4.4 Логистические системы управления запасами	54
5 Сущность логистики складирования. Склады в логистике	58
5.1 Понятие, цели и задачи логистики складирования	58
5.2 Логистические функции складов. Виды материальных потоков на складе	60
5.3 Классификация складов в логистике	63
5.4 Конструктивные элементы складов	65

5.5	Склады для хранения и обработки тарно-штучных грузов	67
5.6	Склады для контейнеров и тяжеловесных грузов	71
5.7	Склады для навалочных сыпучих и наливных грузов	75
5.8	Логистические терминалы. Транспортно-логистические центры	77
5.9	Определение оптимального количества складов в регионе обслуживания	79
5.10	Определение месторасположения склада	82
5.11	Принятие решения об использовании собственного или наемного склада. Аутсорсинг на рынке складских услуг	85
6	Разработка системы складирования	90
6.1	Структура и задачи разработки системы складирования	90
6.2	Модули системы складирования	92
6.3	Классификация, состав и характеристика складских помещений	96
7	Складская грузовая единица, тара и маркировка в логистике	98
7.1	Грузовая единица как элемент логистики. Складская грузовая единица	98
7.2	Виды товароносителей. Пакетирование и контейнеризация	99
7.3	Тара и упаковка	102
7.4	Назначение и виды маркировки	105
8	Современное техническое оснащение склада	108
8.1	Классификация, основные виды и показатели подъемно-транспортного обо- рудования, факторы, влияющие на его выбор	108
8.2	Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности конвейеров и элеваторов	110
8.3	Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности механических погрузчиков и разгрузчиков непрерывного действия, пневма- тических и гидравлических установок	114
8.4	Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности кранов	117
8.5	Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности погрузчиков циклического действия, тележек и подъемников	121
8.6	Технологическое оборудование для хранения грузов. Основные виды склади- рования	125
8.7	Расчет необходимого количества складского оборудования для хранения	130
8.8	Характеристика используемых весоизмерительных приборов. вспомогаель- ное оборудование	133
9	Логистический и технологический процессы на складе. Система ко- миссионирования и управление оборудованием	136
9.1	Содержание логистического и технологического процессов на складе	136
9.2	Рациональное осуществление логистического процесса на складе. Принципы организации материальных потоков на складе	139
9.3	Транспортно-технологическая схема переработки грузов и стандартизация технологических процессов на складах	142
9.4	Технологические карты и технологические графики работы складов. Сетевое планирование складских процессов	144
9.5	Разгрузка и приемка товаров на складе	146
9.6	Складирование и хранение	149
9.7	Система коммиссионирования и отгрузка заказа	152

9.8 Модуль «Управление грузопереработкой» на складе. Информационно-компьютерная поддержка работы склада	155
10 Проектирование складского хозяйства и логистических зон грузопереработки	159
10.1 Основные этапы проектирования складского хозяйства	159
10.2 Проектирование здания склада, транспортных коммуникаций, погрузочно-разгрузочного фронта, инфраструктуры	162
10.3 Основные параметры складов и методы их расчета	165
10.4 Расчет параметров склада по элементарным площадкам	169
10.5 Объемно-планировочные решения рабочих зон склада. Определение основных параметров складских зон	175
10.6 Формирование организационной структуры управления складским хозяйством и определение численности работников склада. Организация системы мотивации складского персонала	179
10.7 Информационные системы управления складским хозяйством	182
11 Складские затраты как часть логистических затрат	186
11.1 Логистические издержки, связанные со складскими системами	186
11.2 Определение капитальных вложений на строительство или реконструкцию склада	188
11.3 Затраты на грузопереработку. Расчет себестоимости грузопереработки	191
11.4 Оценка экономической эффективности создания складского хозяйства и пути сокращения складских затрат	193
12 Оптимизация складского хозяйства. Система оценки деятельности склада	197
12.1 Процедура оптимизации действующего складского хозяйства	197
12.2 Основы анализа деятельности складского хозяйства	199
12.3 Система показателей оценки эффективной работы склада	202
12.4 Оценка деятельности склада на основе сбалансированной системы показателей	205
Список литературы	208

ВВЕДЕНИЕ

В логистической системе предприятия и цепях поставок важное место занимают вопросы создания запасов и формирования складской сети. Логистика запасов и складирования является составной частью общей интегрированной логистики и рассматривается как научное и практическое направление, связанное с оптимизацией формирования и хранения запасов, управления материальными и сопутствующими им информационными и финансовыми потоками на складах.

В учебно-методическом пособии рассматриваются концептуальные вопросы логистики запасов и складирования, проектирования и применения моделей управления запасами, логистической организации складских процессов и управления потоками в складском хозяйстве, определения эффективности его работы.

Значительное внимание уделено функциям запасов, структуре затрат, связанных с их формированием и содержанием, условиям и особенностям расчета оптимального размера заказа. Выполнен анализ различных моделей управления запасами, указаны наиболее целесообразные сферы их применения при управлении различными группами позиций запасов, рассмотрена организация и содержание проектирования оптимальных систем управления запасами в цепях поставок.

В учебно-методическом пособии дана характеристика логистических функций, видов материальных потоков на складах и их классификация, приведены технологические схемы и особенности функционирования складов для различных видов грузов, методики решения таких задач как определение оптимального количества складов в регионе обслуживания, определение месторасположения склада, выбор принадлежности используемого склада (собственный или наемный).

Подробно рассмотрены структура и порядок разработки системы складирования, составляющие ее подсистемы и модули, основные виды подъемно-транспортного, технологического и вспомогательного оборудования, применяемого на складах, содержание логистического и технологического процесса на складе, методы расчета основных параметров складов и иные вопросы, связанные с проектированием складского хозяйства и логистических зон переработки. Существенное место отведено определению складских затрат, процедуре оптимизации и анализу деятельности складского хозяйства, а также системе оценки эффективности работы склада.

1 ЗАПАСЫ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ. ПОНЯТИЕ И ВИДЫ ЗАПАСОВ

1.1 Роль, место и задачи логистики запасов и складирования в логистической системе предприятия и цепях поставок

Важнейшим объектом исследования логистики является материальный поток, движение которого непосредственно связано с запасами, так как в определенный момент товарно-материальные ресурсы образуют их, т.е. запас можно рассматривать как форму существования материального потока. В процессе движения товарно-материальные ресурсы могут превращаться в запасы, как правило, неоднократно, на различных звеньях логистической цепи, выполняя при этом разнообразные функции.

Запасы непосредственно связаны со значительными капиталовложениями, представляя один из наиболее важных показателей, определяющих политику хозяйствующего субъекта и оказывающих существенное влияние на уровень логистического обслуживания в целом. Цели образования и соответствующие им виды запасов могут быть различными, но независимо от этого запасы представляют собой одну из важнейших составляющих любого производственного процесса. Величина, место нахождения и изменяющаяся зависимость от потребностей последующих стадий производства и потребления решающим образом влияют на эффективность движения материальных потоков как внутри соответствующей организации, так и во внешней для нее среде. Обусловлено это тем, что запасы различных товарно-материальных ресурсов связывают определенного субъекта хозяйствования с поставщиками сырья, материалов, комплектующих и потребителями готовой продукции, формируя цепи логистических систем.

Таким образом, логистика запасов и складирования занимает важнейшее место в логистической системе как отдельного хозяйствующего субъекта, так и экономики в целом, связывая основные функциональные области логистики – закупочную, производственную и распределительную. Обеспечение единого и непрерывного процесса снабжения всех стадий процессов производства и торговли необходимыми запасами в оптимальном количестве и определенного качества является важнейшим условием эффективного функционирования как соответствующих организаций, так и логистических систем в целом.

Цели логистики запасов и складирования вытекают из общелогистических целей и могут быть классифицированы по трем группам [1]:

- минимизация капитальных и эксплуатационных затрат, связанных с созданием и содержанием запасов;

- обеспечение необходимого уровня готовности к отпуску материальных ресурсов в производство, а товаров – к отгрузке и выполнению заказов потребителей;

- минимизация суммарных затрат на логистическую сферу в целом путем создания эффективной системы управления запасами и складированием.

Задачи логистики запасов и складирования в логистической системе предприятия и цепях поставок исходя из указанных целей можно сформулировать следующим образом:

- определение видов и ассортимента складировуемых товарно-материальных ресурсов;

- выбор наиболее эффективной стратегии управления запасами;

- расчет основных параметров системы формирования и управления запасами (оптимальные объемы и периодичность поставок для соответствующего ассортимента, величина среднего запаса и т.д.);

- определение времени нахождения товарно-материальных ресурсов в запасах;

- создание информационной и организационной системы поддержания запасов на оптимальном уровне, обеспечение их учета и контроля;

- определение стратегии формирования складского хозяйства (определение количества и месторасположения складов, их принадлежности);

- определение необходимых параметров складов, системы складирования [1].

Функции логистики запасов – это планирование и финансовое обеспечение их создания, учет и контроль величины запасов и их состояния, оперативное регулирование и анализ эффективности сформированной системы.

Современные тенденции развития логистики запасов и складирования связаны со стремлением к снижению складских запасов. Среди них можно выделить следующие:

- уменьшение времени исполнения заказов потребителей;

- развитие и широкое распространение концепции ЛТ, предусматривающей поставки точно в срок;

- гибкость и ориентированность в первую очередь на запросы потребителей;

- укрупнение, объединение складов;

- хранение только базовых комплектующих, с доведением продукта до товарного состояния в последний момент перед отправкой потребителю;

- расширение использования укрупненных единиц хранения, одноразовой упаковки;

- совершенствование складских технологий и процессов;

– перевалка грузов из одних транспортных средств в другие вместо складирования, использование транспортных средств для кратковременного хранения (т.е. запасы на колесах).

Традиционный подход к управлению запасами не предполагает при рассмотрении запасов взаимодействие различных звеньев логистической цепи в процессе движения товарно-материальных ресурсов, представляя запас как локальное явление, характерное для отдельного звена логистической системы.

Логистический подход к управлению запасами предусматривает отказ от такой функционально-ориентированной концепции вследствие ряда собственных ей недостатков, к которым можно отнести следующие:

– каждое подразделение субъекта хозяйствования, участвующее в управлении запасами ориентируется на собственные критерии эффективности, которые часто являются только локальными;

– отказ от учета взаимодействия различных звеньев логистической цепи при формировании запасов не позволяет правильно оценивать роль каждого из них, степень его влияния на общий результат;

– создаваемый запас превышает необходимый уровень, обеспечивающий эффективную работу организации.

Таким образом, при *логистическом подходе* запас рассматривается не изолированно в рамках отдельного звена (подразделения), а во взаимодействии и взаимосвязи всех звеньев логистической цепи с учетом и других видов потоков (информационного и финансового).

Следовательно, принципиальное отличие логистического подхода от традиционного заключается в рассмотрении и оценке эффективности принимаемых в области управления запасами решений в рамках взаимодействия отдельных звеньев логистической цепи в единой системе [2].

1.2 Понятие и функции запасов. Концепции управления запасами

Понятие запаса относится к числу важнейших в логистике и характерно для всех областей производства и обращения при движении материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя, т.е. запасы являются одним из основных элементов логистических систем.

Запасы (товарно-материальные запасы) можно определить как находящиеся на разных стадиях производства и обращения материальные ресурсы, продукцию производственно-технического назначения, изделия народного потребления и другие товары, ожидающие вступления в процесс производственного или личного потребления.

Запас представляет собой материальный поток, рассматриваемый в определенном временном сечении. Запасом может являться сырье, используемые в производстве материалы, оборудование и комплектующие, неза-

вершенное производство, готовая продукция у изготовителя, в торговле или в личном пользовании. Таким образом, запасы – это материальные ресурсы, продукция, ожидающие вступления в процесс: производственного потребления; продажи; личного потребления.

Роль запасов в экономике заключается в том, что они обеспечивают устойчивую работу различных логистических систем. Запасы создаются на всех стадиях продвижения товарно-материальных ресурсов – в производственных, транспортных, торговых и других логистических системах, чему соответствует разнообразие их видов.

К числу основных причин создания товарно-материальных запасов относят следующие:

- необходимость обеспечения бесперебойности процесса производства и потребления с учетом колебаний спроса;

- возможность снижения затрат на размещение заказов, закупку и транспортировку за счет увеличения размеров поставляемых партий товарно-материальных ресурсов;

- необходимость учета сезонного характера производства или потребления определенных видов товарно-материальных ресурсов, а в некоторых случаях и их транспортировки;

- учет возможного изменения ценовой конъюнктуры на рынке (повышение цен на товарно-материальные ресурсы), введения ограничительных или запретительных мер различными государствами и др.

Соответственно указанные причины по отдельности или в определенных сочетаниях определяют тенденцию к увеличению запасов.

Однако создание и содержание запасов связано и с соответствующими затратами и рисками, что, в свою очередь, вызывает необходимость минимизации запасов. К таким затратам и рискам можно отнести:

- затраты на непосредственное хранение запасов (затраты на создание и содержание складов, оплату труда складского персонала и т.п.);

- потери от иммобилизации оборотных средств (доход, который мог быть получен при использовании вложенных в создание запасов денежных средств);

- риск потерь в количестве хранящегося запаса вследствие хищений, пожаров и т.п.;

- риск потерь от качественных изменений хранящегося запаса в результате ухудшения его потребительских свойств;

- риск повреждения в процессе транспортировки, грузопереработки на складе;

- риск превышения норм естественной убыли при хранении;

- риск морального устаревания хранящихся товаров и др.

Функции запасов следующие [3]:

- *географическая специализация*, которая реализуется путем создания

распределительных центров (как сырья, так и готовой продукции) для обеспечения более полной комплектации грузовых отправок и ускорения выполнения заявок потребителей;

– *консолидация ресурсов*, реализуемая путем накопления запасов на каждой стадии производственного процесса, а также при доставке товарно-материальных ресурсов потребителям, обеспечивая эффективность за счет транспортировки более выгодными партиями и минимизации тарифов, предоставления более полного ассортимента товаров;

– *уравновешивание спроса и предложения*, т.е. возникающего по различным причинам разрыва во времени между спросом и предложением;

– *защита от неопределенности*, которая достигается путем создания буферных и страховых запасов с целью сглаживания случайной неравномерности потребления запасов. При этом запасы защищают от двух видов неопределенности: превышения спроса над ожидаемым уровнем в рамках функционального цикла (потребитель заказывает больше, чем планировалось); колебания продолжительности функционального цикла (вследствие задержек поставок товарно-материальных ресурсов, сбоев в работе и т.д.).

Необходимо отметить, что отсутствие (дефицит) запасов можно выразить в форме разнообразных издержек. К основным видам издержек, связанным с дефицитом запасов, относят издержки, обусловленные:

- простым производством;
- несвоевременным выполнением заказа (задержкой в отгрузке соответствующей партии товарно-материальных ресурсов);
- необходимостью внеплановых закупок товарно-материальных ресурсов по более высоким ценам;
- потерей сбыта (потери от отсутствия товарно-материальных ресурсов на складе в определенный момент предъявления спроса);
- потерей заказчика (при отказе в выполнении заявки заказчик отказывается от обслуживания данным поставщиком и пользуется услугами других на постоянной основе).

Таким образом, несмотря на то, что создание и содержание запасов требует значительных затрат, их формирование субъектами хозяйствования в различных сферах производства и обращения является объективно необходимым для оптимизации соответствующих издержек.

К настоящему времени сформировались три концепции управления запасами:

– *концепция максимизации запасов*, являвшаяся основной значительный период времени, в соответствии с которой должен обеспечиваться максимально высокий уровень запасов. Однако сейчас эта концепция практически потеряла свое значение, так как развитие экономики постепенно привело к тому, что товарно-материальные ресурсы стали приобретать тогда, когда они нужны, а не когда имеется возможность их купить;

– *концепция оптимизации запасов*, которая заключается в признании целесообразности содержания запаса в оптимальном размере, определяемом, как правило, по критерию минимума совокупных затрат на создание и содержание запасов;

– *концепция минимизации запасов*, в рамках которой стали развиваться логистические системы и технологии, позволяющие значительно снизить уровень запасов. Все эти системы и технологии минимизируют запасы, обеспечивая при этом требуемый уровень качества логистического обслуживания потребителей.

Таким образом, рассмотренные концепции управления запасами, сложившиеся на практике, основываются на противоположных точках зрения, абсолютизируя положительную или отрицательную роль запасов, а концепция оптимизации запасов направлена на поиск наилучшей промежуточной между ними величины запаса.

1.3 Классификация запасов

Классификация запасов рассматривается в различной литературе по логистике и осуществляется, как правило, по таким признакам как виды товарно-материальных ценностей, место нахождения запасов, их функциональное назначение (исполняемая функция), характер потребности, время.

Все имеющиеся в экономике запасы определяют как совокупные. Совокупные запасы *по видам товарно-материальных ценностей* включают следующие основные виды:

- сырье и материалы, в том числе комплектующие изделия и детали, топливо, тара и упаковка;
- незавершенное производство, т.е. товары, находящиеся на стадии изготовления;
- готовая продукция и товары;
- отходы производства.

По месту нахождения совокупные запасы подразделяют:

– на *производственные запасы* – это запасы сырья и материалов (материальных ресурсов) и незавершенного производства, поступившие к потребителям и не подвергнутые переработке, находящиеся в организациях всех отраслей сферы материального производства, которые предназначены для производственного потребления и обеспечивают бесперебойность производственного процесса;

– *товарные запасы* – это запасы готовой продукции, находящиеся на складах готовой продукции производителя, а также в каналах сферы обращения, которые необходимы для бесперебойного обеспечения потребителей. Запасы в каналах сферы обращения подразделяют на запас на предприятиях торговли (в распределительной сети, предназначенные для продажи)

и запас в процессе транспортировки (в пути или транспортный запас), который находится на момент учета в процессе транспортировки от поставщиков к потребителям или на предприятии оптовой торговли.

По исполняемой функции (целевому назначению) и характеру потребности производственные и товарные запасы подразделяют на: текущие, страховые, подготовительные, сезонные, неликвидные (устаревшие), переходящие, резервные, спекулятивные, продвижения, стратегические [4–7].

Текущие запасы – это основная часть производственных и товарных запасов, находящихся на складе между двумя очередными поставками и предназначенных для обеспечения бесперебойности производства или сбыта. Величина текущих запасов постоянно изменяется.

Страховые (гарантийные) запасы – предназначены для поддержки потребления в периоды его возможного роста, сокращения рисков, связанных с непредвиденными отклонениями в периодичности доставки и величине поставляемых партий от заказанных, сбоями в производственно-технологических циклах и другими обстоятельствами. В отличие от текущих запасов страховые имеют условно постоянную величину и при нормальных условиях работы остаются неиспользуемыми.

Подготовительные (буферные) запасы – часть производственных или товарных запасов, выделяемая при необходимости для дополнительной подготовки материальных ресурсов и готовой продукции к производственному или личному потреблению. Величина подготовительных запасов зависит от времени, необходимого для осуществления логистических операций по подготовке материальных ресурсов (готовой продукции) к потреблению, а также от объема их среднесуточного потребления.

Сезонные запасы – это запасы материальных ресурсов и готовой продукции, предназначенные для обеспечения нормальной работы субъекта хозяйствования при явно выраженных сезонных изменениях характера производства, потребления или транспортировки.

Неликвидные (устаревшие) запасы – длительно не используемые запасы, которые образуются вследствие несовпадения логистических циклов в производстве и распределении с жизненным циклом товара, а также из-за ухудшения качества товаров во время хранения (морально устаревший и испортившийся товар).

Переходящие запасы – это остатки материальных ресурсов на конец отчетного периода, которые предназначаются для обеспечения непрерывности производства и потребления в отчетном и следующем за отчетным периоде до очередной поставки.

Резервные запасы – это запасы, которые в отличие от обезличенных страховых запасов предназначены для обеспечения выполнения заказов конкретных клиентов, в том числе и VIP-класса. Такие запасы фактически резервируются для удовлетворения возможного ожидающегося спроса за-

ранее определенных клиентов и находятся на складе до появления заказов соответствующих потребителей.

Спекулятивные запасы – предназначены для защиты от возможного повышения цен на товарно-материальные ресурсы, введения протекционистских квот или тарифов и других факторов, а также для использования конъюнктуры рынка с целью получения дополнительной прибыли.

Запасы продвижения (рекламные) готовой продукции формируются и поддерживаются в каналах распределения для быстрой реакции на проводимую субъектом хозяйствования маркетинговую политику продвижения товаров на рынок, обычно сопровождаемую широкомасштабной рекламной кампанией. Рассматриваемый запас предназначен для поддержания временного резко увеличившегося спроса на рекламируемую продукцию и дальнейшего обеспечения потребности в ней на более высоком уровне.

Стратегические запасы (госрезервы) – запасы, создаваемые государством для обеспечения экономической безопасности в критических ситуациях (стихийные бедствия, военные действия и другие непредвиденные обстоятельства).

Классификация *по времени* предусматривает выделение определенных количественных уровней запасов. Запасы в этом случае подразделяют на следующие виды (рисунок 1.1) [7]:

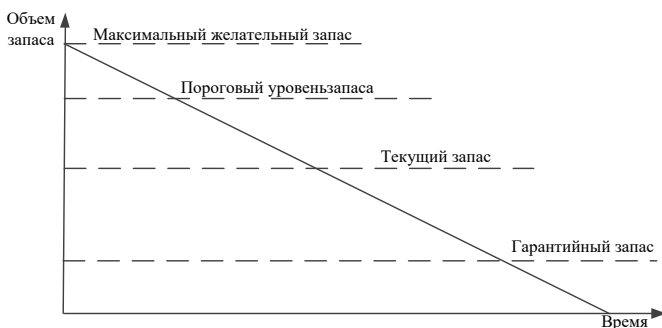


Рисунок 1.1 – Виды запасов по времени

– *максимальный желательный запас* определяет экономически целесообразный максимальный уровень запаса, характерный для определенной системы управления запасами. В различных системах управления максимальный желательный запас используется как ориентир при расчете объема заказа. Величина этого запаса определяет целесообразную загрузку складских площадей с точки зрения минимизации затрат и может превышать;

– *пороговый уровень* запаса используется для определения момента времени выдачи очередного заказа;

– *гарантийный (страховой) запас* аналогичен страховому (гарантийно-

му) запасу в классификации по исполняемой функции и должен обеспечивать непрерывность снабжения потребителя в случае срыва поставки и иных непредвиденных обстоятельств;

– *текущий запас* соответствует уровню запаса в любой учетный момент времени. Он может как совпадать с максимальным желательным, гарантийным запасом или пороговым уровнем, так и отличаться от них.

1.4 Процедура разработки алгоритма управления запасами в звене цепи поставок

Для удовлетворения соответствующих потребностей с использованием запасов требуется реализация процесса управления ими. Управление запасами рассматривается как деятельность, направленная на обеспечение необходимого уровня запаса. Процесс управления запасами требует наличия определенного алгоритма управления запасами, разработка которого включает ряд этапов.

Последовательность этапов процедуры разработки алгоритма управления запасами связана с логикой модели формирования запаса. Наиболее полно *процедура разработки алгоритма управления запасами* в звене цепи поставок представлена в работе [4] и содержит следующие этапы:

- 1) оценка роли запасов в политике субъекта хозяйствования;
- 2) мониторинг состояния запасов;
- 3) определение объема потребности в запасе;
- 4) определение состава статей затрат, связанных с созданием и поддержанием запаса;
- 5) расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас;
- 6) согласование условий поставки (пополнения запаса);
- 7) формирование (разработка) алгоритма управления запасами.

По содержанию процедуры цикла управления запасами можно разделить на расчетные (плановые), управленческие (организационные) и комплексные. Расчетные процедуры управления запасами, опирающиеся на классический инструментарий математической статистики, теории вероятностей и прикладной математики, – это прогнозирование потребности в запасе и расчет оптимального размера заказа. Указанные процедуры логически связаны с управленческими, так как на основе их результатов и должны приниматься управленческие решения [4].

На первоначальном этапе устанавливается *роль запасов в политике субъекта хозяйствования*, которая оказывает важнейшее влияние на всю дальнейшую деятельность по разработке алгоритма управления запасами, определяя эффективность работы соответствующей организации. При этом должны быть выделены основные функции запасов применительно к конкретному хозяйствующему субъекту.

Мониторинг состояния запасов при управлении ими является одной из

важных задач, требующих своего решения. В рамках данного этапа осуществляется анализ изменения объема и номенклатуры запасов. Такой анализ может производиться непрерывно или периодически. Для контроля и анализа состояния запасов в организациях с учетом их величины и номенклатуры существуют различные методы. К основным из них относится ABC- и XYZ-анализ, позволяющие производить структурирование запасов по их стоимости, постоянству и устойчивости спроса.

Неотъемлемой частью любого планирования работы является прогнозирование. *Определение объема потребности в запасе* основывается на выполнении прогнозирования такой потребности с использованием стандартных или специально разработанных расчетных моделей прогнозирования потребностей (спроса) методами экспоненциального сглаживания, регрессионного анализа и др. Точность и достоверность получаемого прогноза зависит от объекта, точности и достоверности исходной информации, корректности применяемого метода (модели) и временных рамок прогноза.

Определение состава статей затрат, связанных с запасами, является основой принятия решений по управлению запасами, так как такие затраты представляют собой основной критерий оптимизации уровня запаса. К таким затратам относятся затраты на закупку соответствующих товарно-материальных ресурсов, затраты на выполнение заказа, включая затраты на подготовку, его размещение и выполнение, а также затраты на содержание запаса.

Расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас, позволяет предварительно определить величину и другие характеристики входящего материального потока. Формирование таких характеристик входящего потока становится ведущим фактором, влияющим на изменение запаса, так как определение оптимального размера заказа является основной возможностью оптимизации уровня запаса.

Согласование условий поставки (пополнения запаса) производится совместно с представителями поставщика на основе результатов расчета оптимального размера заказа, выполненного на предыдущем этапе разработки алгоритма управления запасами. Такое согласование осуществляется в рамках переговоров с поставщиком и предполагает также учет его интересов. Поэтому результат этого этапа приводит, как правило, к определению характеристик входящего материального потока, отличающихся от рассчитанных на предыдущем этапе [4].

Завершающий этап обеспечивает *формирование (разработку) алгоритма управления запасами* на основании ранее определенных характеристик входящего материального потока (результат третьего этапа) и входящего материального потока (результат шестого этапа), причем запас формируется в результате расхождения этих характеристик. Разработка данного алгоритма должна обеспечить поддержку созданного запаса на оптимальном для соответствующего субъекта хозяйствования уровне.

На операционном уровне после завершения разработки алгоритма

управления запасами требуется разработка и отладка программного обеспечения для поддержки принятия решений в соответствии с этим алгоритмом.

Необходимо отметить, что при принципиальном изменении характера потребления процедуру разработки алгоритма управления запасами требуется повторить, а состав участвующих в процедуре разработки алгоритма управления запасами подразделений организации зависит от ее организационной структуры и распределения функций между ними [4].

1.5 Цикл заказа и его структура. Параметры заказов и поставок. Показатели эффективности управления запасами

Логистическая система управления запасами проектируется с целью непрерывного обеспечения потребителя каким-либо видом товарно-материальных ресурсов. Необходимость накопления запасов для их дальнейшего использования возникает в случае несоответствия характеристик входящего и выходящего материальных потоков.

Процесс движения запаса можно разделить на этапы накопления и потребления. Накопление запаса происходит в результате организации поставок товарно-материальных ресурсов, когда в конкретный момент времени поставщику направляется заказ определенного размера для пополнения запаса. От момента выдачи заказа на пополнение запаса до момента учета поступившей на склад партии товарно-материальных ресурсов проходит интервал времени, называемый временем выполнения заказа. В дальнейшем по мере отгрузки в соответствии с заявками потребителей созданный запас расходуется. В результате движение запаса имеет пилообразный характер, а при работе с запасом имеются повторяющиеся совокупности действий, которые называют циклами [4].

Средний запас товарно-материальных ресурсов на складе в течение установленного периода времени – это их средний остаток на складе в течение данного периода времени, который может быть определен как половина суммы остатков запаса на складе на начало и конец рассматриваемого периода. В *состав среднего запаса* входят запасы текущие или базовые и страховые запасы, а в некоторых случаях и запасы в пути.

Текущие запасы – это та часть среднего запаса, которая подлежит регулярному пополнению. В начале функционального цикла величина запасов максимальна, но выполнение заказов потребителей может снизить запасы до нуля. В том случае, когда в условиях пополнения и использования запаса существует полная определенность, график подачи заказов составляется таким образом, чтобы очередная партия товарно-материальных ресурсов от поставщика поступала в момент реализации последней единицы запаса. В этом случае средний объем запаса, возникающий в результате его пополнения, называют базовым или текущим запасом, причем средний текущий запас составляет половину размера заказа.

Однако в процессе функционирования системы могут возникать краткосрочные колебания снабжения или спроса. Для учета их влияния необходимо наличие страховых запасов, которые позволяют обеспечивать непрерывность производства и обеспечения потребителей в изменяющихся условиях работы. В такой ситуации средний запас становится равным сумме половины размера заказа и величины страхового запаса.

Особое положение занимают запасы в пути, т.е. запасы, которые уже отправлены или ожидают транспортировки. Если права собственности передаются организации, осуществляющей закупки и создающей соответствующий запас, в пункте отправления, то запасы в пути также можно считать частью среднего запаса.

Общая процедура управления заказами включает в себя несколько этапов, образующих логистический *цикл заказа*, который состоит из следующих элементов:

- *формирование (планирование) заказа*, которое представляет собой определение потребности в товарно-материальных ресурсах и оформление заказа;

- *передача заказа исполнителю (поставщику)*, которая заключается в направлении потребителем оформленного надлежащим образом заказа поставщику;

- *обработка заказа поставщиком*, в рамках которой выполняются прием и предварительная обработка информации о заказе, определение на основе анализа требований, которым должен отвечать заказ, передача информации о требованиях заказа в пункт его выполнения, определение источников формирования заказа (за счет собственных и (или) привлекаемых ресурсов);

- *подбор и комплектование заказа*, которые выполняются поставщиком на основе требований заказа;

- *доставка заказа*, которая включает передачу заказа перевозчику для доставки потребителю или непосредственно потребителю в месте производства продукции, транспортировку в пункт назначения потребителю, мониторинг и контроль выполнения заказа, осуществляемый в процессе транспортировки и приема потребителем.

К основным *параметрам заказов и поставок* можно отнести следующие [5]:

- *величина потребления (спроса или сбыта)* определенного наименования товарно-материальных ресурсов за установленный промежуток времени – это объем оборота данного наименования товарно-материальных ресурсов в натуральном исчислении за анализируемый период времени;

- *размер заказа* – объем партии одной поставки определенного наименования товарно-материальных ресурсов;

- *точка заказа* – момент времени начала (выдачи) очередного заказа;

- *время выполнения заказа* – период времени, который требуется для выполнения заказа (одной поставки товарно-материальных ресурсов). Вклю-

чает время, необходимое для процедуры оформления заказа, транспортировки (доставки), выгрузки и приемки на склад;

– *время задержки поставки* – период времени с момента предполагаемого до момента фактического окончания выполнения заказа;

– *интервал времени между заказами* – период времени между двумя соседними поставками;

– *ожидаемое потребление на складе за время выполнения заказа* – величина потребления запаса на складе по определенному наименованию товарно-материальных ресурсов за период времени, необходимый для выполнения одной поставки.

Производственными запасами, предназначенными для обеспечения устойчивого производственного процесса, являются материальные ресурсы (сырье, материалы, комплектующие, закупаемые полуфабрикаты, запасные части, технологическое топливо, тара, малоценные и быстроизнашивающиеся предметы). Установление нормы производственных запасов и норматива оборотных средств, вложенных в эти запасы, должно быть увязано между собой и необходимо для контроля состояния запасов материальных ресурсов в течение года с целью выявления их дефицита, определения сроков поставок, наличия излишков и возможности их реализации, оптимизации величины оборотных средств.

Основными для нормирования производственных запасов являются следующие методы:

– аналитический или расчетный, в основе которого лежит использование определенных расчетных формул;

– статистический, предусматривающий определение нормы на основании некоторой статистической выборки (используются экстраполяционные методы);

– нормативный, который предусматривает деление запаса на категории и установление нормы по каждой из них.

Сбытовые запасы предназначены для обеспечения устойчивого процесса реализации (отгрузки) соответствующей продукции потребителям. Нормирование сбытовых запасов на предприятии-изготовителе осуществляется последовательно, начиная с расчетов специфицированных норм по отдельным маркам готовой продукции с последующим укрупнением норм по номенклатурным группам, а затем и по видам продукции.

Специфицированная норма характеризует необходимый средний уровень запаса (среднее значение из суточных остатков) в течение года, обеспечивающий устойчивый процесс производства и реализации. Специфицированные нормы рассчитываются с учетом нормообразующих факторов, определяющих условия формирования сбытовых запасов.

К важнейшим показателям эффективности управления запасами можно отнести следующие:

– *уровень обслуживания*, который показывает степень удовлетворения заказов потребителей и рассчитывается как отношение количества удовлетворенных заказов за рассматриваемый период времени к общему количеству поступивших заказов за тот же период времени (при оценке уровня обслуживания может учитываться также продолжительность выполнения заказа и качество его выполнения);

– *коэффициент оборачиваемости запасов*, показывающий количество оборотов (полного обновления) среднего запаса за рассматриваемый период. Определяется как отношение объема отгрузок (потребления, объема продаж, товарооборота) запаса за анализируемый период времени к среднему объему запаса за тот же период времени;

– *время одного оборота*, показывающее среднее число дней (недель, декад, месяцев и др.), в течение которых средний размер запаса находится на складе. Определяется как отношение среднего объема запаса за анализируемый период времени к объему отгрузки (потребления, объему продаж, товарообороту) за тот же период времени. Таким образом, значение этого показателя обратно пропорционально величине коэффициента оборачиваемости и позволяет определить соответствие срока хранения сроку годности товарно-материальных ресурсов и времени обращения оборотных средств;

– *рентабельность инвестиций в запасы* (валовая), характеризующая рентабельность вложений в запасы и рассчитываемая как отношение валовой прибыли за год к средней стоимости запасов за тот же период времени.

1.6 Страховой запас

Практическая деятельность субъекта хозяйствования характеризуется различными отклонениями от запланированных показателей. К ним относятся:

– отклонения между фактическим и запланированным потреблением (сбытом);

– несоответствие количества поставленных товарно-материальных ресурсов объему заказа;

– отклонения между фактическим и запланированным сроками поставки (задержка поставки);

– несоответствие фактически поставленного ассортимента заказанному;

– ненадлежащее качество товарно-материальных ресурсов в поступившей партии и др.

В результате организация создает и поддерживает страховой запас для снижения риска возникновения дефицита, наступающего вследствие непредсказуемого роста потребления запасов или определенных отклонений при выполнении заказа. Таким образом, цель создания страхового запаса –

это обеспечение непрерывности производственного или торгового процесса, надлежащего уровня обслуживания поступающих заказов. Страховой запас позволяет стабильно функционировать в условиях возможного нарушения хозяйственных связей, а также ошибок при прогнозировании и планировании производства и реализации продукции.

Страховой запас представляет собой дополнительный объем товарно-материальных ресурсов, который может быть использован в качестве буферного до момента поступления очередного заказа. Поэтому он не является неприкосновенным, его расход является неизбежным в случае возникновения указанных выше соответствующих отклонений, однако в дальнейшем страховой запас пополняется до установленной величины при следующих поставках.

Недостатком создания и поддержания страхового запаса является увеличение затрат на хранение, что отрицательно влияет на эффективность работы субъекта хозяйствования, но в случае возникновения дефицита товарно-материальных ресурсов издержки, связанные с потерями на производстве и уменьшением реализации продукции, могут быть существенно выше. Следовательно, уровень страхового запаса всегда является компромиссом между риском возникновения дефицита и ростом расходов на его хранение и поддержание, а при расчете величины страхового запаса основным экономическим критерием является минимизация суммарных потерь и затрат, вызванных дефицитом и содержанием запаса.

Методика расчета величины страхового запаса предполагает применение двух основных подходов – традиционного и вероятностного. Применение *традиционного подхода* для расчета страхового запаса целесообразно в условиях определенности, когда время исполнения заказа либо дневное потребление являются постоянными, причем для определения величины страхового запаса могут использоваться различные методы, из которых можно выделить следующие:

1 *Определение на основе спроса за время выполнения заказа.*

Этот метод предполагает задание величины страхового запаса как процентной доли спроса за планируемое время выполнения заказа, т.е. для определения величины страхового запаса заданный процент умножается на показатель предполагаемого спроса за время выполнения заказа. Такой метод может применяться для товаров, запасы которых расходуются регулярно и пополняются реже, чем раз в две-три недели.

2 *Определение на основе дневного потребления.*

В соответствии с этим методом величина страхового запаса определяется как произведение задаваемого специалистами или руководством организации количества дней, на которое рассчитан страховой запас, и текущего дневного потребления. Вследствие того, что выполняемая персоналом оценка количества дней, как правило, является завышенной, использование этого метода часто приводит к формированию излишнего страхового запаса.

3 *Определение на основе экспертной оценки.*

Этот метод похож на метод расчета величины страхового запаса на основе дневного потребления, но в данном случае специалисты или руководство организации непосредственно устанавливает, какое количество товара должно составлять страховой запас. В результате, как и в предыдущем случае, достаточно часто создаются излишние запасы.

4 *Определение на основе учета неравномерности потребления или выполнения заказа.*

Данный метод позволяет учитывать неравномерность потребления или выполнения заказа. Для этого используется коэффициент неравномерности, определяемый соответственно как отношение максимального дневного потребления запаса к его среднесуточной величине или максимального времени выполнения заказа к среднему времени его выполнения. В случае изменения размера потребления величина страхового запаса рассчитывается как произведение соответствующего коэффициента неравномерности и времени выполнения заказа. При изменении продолжительности исполнения заказа величина страхового запаса определяется как произведение соответствующего коэффициента неравномерности и среднесуточного размера потребления запаса.

5 *Определение на основе учета времени задержки поставки.*

Этот метод используется в основных системах управления запасами и позволяет связать возможное отклонение от запланированных показателей работы (задержку поставки) и величину страхового запаса. Величина страхового (гарантийного) запаса рассчитывается как произведение среднесуточного потребления и времени задержки поставки, причем в указанных системах управления запасами в качестве возможной задержки поставки рассматривается максимально возможная задержка, которая обеспечивает отсутствие дефицита запаса.

На практике, как правило, существует значительная неопределенность в работе и ни дневной объем потребления запасов, ни время исполнения заказа не являются постоянными величинами. На величину страхового запаса влияют и иные факторы, также имеющие вероятностный характер. Поэтому для расчета размера страхового запаса используется более сложный *вероятностный подход*.

Расчет размера страхового запаса выполняется на основе статистических данных о фактических значениях рассматриваемых случайных факторов. Первоначально, пользуясь данными статистического ряда, необходимо определить закон распределения случайной величины. В том случае, когда только один из факторов имеет случайный характер (например, потребление запаса), а его распределение подчиняется нормальному закону, размер страхового запаса рассчитывается по формуле [8]:

$$R_c = t\sigma, \quad (1.1)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение величины;

t – параметр (квантиль) нормального закона распределения в зависимости от выбранного уровня доверительной вероятности.

Среднее квадратическое отклонение σ , входящее в формулу для определения страхового запаса, рассчитывается следующим образом:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}}{n}}, \quad (1.2)$$

где x_i – случайная величина;

\bar{x} – среднее значение случайной величины;

n – количество значений случайной величины (объем статистических данных).

Параметр t определяется на основе решения о допустимой вероятности наличия дефицита a исходя из сравнения затрат на хранение единицы запаса на складе и потерь из-за дефицита (отсутствия) запаса или задаваемого руководством либо специалистами организации необходимого уровня обслуживания [8].

В том случае, когда потребление запасов и время поставки являются независимыми случайными величинами, среднее квадратическое отклонение страхового запаса рекомендуется определять по формуле, предложенной Р. Феттером и В. Даллеком:

$$\sigma_c = \sqrt{T\sigma_D^2 + \bar{D}\sigma_T^2}, \quad (1.3)$$

а величину страхового запаса по формуле

$$R_c = t\sigma_c, \quad (1.4)$$

где \bar{T} , \bar{D} – соответственно среднее значение продолжительности поставки и среднесуточного потребления;

σ_D^2 , σ_T^2 – соответственно средние квадратические отклонения случайных величин \bar{D} и \bar{T} .

Изменение характера распределения вероятности случайной величины оказывает существенное влияние на размер страхового запаса. Поэтому в том случае, когда значения случайной величины имеют отличный от нормального характер распределения, указанные выше формулы должны быть скорректированы. Методы проверки соответствия фактического распределения случайной величины теоретическому закону распределения приведены в соответствующей литературе по математической статистике.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСЕ. ВИДЫ ЗАТРАТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗАПАСОВ

2.1 Прогнозирование потребности в запасе

В практике определения объема потребности в запасе соответствующих товарно-материальных ресурсов широко используется прогнозирование, позволяющее при решении данной задачи получить достаточно достоверные результаты, особенно при наличии четко прослеживающихся тенденций в динамике потребления.

Для обеспечения максимальной точности прогнозирования объема потребности в запасе различают отдельные виды потребности. В тех случаях, когда запас создается на входе производственного предприятия, объем потребности по основным группам сырья и материалов, т.е. *производственная потребность*, определяется планом производства и плановыми потребностями в обслуживании основного производства, которые рассчитываются на основе данных о длительности циклов производства продукции. Общая производственная потребность складывается из потребностей в конкретном виде сырья и материалов на все возможные цели: выполнение планов производства и продаж; капитальное строительство; внедрение новой техники; ремонтно-эксплуатационные нужды; изготовление технологической оснастки и инструментов; прирост незавершенного производства. Будущий объем *потребности в запасе готовой продукции* определяется планом продаж, который в значительно большей степени, чем производственные планы, подвержен отклонениям от заранее установленных показателей, а потребность в готовой продукции определяется в основном не внутренними факторами организации, а внешними, прежде всего рыночными факторами [4].

В зависимости от назначения различают потребности различных уровней. Первичная потребность (потребность первого уровня) – это потребность в готовых изделиях, узлах и деталях, предназначенных для продажи. Вторичная потребность (потребность второго уровня) представляет собой потребность в комплектующих узлах, деталях, сырье и материалах, необходимых в рамках производственной программы для выпуска готовых изделий. Третичная потребность (потребность третьего уровня) – это потребность во вспомогательных материалах и инструментах производственного назначения для выполнения производственной программы. Для определения объема потребности каждого вида целесообразно использовать соответствующие методы расчета.

Прогнозирование как *регулярного*, так и *нерегулярного потребления* может представлять собой довольно сложную задачу, причем в обоих случаях могут возникать периоды сезонного потребления, когда происходит периодическое увеличение или уменьшение спроса на запас в течение года. Потребность может быть обусловлена и случайными изменениями, что характерно для так называемого непредсказуемого или спорадического спроса. Кроме того, потребность в запасе может иметь зависимый и независимый характер. *Зависимый спрос* существует при наличии технологической (вертикальной) обусловленности закупок, производственного процесса или процесса потребления. Он может иметь и горизонтальную составляющую, если присутствует связанная потребность в нескольких технологически не связанных товарах, что возникает, как правило, при проведении рекламных компаний. Зависимый спрос определяется по спросу на основной продукт в соответствии с известными нормами применяемости или использования. *Независимый спрос* – это спрос, никак не связанный со спросом на другой товар, что характерно для рынка конечного потребления. Независимый спрос прогнозируется отдельно для каждого наименования товарно-материальных ресурсов [4].

При прогнозировании потребности в производственной сфере для определения искомой величины, как правило, используют нормативы расхода материалов, сырья и т.п. на единицу выпускаемой продукции исходя из планируемой производственной программы. Для расчета величины потребности при реализации товаров применяют следующие основные группы методов:

1 Статистические, использующие в качестве исходной информации полученные за предыдущие периоды времени данные об отгрузках (продажах и др.).

Прогнозирование потребности в запасе на основе статистических данных по группам используемых методов его разделяют на два класса:

- прогнозирование потребности по временным рядам;
- прогнозирование потребности по показателям (индикаторам).

Рассматриваемые статистические данные представляют в виде временного ряда – упорядоченных во времени наблюдений, которые производятся через равные промежутки времени и фиксируют объемы отгрузок запаса в ответ на заявленный спрос. На основе анализа временных рядов осуществляется прогнозирование на будущие периоды с учетом таких факторов как выявленные тенденции, сезонные изменения, нестабильность или случайные отклонения в работе.

Для прогнозирования потребности по временным рядам могут использоваться различные методы:

- метод простой средней, предусматривающий определение потребности в перспективе как среднее значение спроса за все предшествующие периоды времени;

– метод скользящего среднего, в соответствии с которым при расчете среднего значения учитывается только несколько последних значений спроса как наиболее отражающих складывающуюся ситуацию;

– метод взвешенного скользящего среднего, предполагающий учет значимости величин спроса, причем наибольший вес имеют его последние значения;

– метод экспоненциального сглаживания, являющийся одним из основных методов стохастических прогнозов и использующий наряду с фактическим значением спроса и экспоненциально взвешенную величину спроса за прошедший период, а также определенное значение параметра сглаживания.

В ситуациях, когда влияние случайных факторов не позволяет обеспечить необходимую точность прогноза при прогнозировании по данным временных рядов, применяют метод определения потребности в запасе по показателям (индикаторам), от которых зависит прогнозируемый спрос. В качестве таких индикаторов, оказывающих воздействие на спрос, используют: индекс оптовых цен; индекс потребительских цен; объем производства; уровень платежеспособности населения; процентные ставки за кредит и др. [4].

Для прогнозирования потребности в запасе по показателям (индикаторам) используют регрессионный анализ, основой которого является применение и сближение известных тенденций спроса (потребления) с помощью математических функций с их возможным экстраполированием на рассматриваемую перспективу. При этом в зависимости от характера кривой регрессии выделяют линейный и нелинейный регрессионный анализ.

2 Эвристические (экспертных оценок), основанные на опыте, знаниях специалистов в соответствующей области.

Прогнозирование потребности в запасе на основе экспертных оценок применяется, как правило, при невозможности использования по тем или иным причинам статистических данных и включает несколько этапов [4]:

- разработка программы экспертного оценивания;
- подбор экспертов;
- подготовка процедуры опроса;
- проведение опроса экспертов;
- обработка результатов опроса.

Точность прогноза существенно зависит от количества экспертов, методов их отбора, правильности формирования программы экспертного оценивания, качества обработки результатов экспертных оценок, что требует значительного времени и средств.

3 Комбинированный.

Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе представляет собой сочетание прогнозирования на основе статистических данных и экспертных оценок, что позволяет избежать недостатков каждого из этих подходов и использовать их преимущества. На практике при ис-

пользовании комбинированного метода полученный прогноз потребности в запасе на основе статистических данных анализируется специалистами или руководством организации, выступающими в качестве экспертов, и при необходимости может быть скорректирован.

Более подробно определение объема потребности в запасе при применении различных методов и с учетом значительного количества факторов рассматривается в литературе по управлению запасами, в частности [4, 9, 10].

Необходимо отметить, что от точности и достоверности прогнозов во многом зависит эффективность реализации логистических концепций и принципов.

2.2 Структура затрат на формирование и поддержание запасов. Определение затрат на закупку и на выполнение заказа

Затраты, обусловленные формированием и поддержанием запасов на необходимом уровне, являются важнейшей составной частью логистических издержек. При этом следует отметить, что существуют значительные проблемы выделения и учета составляющих затрат, связанных с управлением запасами.

Финансовые средства, связанные с формированием и содержанием запасов, на определенное время исключаются из оборота и не могут быть использованы для других инвестиционных направлений деятельности организации, не приносят доход. Снижение уровня наличных запасов позволяет уменьшить затраты на содержание запаса, но вызывает увеличение затрат на размещение заказов и транспортные расходы. Определение уровня запаса должно сопровождаться комплексной оценкой изменения связанных с этим решением статей затрат не только в сфере логистики, но и в иных областях деятельности субъекта хозяйствования, так как связанные с запасами затраты оказывают значительное влияние на эффективность его деятельности, финансовое положение, а следовательно, требуют надлежащего учета и анализа. Однако в отличие от других логистических издержек затраты, связанные с формированием и содержанием запасов, не находят полного отражения в балансе соответствующей организации и в отчете о прибылях и убытках. Статья «Запасы» находится в разделе активов баланса, но связанные с запасами затраты никак не отражены отдельной статьей [4].

Затраты на формирование и поддержание запасов включают:

1 *Затраты на закупку (приобретение) запаса* – это расходы финансовых ресурсов на непосредственную закупку у поставщика товарно-материальных ресурсов, формирующих запас.

2 *Затраты на пополнение запаса (выполнение заказа)* представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения пополнения запаса (выполнения заказа). Они включают затраты, связанные с осуществлением планирования, выполнением закупки соответствующих партий товарно-материальных ресурсов и последующим их контролем.

3 *Затраты на содержание (хранение) запаса* представляют собой расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для обеспечения сохранности и поддержания надлежащего качества товарно-материальных ресурсов, составляющих запас [4].

Следует отметить, что суммарно затраты на закупку (приобретение) запаса и затраты на пополнение запаса (выполнение заказа) фактически можно рассматривать как затраты на создание запаса, т.е. затраты, которые несет организация от момента оценки состояния и принятия решения о необходимости выдачи заказа на поставку товарно-материальных ресурсов до момента их поступления, приемки и оприходования.

Затраты на закупку запаса в объеме одного заказа определяются как произведение закупочной цены единицы товарно-материальных ресурсов и их количества, составляющего размер заказа. При этом указанная цена закупки может быть как постоянной, так и переменной в зависимости от отсутствия или наличия оптовых скидок, зависящих от величины заказа.

Очевидно, что если закупка осуществляется при отсутствии оптовых скидок, то цена единицы товарно-материальных ресурсов не изменяется, а рассматриваемые затраты возрастают или снижаются прямо пропорционально увеличению либо уменьшению объема заказа (партии закупки). При наличии оптовых скидок цена единицы товарно-материальных ресурсов зависит от величины заказа, а следовательно, в соответствии с ней периодически изменяются и затраты на закупку.

Необходимо отметить, что затраты на закупку составляют основную часть капитальных затрат, связанных с запасами. В капитальных затратах, как правило, учитываются также альтернативные затраты, формирующиеся в процессе хранения запаса, относящиеся к затратам на его содержание, и прибыль, которая могла быть получена при использовании финансовых ресурсов, вложенных в запас, в иных целях [4].

Затраты на пополнение запаса (выполнение заказа) – это расходы различных видов ресурсов, связанные с формированием, размещением и исполнением заказа. Они могут быть рассчитаны как произведение числа заказов в определенный период времени и затрат на выполнение заказа.

Затраты на выполнение одного заказа включают затраты:

- на подготовку заказа;
- размещение заказа;
- транспортировку заказа (если они не включены в цену единицы поступающих на склад товарно-материальных ресурсов и не входят таким образом в затраты на закупку запаса);
- приемку заказа.

В состав затрат на подготовку заказа входят следующие виды затрат:

- на выполнение анализа наличия и состояния запаса для определения необходимости пополнения запаса;
- по определению размера заказа;

- на осуществление анализа рыночной конъюнктуры для выбора поставщика;
- на проведение переговоров, направление предложений о закупке возможным поставщикам;
- по окончательному выбору поставщика и заключению договора на поставку товарно-материальных ресурсов;
- представительские, командировочные расходы;
- на оформление заказа и др.

Затраты на размещение заказа включают: затраты на направление заказа выбранному поставщику; затраты, связанные с взаимодействием с поставщиком для обеспечения своевременности и точности выполнения размещенного заказа и др.

В затраты на приемку заказа могут входить затраты:

- на слежение за продвижением заказанной партии в процессе ее транспортировки;
- осуществление количественного и качественного контроля поставленной партии товарно-материальных ресурсов;
- оформление при необходимости претензий;
- оформление документации по приему, регистрацию полученного заказа в компьютерной сети и др. [4].

Затраты на выполнение заказа могут принимать различные формы: заработная плата соответствующих работников, участвующих в выполнении операций, связанных с рассматриваемым видом затрат; оплата оборудования; расходы на используемые материалы; оплата услуг связи и др. При этом увеличение размера заказа приводит к уменьшению общих затрат на пополнение запаса.

2.3 Состав и определение затрат на содержание запаса

Затраты на содержание запаса – это расходы различных видов ресурсов, необходимых для обеспечения надлежащего количественного и качественного состояния запаса. Затраты на содержание запаса определяются как произведение среднего уровня запаса и затрат на содержание единицы запаса, причем, как правило, они прямо пропорционально зависят от размера заказа.

Средний уровень запаса в зависимости от конкретных условий рассчитывается различным образом. В общем случае он может быть определен как половина суммы остатка запаса на начало и на конец отчетного периода или как половина размера заказа. При учете наличия страхового запаса средний уровень запаса рассчитывается как сумма половины размера заказа и величины страхового запаса. При условии оценки затрат на содержание запаса в процентах от стоимости наличного запаса они определяются как произведение среднего уровня запаса, стоимости единицы запаса и затрат на содер-

жание единицы запаса, выраженных в процентах от ее стоимости [4].

К затратам на содержание запаса в звене цепей поставок могут быть отнесены следующие [4]:

1 **Затраты на содержание склада**, которые фактически представляют собой затраты, связанные с хранением запаса, и включают такие их виды, как:

- заработная плата складского персонала и других работников, обеспечивающих работу склада и хранение запаса;
- расходы на амортизацию (амортизационные отчисления) зданий, сооружений, оборудования, используемых для хранения запасов;
- расходы на ремонты зданий, сооружений, оборудования, используемых для хранения запасов;
- административные (управленческие) расходы, связанные со складским хранением запасов;
- расходы по учету запасов и проведению складских инвентаризаций;
- оплата коммунальных услуг, связанных со складским хранением запасов;
- стоимость аренды склада (при необходимости) и др.

В затратах на содержание склада в зависимости от его принадлежности выделяют постоянную и переменную (зависящую от объема запаса) составляющие. Содержание *собственного склада* организации в основном определяется постоянными затратами (административные (управленческие) расходы, амортизационные отчисления, оплата коммунальных услуг и др.), а переменные затраты имеют небольшой удельный вес и носят косвенный характер (заработная плата работников склада и др.). Постоянные затраты, не связанные в краткосрочном периоде с объемом хранящегося запаса, а связанные с предполагаемым максимальным объемом запаса, преобладающую долю составляют и при *аренде склада* организацией. В затратах же на содержание при работе со *складом общего пользования* наибольший удельный вес имеют переменные затраты, так как плата взимается в зависимости, как правило, от объема товарно-материальных ресурсов, принимаемых и отгружаемых складом, а также хранящихся на складе.

2 **Затраты на обеспечение движения запаса**, фактически представляющие собой затраты, связанные с его грузообработкой, в которые входят:

- расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных работ при обработке обслуживающих склад транспортных средств с поступающими и отгружаемыми заказами;
- заработная плата персонала, участвующего в приемке заказов на склад и отгрузке со склада;
- расходы на транспортировку из зоны приемки склада к месту хранения;
- расходы на складской товароноситель (при его использовании);
- расходы на транспортировку с места хранения в зону комплектации;
- расходы на упаковку и затаривание и др.

В расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных операций включает-ся заработная плата соответствующих работников, затраты на топливо и

электроэнергию для работы подъемно-транспортных машин и оборудования, расходы на их ремонты, амортизационные отчисления и др. В целом, затраты на обеспечение движения запаса являются в основном затратами на грузопереработку запаса и вследствие этого имеют переменный, зависящий от объема запаса характер.

Необходимо отметить, что рассмотренные виды затрат на содержание склада и на обеспечение движения запаса, приведенные в различной литературе, в ряде случаев тесно связаны и указанное выделение затрат на практике часто затруднительно. Например, при производстве погрузочно-разгрузочных работ с транспортными средствами и внутрискладской транспортировке могут использоваться одни и те же подъемно-транспортные машины и оборудование, задействоваться для выполнения этих операций одни и те же работники с соответствующей заработной платой.

3 Расходы на обслуживание запаса, которые включают:

- расходы на страхование;
- проценты за пользование банковским кредитом (в случае его использования для закупки товарно-материальных ресурсов при создании и пополнении запаса);
- уплата налогов и др.

Расходы на страхование пропорциональны стоимости запаса и количественной оценке соответствующих рисков его содержания. Плата (проценты) за пользование банковским кредитом рассчитывается исходя из средней величины запаса, доли кредитных средств в источниках финансирования создания или пополнения запаса, величине годовой процентной ставки и длительности периода кредитования. Размер уплачиваемых налогов определяется в соответствии с действующим налоговым законодательством, и, как правило, пропорционален величине запаса.

4 Стоимость рисков, связанных с содержанием запаса и обусловленных его физическим состоянием, включает [4]:

- потери от естественной убыли при хранении;
- порча в результате хранения;
- моральное старение;
- кражи.

Потери от естественной убыли приводят к уменьшению величины товарно-материальных ресурсов как при транспортировке, так и в процессе хранения, причем в последнем случае это может быть вызвано не только соответствующими их свойствами, но и условиями хранения. В процессе хранения товарно-материальные ресурсы могут также полностью или частично утрачивать свое качество, т.е. происходит их порча, и в результате – уценка, списание, уничтожение и т.д., а убытки не покрываются страхованием. Моральное старение выражается в том, что при хранении товарно-материальные ресурсы со временем теряют свои потребительские качества вследствие появления товаров-заменителей, новых видов товаров или новых

технологий, изменения требований потребителей, а в результате владелец вынужден снижать цену таких товаров, нести соответствующие убытки. Кражи представляют собой наиболее серьезный вид риска, связанного с запасами, и борьба с ними требует проведения комплекса работ по обеспечению безопасности хранения запаса [4]. Оценка стоимости рисков в денежной форме может производиться в том числе через расходы на страхование или через тарифы и ставки страховых премий.

5 **Альтернативные затраты**, или как их еще называют потери от иммобилизации оборотных средств, представляют собой финансовые затраты, замороженные (омертвленные) в приобретенных товарно-материальных ресурсах. При создании и пополнении запасов необходимые денежные средства исключаются из оборота, не могут быть направлены в другие сферы деятельности и не приносят соответствующий доход организации. Рассматриваемые затраты (неполученная прибыль) могут быть определены исходя из нормы рентабельности данного субъекта хозяйствования или процентной ставки по депозитным вкладам.

2.4 Определение оптимального размера заказа. Модификации модели Харриса – Уилсона

Движение запасов в общем случае выражается функцией, определяемой начальным запасом и условиями поступления и потребления товарно-материальных ресурсов. Основой оптимизации уровня запаса является расчет оптимального размера заказа, который представляет собой одну из важнейших характеристик поставок.

Для определения оптимального размера заказа в логистике широко используется формула, которая встречается в литературных источниках под различными названиями: Уилсона (наиболее распространенное) или Вильсона, экономичного размера заказа, *EOQ*, Харриса, Кампа, Харриса – Уилсона и др. Классическая модель Харриса – Уилсона позволяет установить оптимальные параметры управления запасами в идеальных условиях, когда все поставки имеют одинаковый объем и периодичность, потребление равномерно во времени, а доставка нового заказа осуществляется в момент, когда предыдущий полностью закончился. При этом учитываются только прямые явные издержки, связанные с запасами, которые представляют собой сумму затрат на закупку (приобретение) запаса, выполнение заказа и содержание (хранение) запаса.

Зависимость затрат от размера заказа представлена на рисунке 2.1. Из приведенного рисунка видно, что затраты на закупку не зависят от размера заказа (кривая 1); затраты на выполнение заказа с увеличением размера заказа уменьшаются, подчиняясь гиперболической зависимости (кривая 2); затраты на хранение партии поставки возрастают прямо пропорционально размеру заказа (линия 3); кривая общих затрат (кривая 4) имеет вогнутый характер, что говорит о наличии минимума, соответствующего оптималь-

ному размеру заказа (ОРЗ) [9]. Оптимальный размер заказа – это такой его размер, при котором суммарные издержки при формировании и содержании запасов принимают минимальное значение.

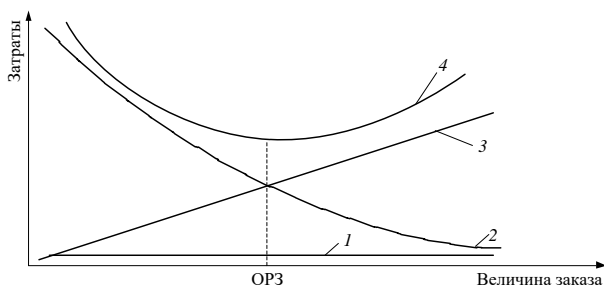


Рисунок 2.1 – Зависимость затрат от размера заказа

В соответствии с моделью Харриса – Уилсона затраты на выполнение заказа определяются по формуле

$$C_B = C_{в.е} \frac{S}{q}, \quad (2.1)$$

где $C_{в.е}$ – затраты на выполнение (поставку) одного заказа;

S – потребность (величина потребления или сбыта) в заказываемом товарно-материальном ресурсе за определенный период времени;

q – размер (величина) заказа.

Затраты на хранение

$$C_{xp} = C_{xp.е} \frac{q}{2}, \quad (2.2)$$

где $C_{xp.е}$ – затраты на хранение единицы запаса.

Тогда *основное уравнение* по определению суммарных прямых издержек при формировании и содержании запасов выглядит следующим образом:

$$C_c = ЦS + C_{в.е} \frac{S}{q} + C_{xp.е} \frac{q}{2}, \quad (2.3)$$

где $Ц$ – цена единицы заказываемого товарно-материального ресурса.

Оптимальный размер заказа по критерию минимизации суммарных затрат рассчитывается согласно модели Харриса – Уилсона по формуле

$$q_o = \sqrt{2 \frac{C_{в.е} S}{C_{xp.е}}}. \quad (2.4)$$

Необходимо отметить, что *использование формулы (2.4)* весьма *ограничено*, так как она основывается на большом количестве допущений и ограничений в использовании, к которым относятся следующие:

– рассмотренная модель Харриса – Уилсона применяется для одного наименования запаса;

- уровень спроса в течение рассматриваемого периода времени постоянный;
- интервал времени между поставками и время доставки постоянные;
- цены на закупку (приобретение) запаса и затраты на выполнение заказа постоянные;
- затраты на содержание (хранение) запаса определяются исходя из среднего уровня запаса, который принимается равным половине размера заказа;
- поставка каждого заказа осуществляется отдельной партией;
- вследствие постоянного темпа потребления и отгрузки приемка заказа производится в момент времени, когда уровень запаса равен нулю;
- поставка приходится на склад одновременно, т.е. в рамках одного учетного периода (мгновенная поставка);
- отсутствуют транспортный (транзитный), подготовительный, сезонный и страховой запасы, ограничения на производственные мощности склада, а также потери от дефицита [4].

Для получения более достоверного результата при расчетах оптимального размера заказа используются различные *модификации модели Харриса – Уилсона*, которые в большей степени соответствуют разнообразным ситуациям работы с запасами в современных условиях. Из общего числа таких модификаций, подробно рассматриваемых в различных литературных источниках (например, [4; 5; 9] и др.), можно выделить следующие:

1 *Модель, учитывающая потери от “замораживания” финансового капитала, вложенного в создание запасов.*

Для сокращения влияния негативного эффекта от “замораживания” денежных средств, вложенных в создание запасов, в совокупные издержки, связанные с их формированием и содержанием, дополнительно включают расходы, обусловленные потерями от недополучения дохода. В этом случае формула по определению оптимального размера заказа с учетом этих потерь приобретает следующий вид [5]:

$$q_0 = \sqrt{2 \frac{C_{в.е} S}{C_{хр.е} + E_{эф} Ц}}, \quad (2.5)$$

где $E_{эф}$ – коэффициент эффективности финансовых вложений за установленный период времени потребления величины S .

2 *Модель, учитывающая оптовые скидки.*

Оптовые скидки – это вид скидок с цены товара, предоставляемых в случае приобретения его в значительном количестве. При использовании оптовых скидок возможны две основные ситуации. Рассчитанный по формуле (2.5) размер заказа является оптимальным, если он будет находиться в пределах величины заказа, для которой действует оптовая скидка.

В том случае, когда на полученный по формуле (2.5) размер заказа не распространяется действие оптовой скидки, следует рассчитать издержки для полученного по формуле (2.5) размера заказа с учетом потерь от недо-

получения дохода, и для минимального размера заказа, с которого начинается действие оптовой скидки. Минимальный размер издержек при сравнении и позволяет определить оптимальный размер заказа [5].

3 Модель, учитывающая потери от дефицита.

При наличии дефицита работа с запасом может происходить по двум вариантам. В первом случае возникновение дефицита рассматривается как невозможность удовлетворения заявок на отгрузку запаса – потребителям отказывают и последующее восполнение запаса производится в прежних размерах. В ситуации с отложенным спросом при наличии дефицита выполнение заявки откладывается до момента получения следующей поставки, в размере которой учитывается величина возникшего за время выполнения заказа дефицита. Для определения оптимального размера заказа в ситуациях, допускающих дефицит, сравниваются затраты на содержание запаса с издержками в результате дефицита. Их соотношение и позволяет определить, насколько можно увеличить закупку для удовлетворения отложенного спроса [4].

4 Модель работы при многономенклатурных (многопродуктовых) поставках.

В практике хозяйственной деятельности присутствуют как однономенклатурные, так и многономенклатурные поставки, когда в одной партии поставки находится не одно, а несколько наименований товарно-материальных ресурсов. В этом случае доставка определенного наименования товарно-материального ресурса одновременно с другими позволяет сократить оптимальный размер его заказа по сравнению с однономенклатурной поставкой, однако сокращенный размер заказа должен быть в пределах потребления товарно-материального ресурса за время выполнения заказа.

5 Модель с постепенным пополнением.

Такая модель используется в том случае, когда допущение об одновременной приемке на склад поступившей партии поставки (мгновенная поставка) не может быть принято, например, вследствие поступления больших объемов при перевозках железнодорожным транспортом или при длительных процедурах приемки на склад. В этом случае оптимальный размер заказа должен быть увеличен по сравнению с рассчитываемым по формуле (2.4) таким образом, чтобы принимаемая в течение некоторого периода времени партия могла поддержать непрерывное потребление [4].

Определенные модификации модели Харриса – Уилсона применяются при оптимизации размера заказа и в других ситуациях, например, модель с учетом НДС или при доставке заказа за счет поставщика.

На практике управляемость размером заказа часто существенно ограничена, что может быть обусловлено такими причинами, как: введенная поставщиком минимальная норма отгрузки; грузоподъемность или вместимость используемого транспортного средства; определенное количество единиц товара, упакованных в транспортную тару, и др. Поэтому в практике хозяйственной деятельности достаточно часто необходима адаптация модели определения размера заказа к реальной ситуации.

3 МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

3.1 Модель управления запасами с фиксированным размером заказа

Для ситуации, когда отсутствуют отклонения от запланированных показателей и запасы потребляются равномерно, в теории управления запасами рассматриваются две основные модели управления запасами, которые решают поставленные задачи, соответствуя цели непрерывного обеспечения потребителя товарно-материальными ресурсами. Такими системами, которые подробно рассмотрены в соответствующей литературе, являются модели управления запасами:

- с фиксированным размером заказа;
- фиксированным интервалом времени между заказами.

В модели с фиксированным размером заказа (*Q*-модель) основной параметр – это размер заказа, который строго фиксирован и не изменяется ни при каких условиях. Он рассчитывается заранее и должен обеспечивать минимум суммарных издержек при формировании и содержании запасов, для чего используется соответствующая формула по определению оптимального размера заказа. В рассматриваемой модели поступление товарно-материальных ресурсов равными партиями осуществляется через различные интервалы времени, которые изменяются в зависимости от условий работы.

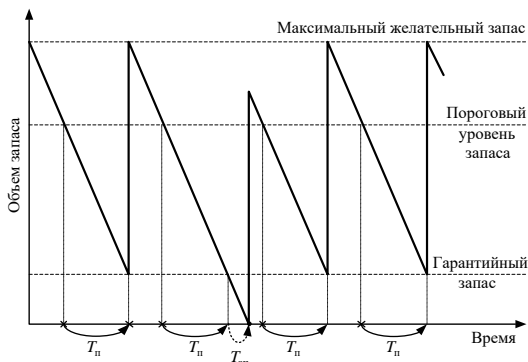
Исходными данными для расчета параметров модели являются: общая потребность в заказываемом товарно-материальном ресурсе; время поставки заказа; время возможной задержки поставки заказа; количество рабочих дней в рассматриваемом периоде; оптимальный размер заказа, который определяется заранее.

В данной модели после выполнения заказа в результате потребления соответствующего товарно-материального ресурса его запас уменьшается с максимального желательного уровня до определенного порогового уровня. Достижение запасом порогового уровня означает необходимость подачи очередного заказа на поставку. За планируемое время поставки запас уменьшается до гарантийного (страхового) уровня, который позволяет обеспечивать потребление на время возможной задержки поставки. При этом в качестве такой задержки поставки рассматривается максимально возможная задержка, в результате чего в этом случае расходуется весь гарантийный запас.

Восполнение гарантийного запаса производится в ходе последующих поставок, причем если поступивший заказ пополняет модель до уровня, кото-

рый ниже порогового, то в день поступления этого заказа производится новый заказ. Таким образом, модель в дальнейшем постепенно приводится в нормальное состояние, при условии, что задержек поставки в этот период не произойдет.

Графически функционирование модели управления запасами с фиксированным размером заказа показано на рисунке 3.1 [7].



Условные обозначения: T_p – время поставки; $T_{зп}$ – время задержки поставки; x – момент заказа

Рисунок 3.1 – График движения запасов в модели управления запасами с фиксированным размером заказа

Порядок расчета параметров модели управления запасами с фиксированным размером заказа следующий:

1 Важнейший параметр модели – оптимальный размер заказа – рассчитывается по соответствующей формуле (Харриса – Уилсона или ее модификациям).

2 Ожидаемое дневное потребление определяется как отношение потребности в товарно-материальном ресурсе за определенный период времени (S) к количеству рабочих дней в течение этого периода (N).

3 Срок расходования заказа рассчитывается как отношение оптимального размера заказа (ОРЗ) к ожидаемому дневному потреблению (ОДП).

4 Ожидаемое потребление за время поставки (выполнения заказа) определяется как произведение ОДП и времени (продолжительности) поставки (T_p).

5 Гарантийный запас рассчитывается как произведение ОДП и времени задержки поставки ($T_{зп}$).

6 Пороговый уровень запасов на складе определяется как сумма гарантийного запаса (ГЗ) и ожидаемого потребления за время поставки (ОП).

7 Максимальный желательный запас рассчитывается как сумма ОРЗ и гарантийного запаса (ГЗ).

Модель управления запасами с фиксированным размером заказа позволяет работать в условиях сравнительно небольшого запаса и экономить затраты на создание и содержание запасов за счет сокращения требуемых для этого финансовых ресурсов, а также потребности в складских площадях и персонале. Основным недостатком рассматриваемой модели состоит в необходимости постоянного контроля размера запасов, т.е. большой трудоемкости обслуживания.

Следовательно, условиями применения модели управления запасами с фиксированным размером заказа являются: значительные издержки при закупке и содержании запасов; большие потери вследствие отсутствия запасов в определенный момент времени; высокая степень неопределенности спроса на товарно-материальные ресурсы [8]. Рассматриваемая модель наиболее применима для управления запасами дорогостоящих товарно-материальных ресурсов, так как обеспечивает меньший средний размер запасов.

3.2 Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

В модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами (*P*-модель) они делаются в строго определенные моменты через равные промежутки времени. Определить такой интервал времени между заказами можно с учетом ОРЗ, рассчитываемого по формуле Харриса – Уилсона или ее модификациям.

Расчет интервала времени между заказами производится следующим образом:

$$I = N : \frac{S}{\text{ОРЗ}}, \quad (3.1)$$

где N – количество рабочих дней в году, дни;

S – потребность в заказываемом товарно-материальном ресурсе, т (шт.).

Полученный с помощью формулы (3.1) интервал времени между заказами может корректироваться, как правило, с округлением до целого числа дней.

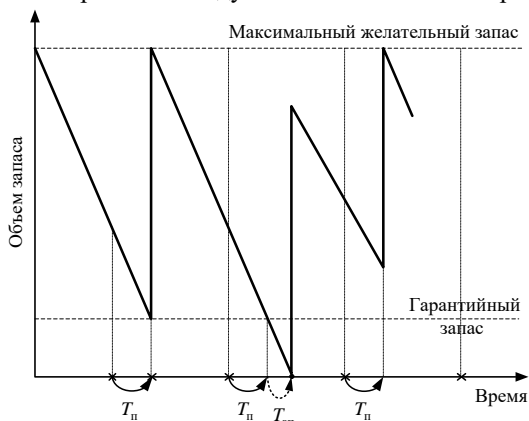
В рассматриваемой модели в отличие от предыдущей фиксированным является интервал времени между заказами, который не изменяется, а в качестве постоянно пересчитываемого параметра выступает размер заказа.

Исходными данными для расчета параметров модели являются: общая потребность в заказываемом товарно-материальном ресурсе; время поставки заказа; время возможной задержки поставки заказа; количество рабочих дней в рассматриваемом периоде; интервал времени между заказами, который определяется заранее. Таким образом, необходимые исходные данные для расчета рассматриваемой и предыдущей моделей управления запасами аналогичны за исключением последнего параметра (для модели с фиксированным размером заказа им является оптимальный размер заказа, а для модели с фиксированным интервалом времени между заказами – рассчитанный интервал).

В модели с фиксированным интервалом времени между заказами при нормальном функционировании (точное соответствие фактического потребления за время поставки ожидаемому и отсутствие задержки поставки) после выполнения заказа запас на складе достигает максимального желательного уровня. В результате потребления соответствующего товарно-материального ресурса его запас постепенно уменьшается до момента поступления очередной партии поставки, заказ каждой из которых производится через установленный интервал времени. Размер заказа позволяет обеспечить потребность на период от момента выдачи заказа поставщику до его поступления на склад, причем в этот момент запас на складе равен гарантийному (страховому) запасу.

Аналогично модели управления запасами с фиксированным размером заказа гарантийный (страховой) запас должен обеспечить потребность на время предполагаемой задержки поставки (под возможной задержкой поставки также подразумевается максимально возможная задержка), в результате чего в этом случае расходуется весь гарантийный запас. Восполнение гарантийного запаса производится в ходе последующих поставок через пересчет размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до максимального желательного уровня.

Графически функционирование модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами показано на рисунке 3.2 [7].



Условные обозначения:

T_p – время поставки; $T_{зп}$ – время задержки поставки; x – момент заказа

Рисунок 3.2 – График движения запасов в модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Порядок расчета параметров модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами следующий:

1 Интервал времени между заказами определяется по формуле (3.1), а используемый в этой формуле оптимальный размер заказа предварительно рассчитывается по соответствующей формуле (Харриса – Уилсона или ее модификациям).

2 Ожидаемое дневное потребление определяется как отношение потребности в товарно-материальном ресурсе за определенный период времени (S) к количеству рабочих дней в течение этого периода (N).

3 Ожидаемое потребление за время поставки (выполнения заказа) рассчитывается как произведение ОДП и $T_{п.}$

4 Гарантийный запас определяется как произведение ОДП и $T_{зп.}$

5 Максимальный желательный запас рассчитывается как ГЗ и произведение интервала времени между заказами (I) и ОДП.

6 Размер заказа

$$PЗ = MЖЗ - TЗ + ОП, \quad (3.2)$$

где MЖЗ – максимальный желательный запас;

TЗ – текущий размер запаса на складе на момент осуществления заказа;

ОП – ожидаемое потребление за время поставки (выполнения заказа).

В случае, если момент второго заказа наступил еще до поставки первой партии, размер которой не позволяет пополнить запас до максимального желательного уровня, то при расчете размера следующей партии поставки необходимо учитывать еще не поступивший заказ $PЗ_{n-1}$:

$$PЗ_n = MЖЗ - TЗ + ОП - PЗ_{n-1}. \quad (3.3)$$

Основным преимуществом модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами является отсутствие необходимости в постоянном контроле наличия запасов на складе. Важнейший недостаток модели связан с тем, что в этом случае, как правило, формируется более значительный запас, так как наличие товарно-материальных ресурсов должно быть достаточным для обеспечения потребления до момента следующей поставки через установленный интервал времени при возможном изменении скорости расходования запаса. Вследствие этого существенно увеличиваются затраты на содержание запаса по сравнению с моделью управления с фиксированным размером заказа.

3.3 Модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня

Для практической деятельности субъектов хозяйствования характерны, как правило, ситуации, связанные с отклонениями от стандартных для применения рассмотренных выше двух основных моделей управления запасами условий работы. В частности, может возникать несоответствие фактического потребления за время поставки ожидаемому, задержки поставок по различным причинам.

Для таких случаев рекомендуется использовать соответствующие *модели управления запасами в условиях изменяющейся потребности (гибридные модели)*, которые состоят из элементов двух основных моделей управления запасами. При этом различное сочетание элементов основных моделей управления запасами с учетом возможных изменений в их работе позволяет формировать значительное число моделей управления запасами, отвечающих самым разнообразным требованиям.

К наиболее распространенным гибридным моделям управления запасами относятся модель с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня и модель «минимум-максимум».

В основу *модели управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня* положена модель с фиксированным интервалом времени между заказами, предусматривающая направление поставщику очередных заказов через установленные промежутки времени. Однако при необходимости заказы производятся и при достижении запасом порогового уровня, что характерно для модели с фиксированным размером заказа. Таким образом, рассматриваемая модель включает элементы двух основных моделей управления запасами и позволяет учитывать не только возможность задержки поставки заказа, но и изменения темпов потребления по сравнению с запланированными, т.е. она ориентирована на работу при значительных колебаниях потребления.

Исходными данными для расчета параметров модели являются: общая потребность в заказываемом товарно-материальном ресурсе; время поставки заказа; время возможной задержки поставки заказа; количество рабочих дней в рассматриваемом периоде; интервал времени между заказами, который определяется заранее. Следовательно, необходимые исходные данные для расчета рассматриваемой модели управления запасами полностью аналогичны таким данным для модели с фиксированным интервалом времени между заказами.

В рассматриваемой модели с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня заказы подразделяются на два вида – основные (плановые) и дополнительные (внеплановые). При постоянном стабильном потреблении запас соответствующего товарно-материального ресурса постепенно уменьшается до момента поступления очередной партии поставки, заказ которой, относящийся к основным, производится через установленный интервал времени. В этом случае в момент выполнения заказа запас на складе достигает максимального желательного запаса, который представляет собой тот постоянный уровень, связанный с наиболее рациональной загрузкой площадей склада, пополнение до которого считается целесообразным.

Размер заказа позволяет обеспечить потребность на период от момента выдачи заказа поставщику до его поступления на склад, причем в этот момент запас на складе равен гарантийному (страховому) запасу.

Аналогично двум основным моделям управления запасами гарантийный (страховой) запас должен обеспечить потребность на время предполагаемой задержки поставки (под возможной задержкой поставки также подразумевается максимально возможная задержка), в результате чего в этом случае расходуется весь гарантийный запас. Как и в модели с фиксированным интервалом времени между заказами выполнение гарантийного запаса выполняется в ходе последующих поставок через пересчет размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до максимального желательного уровня.

При увеличении темпов потребления по сравнению с запланированными возникает необходимость осуществления дополнительных заказов. Дополнительные заказы в рассматриваемой модели производятся при снижении запаса до порогового уровня, т.е. параметра, характерного для модели управления запасами с фиксированным размером заказа. Величина порогового уровня также определяется исходя из значения ожидаемого дневного потребления таким образом, что поступление дополнительного заказа происходит в момент снижения текущего запаса до гарантийного уровня. Использование дополнительных заказов в модели позволяет устранить возможный дефицит при изменении условий работы и обеспечить пополнение запаса до максимального желательного уровня.

Постоянно рассчитываемым параметром рассматриваемой модели управления запасами является размер заказа, определение которого осуществляется на основе ожидаемого потребления за время поставки (выполнения заказа).

Порядок расчета параметров модели управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня следующий:

1 Интервал времени между заказами определяется по формуле (3.1), а используемый в этой формуле оптимальный размер заказа предварительно рассчитывается по соответствующей формуле (Харриса – Уилсона или ее модификациям).

2 Ожидаемое дневное потребление определяется как отношение потребности в товарно-материальном ресурсе за определенный период времени S к количеству рабочих дней в течение этого периода N .

3 Ожидаемое потребление за время поставки (выполнения заказа) рассчитывается как произведение ОДП и времени (продолжительности) поставки $T_{п}$.

4 Гарантийный запас определяется как произведение ОДП и времени задержки поставки $T_{зп}$.

5 Пороговый уровень запаса на складе (ПУ) определяется как сумма ГЗ и ОП.

6 Максимальный желательный запас рассчитывается как сумма ГЗ и произведения интервала времени между заказами I и ОДП.

7 Размер заказа определяется по формуле (3.2) (основные заказы – через установленные интервалы времени между ними) или по формуле (3.4) (дополнительные заказы – в момент достижения порогового уровня):

$$PЗ = МЖЗ - ПУ + ОП. \quad (3.4)$$

В случае, если момент поступления на склад дополнительного заказа наступает не ранее фиксированного момента времени выдачи (направления) поставщику следующего основного заказа, то при расчете размера такого основного заказа должен учитываться также еще не поступивший дополнительный заказ ($PЗ_{n-1}$), т.е. использоваться для расчета формула (3.3).

Таким образом, можно отметить, что расчет параметров модели управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня аналогичен расчету для модели с фиксированным интервалом времени между заказами за исключением порогового уровня запаса, определяемого, как и для модели с фиксированным размером заказа.

Основными преимуществами рассматриваемой модели являются возможность учета изменения темпов потребления по сравнению с запланированными и обеспечение отсутствия дефицита. Важнейшие недостатки обусловлены наличием в ее составе элементов двух основных моделей: необходимость постоянного контроля уровня запасов на складе (модель с фиксированным размером заказа) и увеличение затрат на хранение (модель с фиксированным интервалом времени между заказами).

3.4 Модель управления запасами «минимум – максимум»

В модели «минимум – максимум» используются как постоянные промежутки времени между заказами, характерные для модели с фиксированным интервалом времени между заказами, так и отслеживание определенного порогового уровня для выдачи заказа на поставку аналогично модели с фиксированным размером заказа. Таким образом, как и предыдущая, рассмотренная модель включает элементы двух основных моделей управления запасами, но она работает только с двумя уровнями запасов – минимальным и максимальным, что и отражено в ее названии.

Модель «минимум – максимум» может применяться в тех случаях, когда затраты на учет запасов и издержки на выполнение заказа, включая его оформление и доставку, являются соизмеримыми с потерями от дефицита составляющих запас товарно-материальных ресурсов.

Исходные данные для расчета параметров модели аналогичны исходным данным для модели с фиксированным интервалом времени между заказами: общая потребность в заказываемом товарно-материальном ресурсе; время поставки заказа; время возможной задержки поставки заказа; количество рабочих дней в рассматриваемом периоде; интервал времени между заказами.

В модели «минимум – максимум» также заранее на основе расчетов и экспертных оценок устанавливаются интервалы времени между заказами. Однако заказ производится не через каждый заданный промежуток времени, а только при условии, что запасы на складе в этот момент не превышают установленного минимального уровня, в качестве которого рассматривается определенный пороговый уровень по аналогии с моделью управления запасами с фиксированным размером заказа. При этом отличие состоит в том, что при расчете минимального уровня запаса необходимо учитывать не только ожидаемое потребление за время выполнения заказа и уровень гарантийного запаса, но и возможное отклонение потребности от запланированной величины [4].

В том случае, если при достижении установленного момента времени для выдачи очередного заказа размер наличного запаса превышает пороговый уровень, заказ на поставку не оформляется, осуществляется дальнейшее отслеживание порогового уровня, а направление заказа поставщику производится только через заданный интервал времени при соблюдении указанного выше условия для выдачи заказа.

Постоянно рассчитываемым параметром модели «минимум – максимум» является размер заказа. При этом в случае выдачи заказа его размер определяется так, чтобы поставка пополнила запас до максимального желательного уровня, который и выполняет роль максимального уровня запасов. Максимальный желательный запас, как и для модели с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня, косвенно (через интервал времени между заказами) связан с наиболее рациональной загрузкой площадей склада.

Модель «минимум – максимум» единственная из рассмотренных ранее моделей, допускающая дефицит запасов по экономическим соображениям, но также учитывающая возможность задержки поставки через параметр гарантийного запаса, который позволяет обеспечивать потребителя в случае предполагаемой задержки поставки.

Порядок расчета параметров модели управления запасами «минимум – максимум» следующий:

1 Интервал времени между заказами определяется по формуле (3.1), а используемый в этой формуле оптимальный размер заказа предварительно рассчитывается по соответствующей формуле (Харриса – Уилсона или ее модификациям).

2 Ожидаемое дневное потребление определяется как отношение потребности в товарно-материальном ресурсе за определенный период времени S к количеству рабочих дней в течение этого периода N .

3 Ожидаемое потребление за время поставки (выполнения заказа) рассчитывается как произведение ОДП и времени (продолжительности) поставки $T_{п}$.

4 Гарантийный запас определяется как произведение ОДП и времени задержки поставки $T_{зп}$.

5 Пороговый уровень запаса на складе (ПУ) определяется как сумма ГЗ и ОП или произведение ОДП и суммы времени (продолжительности) поставки $T_{п}$ и задержки поставки $T_{зп}$.

6 Максимальный желательный запас рассчитывается как сумма ГЗ и произведения интервала времени между заказами I и ОДП или произведение ОДП и суммы времени задержки поставки $T_{зп}$ и интервала времени между заказами I .

7 Размер заказа определяется по формуле (3.2) или (3.3).

Таким образом, расчет параметров модели управления запасами «минимум – максимум» аналогичен расчету для модели с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня за исключением особенностей определения размера заказа.

Модель «минимум – максимум» позволяет учитывать отклонения от запланированных величин как в поставках, так и в потреблении, однако в отличие от всех остальных рассмотренных моделей управления запасами она допускает возможность возникновения в определенный момент дефицита товарно-материальных ресурсов, составляющих запас.

Необходимо отметить, что проектирование моделей управления запасами в условиях неопределенности, которая предполагает наличие не только изменений объема потребности в запасе и времени выполнения заказа, но и некоторого, отличающегося от полного, уровня удовлетворения потребности в запасе, осуществляется на основе использования теории вероятностей.

4 УПРАВЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ ПОЗИЦИЙ ЗАПАСОВ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

4.1 Сущность и принципы *ABC*-классификации запасов

Запасы, как правило, значительно различаются по своей востребованности, стоимости единицы и другим параметрам, а рассмотренные выше модели управления запасами имеют разные характеристики по затратам, надежности функционирования, обеспечения определенного уровня обслуживания. Поэтому при определении эффективной логистической системы управления запасами выполняются подготовка исходных данных для проектирования такой системы и анализ всего товарного ассортимента.

Для контроля и управления запасами в логистике широко используется *ABC*-анализ, являющийся по существу модификацией принципа (правила) Парето, которое в этом случае в общем виде может быть сформулировано как следующее соотношение – на 20 % общего количества наименований запаса приходится 80 % их стоимости. Применительно к запасам на складах *ABC*-анализ представляет собой способ формирования запасов и контроля за их состоянием, в соответствии с которым вся номенклатура составляющих запас товарно-материальных ресурсов подразделяется на три неравноценных подмножества *A*, *B* и *C* на основании определенного критерия.

При выполнении *ABC*-классификации запасов первоначально осуществляется определение критерия такой классификации, которым может быть: цена закупки; доход или прибыль от продаж, их рентабельность; величина спроса за определенный период времени; доля в обороте; средний уровень запаса; доля прибыли; доля в созданных запасах; скорость оборота запаса и др. [4].

Необходимо отметить, что в качестве критерия классификации для управления различными группами позиций запасов при применении *ABC*-анализа используют, как правило, соотношение количества наименований запасов и их доли в общем обороте организации или денежную (стоимостную) форму. В последнем случае запасы по стоимости можно разделить на три группы, количество номенклатурных позиций в каждой из которых значительно отличается. Такое распределение запасов по *ABC*-классификации (рисунок 4.1) обычно выглядит следующим образом:

– группа *A* – дорогостоящие, наиболее ценные товары, которые составляют в общей стоимости около 80 %, а по количеству номенклатурных по-

зий – около 20 %. Положения номенклатуры, отнесенные к группе *A*, являются немногочисленными, но на них приходится преобладающая часть денежных средств, вложенных в запасы. Это группа высшего приоритета с точки зрения обеспечения максимально точного прогноза, определения величины заказа по каждой номенклатурной позиции, затрат на доставку и хранение, осуществления тщательного контроля уровня запаса, точного учета информации;

– группа *B* – товары со средней стоимостью, которые составляют в общей стоимости около 15 %, а по количеству номенклатурных позиций – около 30 %. К группе *B* относятся позиции номенклатуры, занимающие среднее положение в формировании запасов на складе. По сравнению с номенклатурными позициями группы *A* они требуют меньшего внимания и предусматривают обычный порядок управления запасами, использование экономичного размера заказа, обычный контроль текущего и страхового запасов на складе;

– группа *C* – товары с низкой стоимостью, самые дешевые и самые массовые, которые составляют в общей стоимости около 5 %, а по количеству номенклатурных позиций – около 50 %. К группе *C*, являющейся группой низшего приоритета, относят позиции номенклатуры, включающие большую часть запасов, однако на их долю приходится незначительная часть денежных средств, вложенных в запасы. Для данной группы характерны упрощенный расчет параметров, времени и объемов заказа, редкие поставки, минимальный контроль состояния запасов, отсутствие или незначительный учет информации.

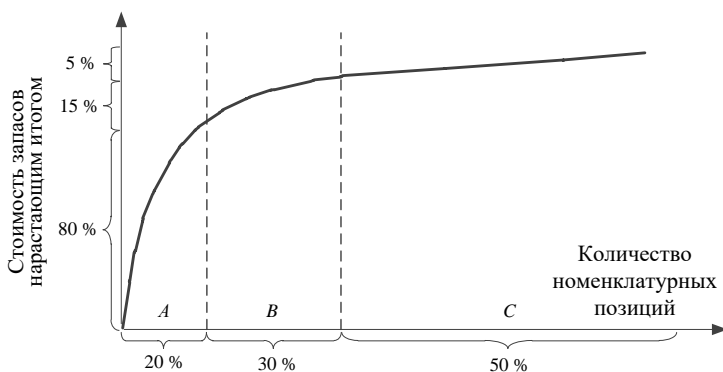


Рисунок 4.1 – Кривая *ABC*-распределения

Необходимо отметить, что в ряде случаев в качестве критерия *ABC*-классификации рекомендуют использовать величину потребления в натуральном выражении, а *ABC*-анализ не применять напрямую к общей товарной номенклатуре склада (разнородным товарно-материальным ресурсам)

[5]. Поэтому первоначально вся номенклатура склада разбивается на ассортиментные группы товарно-материальных ресурсов, в пределах каждой отдельной ассортиментной группы осуществляется разбивка на группы *A*, *B* и *C*, а затем формируются группы *A*, *B* и *C* в пределах номенклатуры запасов склада путем объединения соответствующих групп по всем ассортиментным группам (группам однородных товарно-материальных ресурсов).

В соответствии с *ABC*-классификацией рекомендуется использование следующих моделей управления запасами:

- для группы *A* – модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня, модель управления запасами с фиксированным размером заказа или их модификации;

- группы *B* – модель управления запасами с фиксированным размером заказа, модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами или их модификации;

- группы *C* – модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами, модель управления запасами «минимум – максимум», модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня или их модификации [3].

Современный подход к ABC-классификации характеризуется существенными изменениями на всех этапах реализации метода *ABC*. Так, на первом этапе *ABC*-классификации (определение критерия классификации) в настоящее время недостаточно ограничиваться одним критерием, а следует учитывать от двух до четырех критериев, тесно связанных с реализуемой субъектом хозяйствования стратегией. На втором этапе *ABC*-классификации (расчет нарастающего итога значения критерия классификации) выбор направления классификации (по возрастанию или по убыванию) должен определяться экономическим содержанием критерия классификации. Особенностью реализации *третьего этапа* (выделение групп классификации) является то, что популярное соотношение 80:20 не должно применяться автоматически при проведении *ABC*-классификации в управлении запасами. Целесообразно использовать экспертный или эмпирический подход для определения границ групп классификаций, при которых рекомендуемые значения определяются специалистами исходя из особенностей сферы хозяйственной деятельности и группы номенклатуры. Широко используется на этом этапе также метод построения кумулятивной кривой (линии нарастающего удельного веса) [4].

Таким образом, следует отметить, что в настоящее время отсутствует общепринятый подход к определению границ номенклатурных групп и наблюдается широкий диапазон значений для них в различных литературных источниках (от 5 и до 30 %), что значительно снижает эффективность метода *ABC* и усложняет его практическую реализацию.

В ряде случаев на практике возникает необходимость увеличения количества групп классификации. В таких ситуациях целесообразно использовать *ABCD*-классификацию запасов, которая характеризуется выделением дополнительно из группы *C* отдельной группы *D*. Группа *D* включает номенклатурные позиции товарно-материальных ресурсов с длительным временем не изменяющимися показателями (в частности, это могут быть неликвидные (устаревшие) запасы). Номенклатурные позиции, включаемые в группу *D*, исключаются из общей совокупности и при этом изменяется только количество членов рассматриваемой выборки, что не создает существенных трудностей при применении *ABCD*-классификации запасов.

4.2 Сущность и принципы *XYZ* -классификации запасов.

Использование матрицы *ABC* – *XYZ* при управлении запасами

При управлении запасами важными факторами являются характер потребления запасов, а также точность прогнозирования изменения их потребности, которые не учитываются при проведении *ABC*-анализа. Поэтому для повышения эффективности управления запасами используется метод, базирующийся на более сложном рассмотрении характеристик потребления товарно-материальных ресурсов и предусматривающий выполнение первоначально *ABC*-, а затем *XYZ*-анализа.

Метод *XYZ* представляет собой дополнение к классификации номенклатурных групп запасов методом *ABC*, причем качественной характеристикой номенклатурных позиций в этом случае является скорость потребления запасов, прогнозируемость которого оценивается с помощью коэффициента вариации спроса на товарно-материальные ресурсы.

При осуществлении *XYZ*-анализа производится разделение запасов на три номенклатурные группы в зависимости от степени равномерности спроса и точности прогнозирования. Принципиальное отличие метода *XYZ* от метода *ABC* состоит в том, что анализируются количественные показатели, представленные, как правило, в виде динамического ряда для каждой *i*-й номенклатурной позиции.

После расчета коэффициента вариации для всех номенклатурных позиций запасов их необходимо упорядочить по соответствующим группам *X*, *Y* и *Z*. Процедура отнесения той или иной номенклатурной позиции запасов к соответствующей группе сводится к сравнению рассчитанного коэффициента вариации с предлагаемыми для определенной группы *XYZ*-классификации значениями.

В соответствии с *XYZ*-классификацией запасов, указанной в различных литературных источниках:

X – это группа товарно-материальных ресурсов, характеризующаяся *стабильной величиной потребления и высокой точностью прогноза срока по-*

требления (номенклатурные позиции, динамические ряды которых равномерны или колеблются незначительно). В классическом виде коэффициент вариации их потребления (спроса) изменяется от 0 до 10 % включительно;

Y – это товарно-материальные ресурсы, потребность в которых *характеризуется известными тенденциями* (например, сезонные колебания) и *средней точностью прогнозирования* изменений потребности (номенклатурные позиции, у динамических рядов которых наблюдаются значительные колебания). Коэффициент вариации их потребления (спроса), как правило, рекомендуется принимать в пределах от 10 до 25 % включительно;

Z – это группа товарно-материальных ресурсов, которые *используются нерегулярно*, величину их потребления *прогнозировать сложно* (номенклатурные позиции, которые характеризуются нерегулярными (эпизодически) отклонениями значений динамического ряда). Коэффициент вариации их потребления (спроса) составляет свыше 25 %.

Рекомендации по управлению группами запаса *XYZ* сводятся к следующему в отношении товарно-материальных ресурсов:

– группы *X* наиболее целесообразно осуществление закупок, близких к схеме «точно в срок», с учетом формирования соответствующих отношений с поставщиками, синхронно с потреблением, т.е. стратегия *минимизации* запасов;

– группы *Y* следует обеспечивать создание полноценных запасов, которые должны обеспечивать заданный уровень обслуживания потребителей при минимуме общих затрат на формирование и хранение запасов, т.е. стратегию *оптимизации* уровня запасов;

– группы *Z*, для которых прогноз потребления имеет очень низкую точность, вследствие отсутствия необходимой расчетной базы оптимизационный подход к управлению запасами непригоден. В этом случае возможна *минимизация или максимизация* запаса, а выбор решения основывается, как правило, на субъективно определяемом наборе учитываемых факторов и опыте руководителей [4].

Объединение результатов *ABC*- и *XYZ*-классификаций является важным инструментом для определения стратегии управления запасами. Оно позволяет разбить запасы на девять блоков, каждый из которых имеет две характеристики: величина (стоимость) запасов и точность прогнозирования потребности в них. Для этого в соответствующую клетку матрицы (таблица 4.1) вносятся номера (наименования) товарно-материальных ресурсов, относящихся к двум соответствующим группам, например, группам *A* и *X*. При этом не все клетки матрицы могут быть заполнены, так как если в *ABC*-классификации наличие всех трех групп обязательно, то при *XYZ*-классификации вполне возможно отсутствие одной или двух групп.

В результате составленная матрица *ABC* – *XYZ*-анализа позволяет на основании характеристики формируемых запасов по двум важнейшим показате-

телям (величине (стоимости) запасов и прогнозируемости их потребления) осуществлять экономически целесообразный выбор системы управления запасами для соответствующих наименований запасов.

Таблица 4.1 – Матрица $ABC - XYZ$ -анализа

Категории	X	Y	Z
A	AX	AY	AZ
B	BX	BY	BZ
C	CX	CY	CZ

Так, для товарных позиций группы C (категории CX , CY , CZ), реализация которых приносит минимальные доходы или имеющих незначительную величину потребления, затраты на формирование и содержание запасов являются соизмеримыми с потерями от дефицита запасов. Поэтому для таких запасов целесообразно применять модель управления запасами «минимум – максимум». Однако особого внимания в этом случае вследствие постоянного характера потребления требуют товарные позиции категории CX .

Для категорий AX , AY , BX , BY , характеризующихся высокой и средней точностью прогнозирования, а также позволяющих получать наиболее значительные доходы или имеющих наибольшую величину потребления, следует использовать одну из двух основных моделей управления запасами.

Для категорий AZ , BZ , характеризующихся низкой точностью прогноза потребления, но при этом значительной величиной, требуется формирование существенного резервного запаса, и наиболее подходящей является модель управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня. В целом для группы Z при совмещении с ABC -классификацией возможна комбинация подходов минимизации и максимизации в зависимости от групп A , B и C .

Необходимо отметить, что при анализе матрицы $ABC - XYZ$ важно учитывать и этапы жизненного цикла товарно-материальных ресурсов запаса.

4.3 Проектирование алгоритма управления запасами в цепях поставок

Основные проблемы, связанные с управлением запасами, заключаются: в многообразии видов запасов; большом числе факторов, влияющих на размер заказа; значительном количестве параметров, по которым требуется принимать решения при управлении запасами. Проектирование алгоритма управления запасами в цепях поставок является одной из стадий процедуры управления запасами и включает следующие этапы [4, 7]:

1 Подготовка исходных данных для проектирования логистической системы управления запасами и определение оптимального размера заказа.

2 Имитация движения запаса при использовании модели с фиксированным размером заказа.

3 Имитация движения запаса при использовании модели управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

4 Сравнение поведения запаса по результатам этапов 2 и 3.

5 Формулирование основных и дополнительных правил принятия решений по управлению запасами.

6 Разработка инструкции или технического задания на основе разработанного на этапе 5 алгоритма.

На *первом этапе* проектирования алгоритма управления запасами на основе экспертного опроса специалистов и планируемых объемов работы определяются необходимые исходные данные для проектирования системы управления запасами.

На основании полученных исходных данных о входящих и выходящих материальных потоках рассчитывается или определяется с использованием экспертных оценок оптимальный размер заказа, необходимый для восполнения запаса.

На *втором этапе* осуществляется моделирование поведения системы управления запасами с фиксированным размером заказа. Первоначально для этого производится расчет параметров такой модели. На основе полученных параметров выполняется построение графиков движения запаса для случаев:

- отсутствия задержек поставок;
- наличия единичного сбоя поставки;
- наличия неоднократных сбоев поставок.

Для случаев единичного и неоднократных сбоев поставок необходимо оценить срок возврата рассматриваемой модели в нормальное состояние, т.е. с наличием полного объема страхового запаса.

Далее для случая единичного сбоя поставки требуется определить максимальный срок задержки поставки, который может выдержать модель без перехода в состояние дефицита. Для случая неоднократных сбоев поставок определяется максимальное число сбоев поставок и максимальный срок неоднократной задержки поставки, которые может выдержать модель без перехода в состояние дефицита.

На *третьем этапе* осуществляется моделирование поведения системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами. Первоначально для этого производится расчет параметров такой модели. На основе полученных параметров, как и на втором этапе, выполняется построение графиков движения запаса для тех же случаев, которые рассмотрены на втором этапе.

Аналогично второму этапу для случаев единичного и неоднократных сбоев поставок необходимо оценить срок возврата рассматриваемой модели в нормальное состояние, т.е. с наличием полного объема страхового запаса.

Далее для случая единичного сбоя поставки требуется определить максимальный срок задержки поставки, который может выдержать модель без перехода в состояние дефицита. Для случая неоднократных сбоев поставок определяется максимальное число сбоев поставок и максимальный срок неоднократной задержки поставки, который может выдержать модель без перехода в состояние дефицита.

На *четвертом этапе* на основании полученных на предыдущих этапах результатов производится сравнение двух анализируемых классических моделей управления запасами и определяется, какая из них работает более эффективно в конкретных условиях.

На *пятом этапе* для выбранной на предыдущем этапе из двух основных рассмотренных моделей управления запасами рассматривается возможность появления сбоев в потреблении запаса и осуществляется построение графиков движения запаса в соответствующих ситуациях. По результатам анализа в качестве более эффективной может быть принята и одна из моделей управления запасами в условиях изменяющейся потребности (гибридных моделей).

На основе проведенного моделирования и выбора модели управления запасами определяются правила, которые могут быть положены в основу разработки нового алгоритма работы с запасом, и рекомендации по поддержанию модели в нормальном состоянии, т.е. с наличием полного объема страхового запаса. В результате формируется алгоритм управления запасами, в наибольшей степени отвечающий конкретным условиям работы.

На *шестом этапе*, который является завершающим, разрабатывается инструкция по принятию решений по управлению запасами. Такая инструкция предназначена для работников, ведущих учет, контроль и управление запасами. Она должна содержать блок-схему алгоритма действий и конкретные указания по определению моментов заказа и размеров заказа для каждого возможного случая функционирования системы запасов.

Эффективное управление запасами невозможно без надлежащего учета и контроля их состояния, что обусловлено увеличением издержек в случае выхода фактического размера запаса за предусмотренные нормами границы. *Контроль состояния запасов* можно определить как техническое средство реализации политики управления запасами, представляющее собой оценку уровня наличных запасов по сравнению с нормативным и регулирование запасов путем принятия оперативных мер для устранения несоответствий.

Процесс *непрерывного контроля* (модель управления запасами с фиксированным размером заказа) предусматривает постоянный точный учет движения всего выделенного номенклатурного ассортимента запаса и ежедневное определение потребности в его пополнении. При этом методе контроля, который обеспечивает непрерывное отслеживание уровня запасов, важнейшими параметрами являются точка заказа и размер заказа, так как заказ на

пополнение контролируемой номенклатурной единицы запаса направляется поставщику при достижении точки заказа.

Процесс *периодического контроля* (модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами) позволяет проводить проверку состояния запасов регулярно через определенные промежутки времени (раз в неделю, декаду или месяц). В результате того, что контроль осуществляется со значительными интервалами, к моменту осуществления очередной проверки уровень запаса контролируемой номенклатурной единицы может оказаться меньше установленного в соответствующей точке заказа, поэтому она должна корректироваться с учетом промежутков времени между проведением контрольных проверок.

В настоящее время важнейшая роль в обеспечении качественного учета и контроля запасов принадлежит современным информационным системам, в состав которых входят ИТ-инфраструктура и ИТ-сервисы, предоставляемые на ее основе. ИТ-инфраструктура формируется из совокупности компьютерного, телекоммуникационного, технологического оборудования и программного обеспечения. Она позволяет получать своевременную и качественную информацию о состоянии запасов, планировать и прогнозировать их изменение, принимать эффективные управленческие решения на основе достоверных данных.

4.4 Логистические системы управления запасами

Логистическая технология *VMI (Vendor Managed Inventory)* предусматривает оптимизацию функционирования цепи поставок, при которой поставщик имеет доступ к данным о запасах потребителя и отвечает за поддержание их уровня, требуемого для клиента.

Таким образом, *VMI* – это вертикальная кооперация потребителей с поставщиками в области управления запасами, а также концепция улучшения функционирования цепи поставок, когда поставщик получает доступ к информации о потребностях (спросе) своего клиента. В результате формируется система, при которой запасы контролируются, планируются и управляются поставщиком на основании ожидаемого объема спроса и, как правило, заранее согласованных минимальных и максимальных уровней запасов.

Концепция *VMI* может быть реализована по различным вариантам, наиболее простой из которых, когда поставщик осуществляет регулярные поставки и пополняет запасы до заранее определенного потребителем уровня. Частным случаем *VMI* является консигнация, т.е. размещение товаров у заказчика без получения за них оплаты до момента их использования или продажи заказчиком. Более полный вариант реализации концепции *VMI* предусматривает доступ поставщика к складской базе данных потребителя и выполнение самостоятельного анализа и принятия решения им о номен-

клатуре и размере поставляемых клиенту партий, т.е. поставщик отвечает за весь процесс пополнения запасов. При этом возможно постоянное присутствие представителя поставщика непосредственно у заказчика.

Ключевые элементы технологии *VMI* [12]:

– *местоположение запасов*, которые могут находиться как у потребителя, так и на складах поставщика (логистического посредника);

– *прозрачность информации* предусматривает возможность для поставщика выполнять мониторинг запасов и обладать доступом к определяющей дальнейший спрос со стороны потребителя информации;

– *система пополнения запасов* – определение категорий (номенклатуры) товаров, снабжение которыми будет осуществляться по технологии *VMI*, согласование размера партии и периодичности поставки, процедуры возврата невостребованных товаров;

– *условия взаиморасчетов* – определение момента и порядка передачи права собственности на товар, соглашение о гарантиях и санкциях за невыполнение договоренностей.

К важнейшим преимуществам технологии *VMI* относят:

1) сокращение длины логистической цепи, увеличение прозрачности и сокращение сроков поставок;

2) улучшение уровня обслуживания на основании наличия актуальной информации о состоянии запасов клиента;

3) снижение неопределенности спроса;

4) экономия затрат на содержание и пополнение запасов за счет уменьшения их уровня, сокращения расходов на управление заказами и организацию процесса пополнения запасов;

5) увеличение объема и рентабельности продаж.

Следует отметить, что технология *VMI* имеет и определенные недостатки, которые для потребителей связаны с необходимостью передачи поставщику конфиденциальной информации, а также повышением рисков вследствие более значительной зависимости от поставщиков. В свою очередь, недостатки для поставщиков выражаются в ухудшении их положения по сравнению с потребителями при пополнении запасов, что обусловлено появлением дополнительных затрат и снижением оборачиваемости капитала.

В зависимости от используемого подхода к управлению запасами существует несколько типов систем управления запасами:

– реактивные (вытягивающие) системы;

– плановые (толкающие) системы;

– комбинированные (адаптивные) системы.

Реактивные системы управления запасами основаны на концепции «вытягивания», заключающейся в том, что потребительский спрос буквально вытягивает соответствующий продукт через канал распределения от производителя к конечному потребителю. В таких системах отсутствует

необходимость в сложном механизме планирования, так как производственный процесс, характеризующийся значительной гибкостью, ориентируется на реальный платежеспособный спрос.

Реактивная система управления запасами основана на следующих предпосылках:

- все потребители, рынки и продукты в равной мере участвуют в формировании прибыли;

- отсутствие ограничений, обусловленных имеющимися производственными или складскими мощностями;

- неограниченное наличие продукции у поставщиков, т.е. отсутствие ограничений, связанных с действующими мощностями и доступностью;

- продолжительность каждого функционального цикла предсказуема и не зависит от других циклов;

- наличие стабильного и неизменного по структуре потребительского спроса;

- не существует корреляции между спросом и продолжительностью функционального цикла;

- определение временных и количественных параметров пополнения запасов, включая и источники поставок, выполняется для каждого распределительного центра отдельно, независимо от других.

Таким образом, возникают проблемы, которые заключаются в чрезмерно упрощенном представлении о структуре и динамике спроса, ориентации на «неограниченную» доступность продуктов и производственных мощностей, отсутствии сегментации рынков и продуктов по критерию прибыльности, а также координации данных о потребности в запасах во всей сети [13].

Плановые системы управления запасами предусматривают продвижение продукта и его распределение внутри маркетингового канала по определенному графику в соответствии с прогнозом спроса на продукт и его наличием на рынке. В результате материальные ресурсы, незавершенное производство как бы «выталкиваются» с одного звена внутрипроизводственной логистической системы на другое, а затем готовая продукция – в распределительную сеть.

В соответствии с методом пропорционального распределения, представляющим собой упрощенный вариант планового управления запасами, каждому распределительному центру выделяется пропорциональная его сбытовым возможностям доля запасов из общего источника. Этот метод не учитывает такие специфичные для каждого предприятия факторы, как продолжительность функционального цикла, экономичный размер заказа и потребность в страховых запасах, что ограничивает возможности данного метода в управлении многоуровневыми запасами.

Планирование потребностей распределения (ППР) представляет собой более сложный подход к планированию, учитывающий множественность уровней распределения и специфику каждого уровня. Система ППР являет-

ся логическим развитием системы планирования производственных потребностей в материальных ресурсах (ППП), но между ними существует принципиальное различие. Система ППП (*manufacturing requirements planning, MRP*) действует преимущественно в условиях зависимого спроса, так как определяющим для нее является составляемый и контролируемый самим предприятием календарный план производства (производственный график). Система ППР (*distribution requirements planning, DRP*), в которой потребности в запасах определяются изменяющимся спросом конечных потребителей, работает в значительно более сложной неуправляемой среде. В результате интегрированная система планирования запасов, которой является система ППР, имеет ряд преимуществ:

- повышение качества обслуживания, возможность предложения потребителям скоординированных услуг по управлению запасами;
- высокая точность прогноза возникновения дефицита;
- повышение эффективности продвижения и реализации новых товаров;
- совершенствование координации управления запасами с другими функциями предприятия благодаря тому, что система ППР обеспечивает единый набор плановых показателей для всех подразделений [13].

При неопределенности предложения или ограничения по мощности источника поставок, более эффективны плановые системы управления, обеспечивающие продвижение товаров на рынки, наибольшую прибыльность или стабильность продаж. Применять их рекомендуется и при накоплении сезонных запасов, а также для регулирования поставок на рынки или потребителям, которые легко могут без этих поставок обойтись.

Реактивные системы управления запасами рекомендуется применять в условиях неопределенности продолжительности функционального цикла, так как они позволяют осуществлять поставки более мелкими партиями, что снижает риск, связанный с возможными задержками в пути крупных партий поставок или с неправильным размещением больших объемов запасов.

Комбинированные системы управления запасами позволяют приспосабливаться к изменению рыночных условий, реализовывать различные стратегии применительно к разным потребителям, рыночным сегментам и номенклатуре товарно-материальных ресурсов. Они сочетают в себе свойства реактивных и плановых, частично устраняя их недостатки.

В комбинированных системах потребительский спрос рассматривается в одних случаях как независимый фактор, а в других – он определяется как зависимый. В результате на отдельных участках канала распределения зависимый и независимый спрос существуют параллельно и должны быть определенным образом согласованы. Таким образом, характерной особенностью этих систем управления запасами является способность к изменениям в соответствии с изменениями конкретных условий хозяйственной деятельности.

5 СУЩНОСТЬ ЛОГИСТИКИ СКЛАДИРОВАНИЯ. СКЛАДЫ В ЛОГИСТИКЕ

5.1 Понятие, цели и задачи логистики складирования

Организация и движение материальных потоков в производственно-сбытовых цепях осуществляется с помощью входящих в их состав транспортно-складских систем, узловыми пунктами которых являются склады как важная часть логистической системы.

Склады – это комплексы производственных зданий, инженерных сооружений и коммуникаций, подъемно-транспортных машин и оборудования, средств и устройств управления и контроля, предназначенные для приемки, размещения, накопления, хранения, переработки, отпуска и доставки товарно-материальных ресурсов потребителям. Склад в настоящее время рассматривается как важный фактор организации и регулирования материальных потоков, эффективное средство управления ими, а также запасами на различных участках логистической цепи.

В соответствии с различными литературными источниками (например, [3, 14, 15]) создание складского хозяйства направлено:

- на координацию и выравнивание спроса и предложения в снабжении и распределении;
- обеспечение максимального удовлетворения потребительского спроса (максимального уровня сервисного обслуживания);
- уменьшение колебаний внутри производства;
- обеспечение совместной ритмичной работы и взаимодействия различных производственных и транспортных подразделений;
- бесперебойное снабжение конечных потребителей в соответствии с фактическим поступлением заказов от них;
- обеспечение в течение необходимого времени хранения и отпуска соответствующих товарно-материальных ресурсов сохранения их качества, потребительских свойств;
- уменьшение логистических издержек при транспортировке, снижение простоев транспортных средств;
- создание условий для поддержания активной стратегии сбыта;
- увеличение географического (территориального) охвата рынка сбыта.

Современный склад состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов, имеет определенную структуру и выполняет ряд функций по преобразованию материальных потоков, хранению, накоплению, переработке и

распределению товарно-материальных ресурсов. При этом возможное многообразие параметров, технологических и объемно-планировочных решений, используемого оборудования и характеристик перерабатываемых на складах товарно-материальных ресурсов позволяют определять склад как сложную систему. Однако сам склад представляет собой лишь элемент системы более высокого уровня – логистической цепи. Поэтому склад должен рассматриваться не изолированно, а как определенное звено в логистической цепи, составная часть интегрированной системы логистики, которая и формирует организационные, технические и экономические требования к складской системе, устанавливает цели и критерии ее оптимального функционирования, условия переработки материальных потоков, что и обеспечивает успешное выполнение основных функций склада и эффективность его работы [7]. Для реализации указанного условия при проектировании складской системы следует учитывать индивидуальные особенности и все влияющие на нее факторы.

Таким образом, *логистику складирования* можно определить как составную часть общей интегрированной логистики, направленную на выбор оптимального варианта стратегии складирования в рамках логистической системы, оптимизацию управления материальными, финансовыми и информационными потоками на складах. К сфере рассматриваемых в логистике складирования относятся процессы: определения оптимальных решений, связанных с разработкой стратегии складирования при проектировании логистических систем; приема, размещения и хранения товарно-материальных ресурсов на складах, их отпуска потребителям; движения и преобразования материальных потоков на складах, их учета и контроля; определения оптимальных параметров складов, их объемно-планировочных решений; моделирования логистических процессов на складах и нахождения оптимальных решений в области управления этими процессами; анализа и оценки деятельности складского хозяйства, определения эффективности его функционирования.

Целями логистики складирования являются оптимизация проектирования складской системы в логистической цепи, управления материальными и информационными потоками на складах, обеспечение функционирования склада как единой логистической системы и повышение качества логистического сервиса.

Сфера деятельности складов включает операции по выгрузке из транспортных средств прибывших товарно-материальных ресурсов, приемке их по количеству и качеству, деконсолидации поступивших партий, размещению на складе и хранению, внутрискладскому перемещению и обработке, отбору товаров из мест хранения, комплектованию партий отгрузки в соответствии с заказами клиентов, погрузке в транспортные средства и отправке в адрес конкретных потребителей.

В логистике склады рассматривают с одной стороны как важные элементы общих логистических цепей поставок, а с другой стороны как самостоятельные системы. Соответственно различают и две группы задач: задачи, связанные с формированием складской сети, которые возникают при проектировании логистических систем; задачи по разработке конкретного складского хозяйства, т.е. по складам как самостоятельным системам. В качестве основных *задач логистики складирования* можно выделить следующие:

- выбор принадлежности склада (собственный склад или склад общего пользования);
- определение необходимого количества складов;
- выбор месторасположения складов;
- определение параметров склада, его рациональной планировки при выделении рабочих зон;
- разработка оптимальной системы складирования;
- выбор подъемно-транспортных машин и оборудования по обслуживанию склада, обеспечивающих выполнение необходимого комплекса погрузочно-разгрузочных и складских операций;
- разработка рационального технологического процесса работы склада с учетом максимального использования возможностей информационных систем и выполнения логистических требований к его организации;
- минимизация издержек, связанных с созданием и функционированием складского хозяйства в логистической цепи поставок.

5.2 Логистические функции складов.

Виды материальных потоков на складе

Материальный поток в логистике от источника сырья до конечного потребителя проходит несколько областей, каждая из которых характеризуется определенными функциями, определяющими место склада в логистической системе.

Так, *склады закупочной логистики (логистики снабжения)* выполняют функции хранения материальных ресурсов, продукции производственного назначения, и должны прежде всего обеспечивать бесперебойное снабжение определенных производственных потребителей. На таких складах осуществляют выгрузку из транспортных средств, приемку сырья и материалов, их сортировку, хранение и подготовку к производственному потреблению. Для них характерна работа, как правило, со значительными партиями поставок, однородными грузами, относительно постоянной оборачиваемостью.

Склады производственной логистики являются частью непосредственно производственной системы и их деятельность направлена на обеспечение стабильного производственного процесса. На таких складах осуществляется обработка относительно постоянной номенклатуры грузов с небольшим

сроком хранения, имеющих определенную периодичность поступления на склад и последующей отгрузки.

Склады распределительной логистики осуществляют прежде всего функцию преобразования производственного ассортимента в потребительский (торговый), обеспечивая непрерывность движения товаров и бесперебойное снабжение потребителей. Склады производителей, в том числе и распределительные склады в определенных регионах сбыта, реализующие готовую продукцию, как правило, крупными партиями, работают с однородной номенклатурой грузов с быстрой оборачиваемостью. Склады оптовой торговли, обеспечивающие в основном снабжение розничной сети и мелких потребителей, осуществляют концентрацию товаров, комплектацию в необходимом ассортименте, организацию доставки различными по размерам партиями. Они имеют очень широкую номенклатуру товаров с неравномерной оборачиваемостью. На складах розничной торговли также хранятся товары очень большого ассортиментного перечня, но для них характерна достаточно частая отгрузка потребителям мелкими партиями [14].

Выделяют также склады транспортных организаций, предназначенные для временного складирования в процессе доставки грузов, и склады логистических посредников, которые предлагают складские услуги самым различным клиентам.

Несмотря на многообразие складов совокупность выполняемых на них работ во многом одинакова. Объясняется данное положение тем, что в различных логистических процессах склады реализуют схожие функции, так как основное назначение склада – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного снабжения потребителей в соответствии с их заказами.

К основным функциям склада относят следующие [3, 7, 14]:

1 *Выравнивание интенсивности материальных потоков в соответствии со спросом потребителя.* Рассматриваемая функция предусматривает, что склад должен оперативно реагировать на изменения спроса (потребления) путем увеличения или уменьшения размеров отгружаемых партий. При этом условия интенсивности материального потока (изменения объема поставки за единицу времени) устанавливаются потребителем, т.е. каждым последующим звеном логистической системы.

2 *Преобразование ассортимента внутри материального потока в соответствии с заказом клиента (управление ассортиментным составом)* – это накопление и формирование ассортимента продукции в ожидании заказов потребителей с последующей их сортировкой согласно этим заказам, т.е. создание необходимого ассортимента для выполнения заказов клиентов, что особенно важно в распределительной логистике.

3 *Концентрация и хранение запасов*, обеспечивающие осуществление непрерывного производства и снабжения при ограничении, связанном с ис-

точниками товарно-материальных ресурсов и колебаниями потребительского спроса. Рассматриваемая функция позволяет выравнять временную разницу между выпуском продукции и ее потреблением.

4 *Сглаживание асинхронности производственного процесса* – это функция производственных складов, а именно складов незавершенного производства. Она предусматривает выравнивание технологических и организационных асинхронных моментов между отдельными рабочими операциями производственного процесса.

5 *Комплектация и унитизация партий отгрузки* предусматривает переформирование полученных от поставщиков партий грузов и их консолидацию в партии отправок, соответствующие заказам потребителей, в том числе объединение небольших партий для нескольких клиентов в одну с целью увеличения загрузки транспортного средства и уменьшения транспортных затрат.

6 *Предоставление услуг*. Сущность рассматриваемой функции состоит в оказании на складе различных услуг клиентам в соответствии с их запросами, что позволяет обеспечить более высокий уровень обслуживания, увеличить конкурентоспособность на рынке. Предоставляемые складами клиентам услуги можно подразделить на [14]:

- материальные, представляющие собой услуги, связанные с выполнением операций по повышению технологической готовности продукции к потреблению согласно заказам клиентов (маркировка, упаковка, проверка функционирования приборов и оборудования, их монтаж и т.д.);

- организационно-коммерческие, представляющие собой услуги, направленные на повышение эффективности процессов товарно-денежного обмена, включающие реализацию излишних материальных ценностей, промышленных отходов организаций и т.д.;

- складские, представляющие собой услуги, связанные с выполнением операций складирования за соответствующую плату, прием на временное хранение товарно-материальных ценностей, сдачу в аренду складских площадей;

- транспортно-экспедиционные, представляющие собой услуги, связанные с доставкой грузов потребителям собственным или арендованным транспортом.

Склады встречаются на всем пути движения материальных потоков, начиная со складов поставщиков сырья и материалов и заканчивая складами системы распределения. При этом любой склад обрабатывает как минимум три вида материальных потоков:

- *входной*, который составляют поступающие на склад грузы (товарно-материальные ресурсы). Наличие входного материального потока обуславливает необходимость выполнения операций по разгрузке транспортных средств, проверке количества и качества прибывшего груза и т.д.;

- *выходной*, представляющий собой грузы (товарно-материальные ре-

сурс), отправляемые в адрес соответствующих потребителей согласно их заказам. Выходной материальный поток связан с операциями отбора с мест хранения, подготовки и комплектования отгрузочных партий, погрузки в транспортные средства для доставки клиентам;

– *внутренний*, который связан с перемещением груза внутри склада при укладке его на хранение, между соответствующими участками (зонами) склада при оказании услуг по обработке, для выполнения других складских операций.

В результате переработки на складе входные потоки преобразуются в выходные – изменяются величина, состав транспортных партий, упаковка, размеры отдельных грузовых складских единиц и др.

5.3 Классификация складов в логистике

В связи с многообразием складов в различных литературных источниках для их классификации используют достаточно большое количество разнообразных признаков, основные из которых указаны ниже.

По отношению к базисным функциональным областям логистики выделяют склады:

– *логистики снабжения*, создаваемые в системе снабжения (закупок) субъектов хозяйствования для обеспечения потребностей в товарно-материальных ресурсах, уменьшения транспортных издержек;

– *логистики производства*, различающиеся как по организационной структуре, так и по видам продукции, функциональному назначению и другим признакам;

– *логистики распределения* (дистрибьюции), создаваемые производителями, торговыми организациями, различного рода посредниками для реализации продукции.

По товарной специализации различают склады *универсальные* (для широкой номенклатуры товарно-материальных ресурсов) и *специализированные* (для определенного вида товарно-материальных ресурсов).

По виду товарно-материальных ресурсов, хранящихся на складе, выделяют склады: *сырья; материалов; комплектующих; незавершенного производства; готовой продукции; тары и упаковки; остатков и отходов; инструментов.*

По принадлежности (форме собственности) различают склады: *собственные* (отдельных субъектов хозяйствования индивидуального пользования); *коммерческие* (общего пользования); *арендуемые; государственные* (стратегического назначения).

По назначению можно выделить склады:

– *производственные* – склады сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, цеховые склады готовых изделий, заводские склады готовой продукции;

– *транзитно-перевалочные* (служат для кратковременного хранения грузов при перегрузке с одного вида транспорта на другой (из одних транспортных средств в другие), которые часто называют *грузовыми терминалами*);

– *таможенные* – предназначенные для хранения товарно-материальных ресурсов, ожидающих таможенного оформления;

– *досрочного завоза* – располагающиеся в районах, доставка товарно-материальных ресурсов в которые возможна только в определенные периоды года;

– *сезонного хранения* – для товарно-материальных ресурсов сезонного хранения;

– *резервные* – предназначенные для хранения запасов на случай чрезвычайных ситуаций;

– *оптовые распределительные* – снабжающие товаропроводящие сети;

– *розничные* – склады торговых организаций и ряд других.

По отношению к участникам логистической системы выделяют склады: *производителей; торговых организаций; торгово-посреднических организаций; транспортных организаций; экспедиторов; логистических посредников.*

В зависимости от **сроков хранения** склады: для *краткосрочного* и *длгосрочного* хранения.

По степени механизации складских операций (технической оснащенности) склады подразделяют: на *немеханизированные; механизированные; комплексно-механизированные; автоматизированные; автоматические.*

По способу хранения (виду конструкции склада) выделяют склады: *открытого хранения* (площадки), предназначенные для товарно-материальных ресурсов, свойства которых не изменяются от воздействия внешней среды; *полузакрытого хранения* (площадки под навесом или крышей, имеющие до трех легких стен), предназначенные для размещения товарно-материальных ресурсов, свойства которых не зависят от изменения температуры и влажности окружающей среды, воздействия ветра и т.д., но зависят от непосредственного воздействия атмосферных осадков; *закрытого хранения* (отапливаемые и неотапливаемые здания и сооружения, имеющие кровлю и ограждения со всех сторон), на которых размещают для хранения товарно-материальные ресурсы, требующие защиты от воздействия внешней среды.

По объемно-планировочным решениям складских зданий и сооружений: *одно- и многопролетные, одно- и многоэтажные, высотные и высотнo-стеллажные.* Объемно-планировочные решения складов, оснащение их подъемно-транспортным и другим оборудованием зависят от свойств размещаемых товарно-материальных ресурсов (склады для металла и металлических изделий, машин и оборудования, строительных материалов, зерновых и других сельскохозяйственных продуктов, леса и лесоматериалов, минеральных удобрений и др.).

По масштабу деятельности склады подразделяются на *республиканские, региональные и местные.*

По наличию внешних транспортных связей различают склады: с причалами; железнодорожными путями; автодорожными подъездами; со смешанными транспортными связями.

По классности в зависимости от определенных параметров (конструктивных элементов) склады подразделяются на 4 класса: *A, B, C* и *D*. Классификация по данному признаку в настоящее время широко используется в мировой практике, особенно при продаже складских зданий и сдаче их в аренду.

Необходимо отметить, что для классификации складов могут использоваться и другие признаки (режим хранения, зона обслуживания и т.д.).

5.4 Конструктивные элементы складов

Для хранения товарно-материальных ресурсов создаются склады с различными конструктивными особенностями. От устройства, планировочного решения и размещения грузовых устройств на складском комплексе существенно зависят: затраты на содержание и эксплуатацию складского комплекса; продолжительность выполнения складских технологических операций и погрузочно-разгрузочных работ с транспортными средствами; безопасность производства необходимых операций.

Для описания характеристик складских зданий и сооружений на практике широко используется система классификации складского хозяйства в зависимости от основных конструктивных элементов, наиболее полно отражающая характеристики склада как логистической единицы. При этом существуют две основные классификации складов (*A, B, C, D*) и (*A+, A, B+, B, C, D*).

Класс (категория) склада определяется в зависимости от следующих основных групп параметров (конструктивных элементов):

- конструктивно-планировочные решения;
- наличие и состояние инженерных систем;
- местоположение и транспортная доступность;
- площадь застройки территории;
- характеристика прилегающей территории.

Склады класса А должны удовлетворять следующим требованиям:

а) конструктивно-планировочные решения: современное складское здание из легких металлоконструкций и сэндвич-панелей предпочтительно прямоугольной формы без колонн или с шагом колонн не менее 9 м и с расстоянием между пролетами не менее 24 м; ровный бетонный пол с антипылевым покрытием, выдерживающим нагрузку не менее 5 т/м², расположенный на уровне 1,2 м от земли; высокие потолки (не менее 10 м), позволяющие установку многоуровневого стеллажного оборудования; наличие достаточного количества автоматических ворот докового типа с погрузочно-разгрузочными площадками регулируемой высоты, не менее 1 на 700 м²;

б) наличие и состояние инженерных систем: система регулирования температурного режима; тепловые завесы на воротах; система пожарной сигнализации и автоматическая система пожаротушения; системы вентиляции, охранной сигнализации и видеонаблюдения; автономная электроподстанция и тепловой узел; система учета и контроля доступа сотрудников; оптико-волоконные каналы связи;

в) местоположение и транспортная доступность: расположение в промышленной зоне или на окраине города; наличие подъездов минимум двух видов транспорта;

г) площадь застройки территории от 45 до 55 %;

д) прилегающая территория: благоустроенная, огороженная, освещенная, круглосуточно охраняемая; наличие площадок для отстоя и маневрирования большегрузных автомобилей, парковки легковых автомобилей; наличие офисных и вспомогательных (туалеты, душевые, подсобные помещения, раздевалки для персонала) помещений при складе.

Склады класса В должны удовлетворять следующим требованиям:

а) конструктивно-планировочные решения: одно- или двухэтажное складское здание предпочтительно прямоугольной формы, новое либо реконструированное; асфальтовый или бетонный пол без покрытия; высота потолков от 6 м; наличие достаточного количества грузовых лифтов/подъемников грузоподъемностью не менее 3 т (не менее 1 на 2 000 м² площади) для двухэтажных строений; пандус для разгрузки автотранспорта;

б) наличие и состояние инженерных систем: система отопления; система пожарной сигнализации и гидрантная система пожаротушения; системы вентиляции, охранной сигнализации и видеонаблюдения; автономная электроподстанция и тепловой узел; система учета и контроля доступа сотрудников; обычные каналы связи;

в) местоположение и транспортная доступность: на окраине или вблизи города (5–10 км) с некоторой удаленностью от транспортных коммуникаций; наличие подъездов минимум двух видов транспорта;

г) площадь застройки территории от 55 до 65 %;

д) прилегающая территория: охрана территории по периметру; наличие площадок для отстоя и маневрирования большегрузных автомобилей; наличие офисных и вспомогательных (туалеты, душевые, подсобные помещения, раздевалки для персонала) помещений при складе.

Склады класса С должны удовлетворять следующим требованиям:

а) конструктивно-планировочные решения: капитальное производственное помещение или утепленный ангар; асфальтовый или бетонный пол, бетонная плитка без покрытия; высота потолков от 4 м; наличие грузовых лифтов/подъемников для многоэтажных строений; ворота на нулевой отметке;

б) наличие и состояние инженерных систем: система отопления; система пожарной сигнализации и система пожаротушения; система вентиляции; обычные каналы связи;

в) местоположение и транспортная доступность: удаленное расположение от транспортных коммуникаций; наличие подъездов минимум двух видов транспорта;

г) площадь застройки территории от 65 до 75 %;

д) прилегающая территория: охрана территории по периметру; наличие площадок для отстоя и маневрирования большегрузных автомобилей; наличие офисных и вспомогательных (туалеты, душевые, подсобные помещения, раздевалки для персонала) помещений при складе.

Склады класса D должны удовлетворять следующим требованиям:

а) конструктивно-планировочные решения: не отапливаемое производственное помещение, ангар или подвальное помещение;

б) наличие и состояние инженерных систем: система пожарной сигнализации и система пожаротушения; система вентиляции; обычные каналы связи;

в) местоположение и транспортная доступность: расположение в глубине территории промышленного предприятия; наличие подъездов минимум одного вида транспорта;

г) площадь застройки территории от 75 до 85 %;

д) прилегающая территория: охрана территории по периметру; наличие площадок для маневрирования большегрузных автомобилей; наличие офисных помещений при складе.

Склады классов *A+* и *B+* имеют определенные улучшенные характеристики по некоторым параметрам по сравнению со складами классов *A* и *B* соответственно. Так, например, для класса *A+* шаг колонн должен составлять не менее 12 м, высота потолков не менее 13 м, количество автоматических ворот определяется из расчета не менее 1 на 500 м², а площадь застройки территории – от 40 до 45 %.

5.5 Склады для хранения и обработки тарно-штучных грузов

Для выполнения складских операций с тарно-штучными грузами, требующими защиты от воздействия внешней среды, используются крытые склады (склады закрытого типа). На таких складах осуществляются приемка, хранение, складская переработка, комплектация отгрузочных партий, отправка их потребителям и другие необходимые операции. Малоценные тарно-штучные грузы, требующие защиты от атмосферных осадков, но не боящиеся воздействия ветра, влажного воздуха, могут храниться на открытых площадках под навесами.

Крытые склады обслуживаются одним (как правило, автомобильным) или несколькими видами транспорта. В случае работы с подвижным составом автомобильного и железнодорожного транспорта сооружаются крытые склады с внутренним (рисунок 5.1, *а*) или наружным (рисунок 5.1, *б*) расположением погрузочно-разгрузочных железнодорожных путей и внешним расположением автомобильных подъездов.

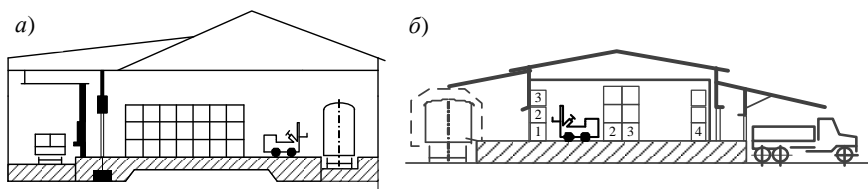


Рисунок 5.1 – Крытые одноэтажные склады

Одноэтажные крытые склады с внутренним вводом железнодорожных путей называют ангарными и для них характерны наиболее благоприятные условия выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Такие склады могут быть одно- и многопролетными (под пролетом понимается расстояние между продольно расположенными несущими стенами или колоннами).

Крытые склады для тарно-штучных грузов сооружаются по типовым проектам. Ширина зданий крытых однопролетных складов принимается 18, 24, 30, 36 м. В многопролетных складах величина пролета в соответствии с модульным принципом составляет 12, 18, 24, 30 или 36 м, а шаг колонн, как и для однопролетных складов, принимается 6 или 12 м. Количество путей и платформ в многопролетных складах определяется исходя из планируемых объема и характера выполняемых операций.

Сооружаемые многоэтажные крытые склады имеют ряд преимуществ: уменьшается необходимая площадь для застройки; снижаются требуемые удельные капитальные вложения при строительстве; сокращается протяженность внешних и внутренних инженерных коммуникаций. Однако для них возникает необходимость устройства лестничных маршей, наличия подъемников (лифтов) для перемещения грузов между этажами, значительное усложнение системы коммуникаций непосредственно в складе. Поэтому такие склады целесообразны только при соответствующем обосновании, а на практике преимущественно используются одноэтажные крытые склады с многоярусным стеллажным складированием. Высота склада определяется прежде всего используемой системой складирования, включая характеристики подъемно-транспортного и складского оборудования, а также особенностями обрабатываемых на складе грузов.

Для обработки транспортных средств, обслуживающих склад, сооружают ramпы: прямые (шириной 3 м) – для железнодорожного подвижного состава; прямые (шириной не < 1,5 м), зубчатые (под углом 30–45°) или «карманные» (для установки автомобилей под углом 90° к складу) – для автомобилей.

Здания складов сооружают из сборных железобетонных элементов. Железобетонные колонны опираются на фундаментные опоры и их устанавливают с шагом 12 м, а стены делают из железобетонных панелей и кирпича.

Современные складские здания могут сооружаться и из легких металлоконструкций и сэндвич-панелей (склады класса А). Одним из важнейших компонентов крытого склада является пол, к которому предъявляется три основных требования: ровность, отсутствие трещин и беспыльность.

В крытых одно- и многопролетных складах должны быть водопровод, канализация, естественная, а при необходимости принудительная (механическая) вентиляция, естественное и искусственное освещение, противопожарные устройства, отопление (при необходимости), устройства связи и др.

Следует отметить, что для погрузки, выгрузки, сортировки, хранения и складского перемещения тарно-штучных грузов крытого хранения используются самые разнообразные погрузочно-разгрузочные машины (электропогрузчики, автопогрузчики, конвейеры, тележки, штабелеры, краны-штабелеры и др.), а также различные типы стеллажей и другого складского оборудования. Для повышения уровня автоматизации погрузочно-разгрузочных работ вместо вилочных погрузчиков могут использоваться манипуляционные роботы и автоматизированные линии.

Хранение тарно-штучных грузов в складах может выполняться на стеллажах и в штабелях. Штабельная система хранения позволяет обеспечивать максимальное использование площади склада, отсутствие затрат на строительство стеллажей, возможность применения различного подъемно-транспортного оборудования. Однако в этом случае затруднен доступ к грузам различной номенклатуры и ограничена высота складирования, которая определяется прочностью упаковки груза. Стеллажное хранение при более высокой стоимости сооружения склада позволяет увеличить уровень использования объема здания склада, обеспечить более благоприятные условия для механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ, повысить сохранность грузов.

Особенности устройства крытых складов, использование определенного подъемно-транспортного и складского оборудования непосредственно влияют на технологию выполнения операций, оптимизацию складских процессов. *Технологические схемы функционирования* крытых складов можно представить в виде потоковых графов, на которых вершины графа показывают элементы склада, а соединяющие их линии – взаимодействие между ними (рисунок 5.2) [16].

При параллельном расположении железнодорожного и автомобильного грузовых фронтов и обслуживании склада после расстановки вагонов (В) на грузовом фронте и выполнения подготовительных операций грузы, уложенные на поддоны, вилочными погрузчиками (ВП) выгружаются и перемещаются после приемки в зону хранения (ЗХ). В дальнейшем перемещение на складе и погрузка в автомобили (А) отгрузочных партий потребителям также осуществляется электро- или автопогрузчиками с нейтрализатором выхлопных газов (см. рисунок 5.2, а). При перевозке грузов без применения поддонов, когда они используются в качестве складского товароносителя, возни-

кает дополнительная операция по укладке грузов на поддоны бригадой грузчиков (БГ), что приводит к увеличению количества выполняемых перегрузочных операций и себестоимости переработки груза (см. рисунок 5.2, б).

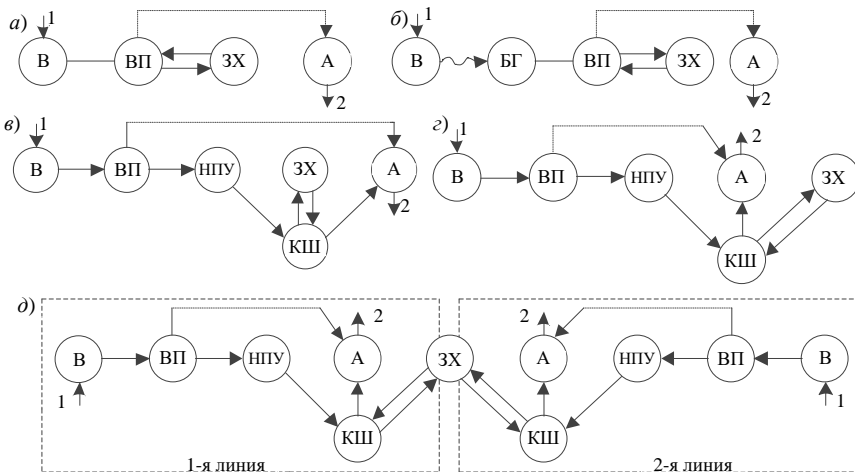


Рисунок 5.2 – Технологические схемы функционирования крытых складов

При использовании стеллажей для хранения тарно-штучных грузов железнодорожный и автомобильный фронты располагаются параллельно, а стеллажи – перпендикулярно железнодорожному пути (см. рисунок 5.2, в). Для передачи грузов в зону хранения и на накопительно-передающее устройство (НПУ) используют погрузчики, а для погрузки в автомобили – краны-штабелеры (КШ). В результате увеличивается высота складирования и улучшается использование объема склада. Однако при этом возникает большой холостой пробег погрузочно-разгрузочных машин, увеличивается количество грузовых операций, связанных с передачей пакетов на НПУ, простой подвижного состава, а разобщенность грузовых фронтов железнодорожного и автомобильного транспорта увеличивает необходимое количество складского персонала и усложняет его работу. В схеме, показанной на рисунке 5.2, г, грузовые фронты расположены рядом и разделены только платформой с НПУ, что частично устраняет указанные выше недостатки. Для выгрузки из вагонов и передачи на НПУ используются вилочные погрузчики, а с НПУ грузы кранами-штабелерами перегружают непосредственно в автомобиль (прямой вариант) или передают в зону хранения, что позволяет сократить пробег и увеличить производительность погрузочно-разгрузочных машин, сократить простой подвижного состава. Наиболее высокую перерабатывающую способность склада обеспечивает применение схемы с двумя технологическими линиями (см. рисунок 5.2, д), которые используют объединенную зону хранения, изолированную от автопроездов [16].

Автоматизированные склады для тарно-штучных грузов в качестве основного оборудования используют многоярусные металлические стеллажные конструкции, краны-штабелеры и системы доставки грузов для загрузки в склад и выгрузки товаров из склада в транспортные средства. Они предусматривают использование управляемых компьютером подъемно-транспортных устройств, которые осуществляют перемещение, укладку грузов на хранение и другие складские операции по команде. Автоматизированные склады позволяют обеспечить хранение широкой номенклатуры товаров с возможностью их автоматической идентификации, транспортировки и контроля движения. При значительном увеличении затрат на создание таких складов по сравнению с механизированными для них характерно снижение операционных издержек, поэтому сооружение их целесообразно при очень больших объемах грузопотоков.

Особенностью автоматизированных складов являются узкие проходы для обеспечения высокой плотности хранения товаров и минимизации перемещения оборудования, а также применение погрузочно-разгрузочной техники (дистанционно управляемые погрузчики, краны-штабелеры и др.), обрабатывающей грузы в автоматическом режиме без участия человека. Работа автоматизированного склада управляется при помощи соответствующего программного обеспечения. Все перемещения грузов осуществляются оператором при помощи пульта управления. Полная автоматизация по принципу «товар к человеку», использование автоматизированной системы учета мест размещения товаров на складе и контроля за всеми их перемещениями позволяет избежать ошибок складского учета, связанных с человеческим фактором.

5.6 Склады для контейнеров и тяжеловесных грузов

Контейнерные пункты (терминалы), на которых выполняются операции по погрузке, выгрузке, хранению и сортировке контейнеров, представляют собой склады открытого типа – площадки с асфальтовым или асфальтобетонным покрытием. Площадке придается уклон от середины к краям 2 ‰, а по бокам устраивают дренажные канавы для отвода дождевых и талых вод и придают уклон 1 ‰, включая в общую сеть водоотвода. На площадках предусматривают противопожарные разрывы через каждые 100 м и поперечные заезды для автомобилей при работе мостовых и стреловых кранов.

Контейнеры на площадке устанавливают дверями друг к другу комплектами (группами), причем расстояния между контейнерами в комплекте и между комплектами контейнеров являются различными. Крупнотоннажные контейнеры могут устанавливаться на площадке в несколько ярусов в зависимости от вида покрытия площадки и технических характеристик используемых подъемно-транспортных машин.

При значительных объемах работы с контейнерами рекомендуется использовать козловые краны, оснащенные автоматическими грузозахватными устройствами (рисунок 5.3). Мостовые краны позволяют осуществлять переработку контейнеров на площадках значительной ширины, в том числе с использованием одной эстакады для двух кранов (рисунок 5.4). При малых объемах работы применяют стреловые краны на железнодорожном, автомобильном и пневмоколесном ходу, которые позволяют обслуживать несколько площадок с различными грузами [16].

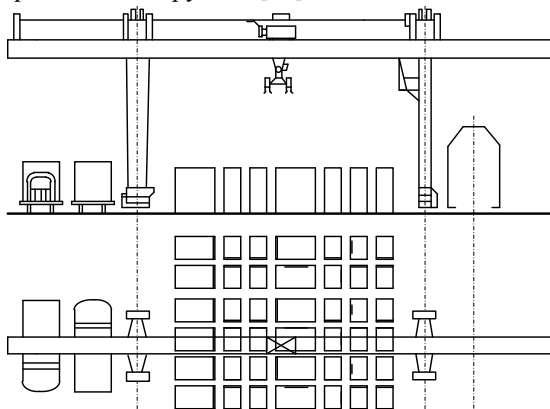
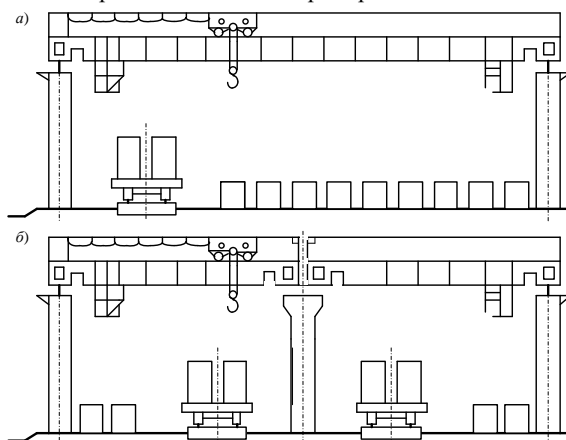


Рисунок 5.3 – Схема размещения контейнеров при использовании козлового крана



а – однопролетная эстакада; *б* – двухпролетная эстакада

Рисунок 5.4 – Схема размещения контейнеров при использовании мостовых кранов

Для переработки среднетоннажных контейнеров краны оборудуются манипуляторами конструкции ЦНИИ-ХИИТ, а для крупнотоннажных контей-

неров наиболее эффективными являются автоматические контейнерные захваты (спредеры) с жесткой или раздвижной (при перегрузке нескольких типоразмеров контейнеров) рамой.

Ускорить выполнение необходимых операций с контейнерами позволяют специализированные автопогрузчики (ричстакеры). Они имеют высокую маневренность и могут использоваться в самых различных условиях работы.

Операции по погрузке, выгрузке, хранению и сортировке различных *тяжеловесных грузов* (железобетонные изделия и конструкции, лесные грузы, металлы и металлоизделия, автотракторная техника и др.) также выполняются на складах открытого типа – площадках, которые проектируют аналогично контейнерным. Грузы укладывают на деревянные или металлические подкладки, под которые в зимнее время после очистки площадки от снега и льда насыпают песок слоем 20–30 мм.

Сборные железобетонные изделия и детали хранят на деревянных подкладках и прокладках. Толщина прокладок должна быть не меньше высоты монтажных петель или выступающих частей изделия. При перевозке деталей, уложенных в несколько ярусов или в штабель, прокладки должны располагаться рядом с местами застропки строго по вертикали (допустимое отклонение не более 10 мм). Стеновые панели устанавливают в вертикальном положении в деревянных или металлических кассетах. Железобетонные изделия должны занимать положение, которое они имеют в сооружении.

Длинномерный сортовой прокат при временном хранении на площадках укладывается в стоечные стеллажи или в специальные металлические скобы, которые удобны для захвата груза при перегрузке. Длительное хранение длинномерного металла на открытых складах нецелесообразно, так как при этом происходит коррозия металла. При хранении длинномерного проката в крытых складах для перегрузки применяются обычно мостовые краны и стеллажные краны-штабелеры.

Сортовой металл при хранении складировать по профилям, маркам сталей и даже плавкам. При этом его хранение целесообразнее всего осуществлять на металлических стеллажах-стойках из швеллеров сварной конструкции.

Профильную сталь крупных сечений, рельсы, трубы укладывают в штабели высотой до 3–4 м и шириной 4–5 м. Чугунные трубы размещают на хранение в три, четыре яруса прямыми рядами с деревянными прокладками между ярусами или в клетки с чередованием раструбов в разные стороны. Металлические конструкции складировать в штабели высотой до 2 м. При хранении конструкций в вертикальном положении против каждого штабеля устанавливают опорные столбы через 2–3 м друг от друга, к которым и прислоняют конструкции. Расстояние между соседними штабелями или рядом стоящими грузами должно быть 1,0–1,5 м [17].

Схемы механизированной перегрузки тяжеловесных грузов аналогичны применяемым для контейнеров. Значительные особенности имеют склады и

организация хранения на них лесных грузов. Круглый лес хранится на ровных открытых площадках, очищенных от мусора, травы и снега, по краям которых устраиваются водоотводные кюветы и дренажи. Хранение осуществляется в штабелях отдельно по породам дерева, сортиментам, сортам и размерам, причем размещение на площадках производится, как правило, группами по 6–12 штабелей, уложенных в два параллельных ряда. Размеры и форма штабелей зависят от размера леса, применяемого на складе оборудования, способа хранения и назначения лесоматериалов.

Штабель круглых лесоматериалов может быть рядовым (при укладке отдельными бревнами) и пакетный, который образуется из нескольких пачек пакетов, укладываемых друг на друга или в специальные стеллажи. Основание штабеля выполняется из бревен или железобетона высотой 200–250 мм. В штабеле круглый лес укладывается плотно или разрежено на подкладках. При разреженной укладке расстояние между бревнами в горизонтальном ряду должно быть не менее 50 мм, а бревна нижнего ряда в штабеле располагаются с промежутками 300–400 мм. При штабелировании круглого леса без прокладок бревна укладываются рядами одно перпендикулярно к другому, образуя устойчивые клетки. Пространство между клетками штабеля заполняют бревнами или ограждают штабели столбами.

Просвет между соседними штабелями принимают не менее 1 м при высоте штабеля до 6 м и 1,5 м – при большей высоте, причем через каждые 150 м площадки должны быть предусмотрены противопожарные проезды.

Хранение пиломатериалов осуществляется также на открытых складах-площадках, но защищенных от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей, а для заготовок и изделий из древесины используют сухие вентилируемые крытые склады.

Пиломатериалы хранятся в штабелях прямоугольной или квадратной формы на фундаменте из бетона или кирпича высотой 0,6–0,75 м (в зависимости от толщины снежного покрова) для предупреждения гниения, поражения различными грибками и вредителями древесины, а поверх фундамента укладывают брусья толщиной не менее 110 мм. Пиломатериалы размещаются на ленточном фундаменте правильными рядами или пакетами с разделением их сухими прокладками. Для защиты от солнца и атмосферных осадков штабель пиломатериалов накрывают одно- или двускатной крышей из досок в два слоя с перекрытием стыков. Отходы из древесины (щепа, дрова, опилки) могут храниться как на открытых площадках, так и под навесами.

При незначительных объемах работы для выполнения грузовых операций применяются, как правило, автопогрузчики с грейферным захватом, а также стреловые краны с грейфером для леса или стропами. При больших объемах переработки используются козловые краны со специальными грейферами для леса, а также с набором грузозахватных устройств для пиломатериалов и круглого леса.

5.7 Склады для навалочных сыпучих и наливных грузов

При перемещении в логистической цепи навалочных сыпучих грузов отсутствует необходимость использования для них упаковки, а на выбор условий хранения и транспортировки рассматриваемых грузов влияет целый ряд их характеристик и свойств (гранулометрический состав, плотность, влажность, угол естественного откоса, смерзаемость и др.).

В зависимости от условий хранения и перевозки навалочные сыпучие грузы подразделяют на две основные группы:

1) грузы, перевозимые на открытом подвижном составе и хранящиеся в открытых складах (щебень, гравий, песок, глина, уголь и др.).

Такие грузы хранятся на открытых площадках в штабелях различной формы (наиболее распространенные – обелисковые, призматические, круговые, радиальные, конусные), которая в основном зависит от используемых для грузовых операций машин и устройств.

Для формирования штабелей, погрузки в транспортные средства на площадках применяют различного типа конвейеры, погрузчики непрерывного и циклического действия, краны, оборудованные ковшами или грейферами. При значительных объемах работы используют эстакады и повышенные пути, на которых груз самотеком высыпается через открываемые рабочими люки. Закрытие люков осуществляется, как правило, пневматическими люкозакрывателями вне повышенного пути, а очистка от остатков груза производится с применением вибратора;

2) грузы, перевозимые в крытом подвижном составе, в том числе специализированном, и хранящиеся в закрытых складах, элеваторах, под навесами (цемент, минеральные удобрения, строительный гипс (алебастр), известь, мел).

Для цемента, перевозимого насыпью, основным видом склада является силосный. Такой склад состоит из ряда силосов, каждый из которых предназначен для цемента определенной марки, а для перегрузки и перемещения используются пневматические установки всасывающего, нагнетательного или смешанного действия.

Вяжущие материалы, такие как алебастр, известь, мел по своим свойствам во многом аналогичны цементу, поэтому их складирование, хранение, погрузочно-разгрузочные работы с ними практически не отличаются от тех же операций с цементом.

Для хранения минеральных удобрений могут использоваться склады силосного (особенно для пылевидных и порошкообразных), резервуарного или павильонного типа, для которых обеспечивается антикоррозионная защита от агрессивного воздействия минеральных удобрений, а пол склада должен быть химически стойким.

Выгрузка навалочных сыпучих грузов, хранящихся в складах закрытого

типа, из специализированных вагонов также может производиться на повышенном пути или эстакаде. На повышенном пути груз через открытые люки самотеком поступает в приемный бункер и далее конвейером подается в склад.

Склады для хранения зерна сооружают в виде элеваторов и зданий павильонного типа. Элеватор представляет собой полностью механизированное зернохранилище, состоящее из рабочей башни и силосных корпусов. В нижнем этаже башни расположены башмаки ковшевых элеваторов (норий), к которым подведены ленточные конвейеры от приемных ларей и подсилосного помещения. На следующих этажах башни находится оборудование для очистки и сушки зерна. Элеваторы строят из негорючих материалов. Силосные корпуса круглой и квадратной форм в плане изготавливают из монолитного или сборного железобетона. Диаметр круглых силосов – до 6 м, толщина стен – 20–25 см, высота – до 30 м [16].

Прирельсовые железнодорожные склады для зерна сооружаются в основном павильонного типа. Они оснащаются стационарными и передвижными средствами механизации и специальными сушильно-очистными башнями с оборудованием для приемки, обработки и отгрузки зерна.

На предприятиях пищевой промышленности и на овощных базах картофеля, столовую свеклу, морковь и другие овощи хранят в закрытых складских помещениях. На перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию предприятиях используются как открытые, так и закрытые склады. На открытых складах может осуществляться краткосрочное хранение свеклы и картофеля.

Для хранения сахара-песка насыпью применяются силосно-резервуарные склады различной емкости. Стальные или железобетонные силосы для хранения сахара обычно имеют цилиндрическую форму, а их размеры (диаметр и высота) определяются исходя из необходимой вместимости склада.

Следует отметить, что в автоматизированных складах для сыпучих грузов их прием может производиться как из специализированных железнодорожных вагонов бункерного типа, так и из автотранспортных средств. Груз поступает в приемные бункеры, из которых транспортируется по трубопроводу и загрузочному коллектору в силосы. Предусмотрена адресная подача сыпучих материалов в заданный силос, возможно также перекачивание сыпучих грузов из одного силоса в другой.

К перевозимым наливом в транспортных средствах или в таре жидким грузам, которые называют *наливными*, относятся нефть и нефтепродукты, сжиженные газы, минеральные и растительные масла, кислоты, спирты и др. Значительная часть таких грузов обладает опасными свойствами и требует соблюдения соответствующих мер при хранении, транспортировке и выполнении грузовых операций.

Основная масса наливных грузов – это нефтепродукты, которые разделяются на светлые, темные и битумы. Для хранения нефти и нефтепродуктов наливом используют металлические (как правило, для светлых нефтепродуктов) и железобетонные резервуары различной емкости, имеющие цилиндрическую или сфероидальную форму. Характерное свойство нефтепродуктов, особенно бензина, – высокая испаряемость, что необходимо учитывать при организации их хранения.

Резервуары для нефтепродуктов могут сооружаться: *наземными; полу-подземными; подземными.*

Аналогичным образом в резервуарах различных типов осуществляется также хранение легковоспламеняющихся и горючих химических жидкостей.

Для хранения нефтепродуктов в таре используют крытые склады, которые оборудуются взрывозащищенной вентиляцией и сооружаются из огнестойких материалов (кирпича, железобетона и т.п.).

5.8 Логистические терминалы. Транспортно-логистические центры

Эффективность логистических систем обеспечивается путем организации четкого взаимодействия и согласованности всех их основных элементов в процессе движения материальных потоков с мест производства до конечного потребителя. Складское хозяйство, являясь одним из таких важнейших элементов логистики, связывающих снабжение, производство и распределение, позволяет оптимизировать в целом указанный процесс.

Активное развитие международных экономических связей при достаточно слабой взаимосвязи участников логистических цепей на всех этапах доведения товарно-материальных ресурсов до потребителя и значительном уровне запасов, вызывают необходимость развития и совершенствования транспортного обслуживания в сфере снабжения, производства, распределения и потребления. Одним из способов решения этой задачи является широкое распространение в мире доставки товаров, особенно в международном сообщении, с использованием терминальных систем, позволяющих предоставлять клиентам дополнительно к непосредственной транспортировке значительный спектр необходимых услуг. Терминальную систему можно охарактеризовать как транспортную сеть, по которой осуществляются согласованные по объему, месту и времени перевозки грузов, а в ее узлах расположены соответствующие логистические терминалы.

Терминал представляет собой комплекс инженерно-технических сооружений и устройств, расположенный в конечном или промежуточном пункте транспортной сети, оснащенный современным технологическим оборудованием, обеспечивающий взаимодействие различных видов транспорта при доставке грузов и позволяющий оказывать весь комплекс необходимых услуг, связанных с процессами транспортировки и распределения. На тер-

миналах осуществляется взаимодействие различных видов транспорта на основе централизованного управления операциями, связанными со складской переработкой и сервисным обслуживанием.

Помимо выполнения характерных для обычных складов хранения и грузопереработки на терминалах производится консолидация и деконсолидация партий грузов, сортировка и формирование отправок по направлениям и маршрутам перевозок, таможенная обработка, техническое обслуживание транспортных средств, упаковка, пакетирование, маркировка грузов, выполнение комплекса коммерческих услуг (оформление транспортной и сопроводительной документации, проведение расчетов, страхование и т.д.), необходимое информационное обеспечение и др. Таким образом, на терминалах заканчивается одна транспортная сеть и начинается другая, производится передача груза из одного транспортного средства в другое, выполняется основной объем транспортно-экспедиционных операций.

Основными элементами терминалов являются:

- складские сооружения, оборудование и устройства для хранения и обработки грузов с соответствующими инженерными коммуникациями;
- подъездные пути, причалы, места для выполнения погрузочно-разгрузочных операций, стоянки автотранспортных средств;
- подъемно-транспортные машины и устройства для осуществления переработки грузов;
- устройства для снабжения и ремонта транспортных средств;
- комплекс зданий и помещений для размещения подразделений (работников) органов, осуществляющих различные виды административного контроля, а также субъектов хозяйствования, оказывающих разнообразные услуги при доставке грузов.

В зависимости от назначения, выполняемых операций и наличия входящих в терминальный комплекс устройств терминалы подразделяют на транспортно-логистические (универсальные терминалы), осуществляющие переработку широкой номенклатуры совместимых грузов, таможенно-логистические, оказывающие услуги, связанные с хранением и таможенным оформлением товаров и транспортных средств.

Транспортно-логистический центр в соответствии с СТБ 2047–2010 можно определить как имущественный комплекс, включающий специально отведенный участок с расположенными на нем зданиями, сооружениями, оборудованием и предназначенный для оказания комплекса логистических услуг в процессе движения материальных потоков от производителя к потребителю.

Важнейшими элементами транспортно-логистических центров, включаемыми в их состав, как правило, являются:

- складские помещения закрытого типа для хранения и обработки грузов, позволяющие осуществлять многоярусное стеллажное хранение;

- современные средства механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ;
- системы автоматизации складского учета и штрихового кодирования;
- подъездные пути различных видов транспорта, обслуживающих транспортно-логистический центр;
- помещения для таможенной обработки грузов таможенными органами;
- административные помещения и офисы;
- помещения для оптово-розничной торговли;
- помещения для размещения филиалов (подразделений) банков, страховых компаний и других организаций, оказывающих соответствующие услуги;
- площадки для парковки и отстоя автотранспортных средств;
- пункты технического обслуживания автотранспортных средств и др.

Транспортно-логистические центры могут иметь собственный парк транспортных средств, в том числе предоставляя их в аренду, осуществлять ремонт и регулировку оборудования, фасовку, упаковку и маркировку отгрузочных партий, информационное обслуживание и обеспечение доставки грузов. На территории транспортно-логистического центра располагаются также станции технического обслуживания автотранспортных средств, автомойки, автозаправочные станции, гостиничные комплексы, предприятия общественного питания, что в целом дает возможность получения синергетического эффекта за счет комплексности обслуживания.

Создание современных транспортно-логистических центров, обеспечивающих своевременное и качественное оказание различным клиентам необходимого комплекса транспортно-экспедиционных и логистических услуг, позволяет использующим их субъектам хозяйствования существенно сократить собственные складские площади или полностью отказаться от них, уменьшить соответствующие затраты, повысив эффективность основной деятельности.

5.9 Определение оптимального количества складов в регионе обслуживания

Стратегия формирования складской сети является одной из важнейших проблем логистики складирования, в рамках которой предусматривается решение следующих тесно связанных между собой задач:

- определение необходимого количества складов;
- определение места расположения склада;
- определение принадлежности используемого склада, т.е. выбор между собственным складом и складом общего пользования;
- выбор системы товароснабжения складов (централизованное или децентрализованное снабжение).

Количество и территориальное размещение складов определяются мощностью материальных потоков и их рациональной организацией, спросом на рынке сбыта, размерами региона обслуживания и концентрацией в нем потребителей, требуемым уровнем их обслуживания, относительным расположением поставщиков и покупателей, особенностями коммуникационных связей и т.д.

Необходимо отметить, что если для малых и средних предприятий, как правило, достаточно одного склада, то крупные организации могут использовать децентрализованный или централизованный вариант. В децентрализованной системе снабжения поставки на каждый склад осуществляются независимо от других складов, причем все склады имеют аналогичное функциональное назначение и различаются только по мощности. Такую систему рекомендуют использовать при небольшом количестве поставщиков, незначительной широте ассортиментных позиций, при реализации непосредственно конечным потребителям, а также для крупногабаритных грузов и грузов с высокими затратами на перевалку.

В централизованной системе снабжения, которая имеет целый ряд организационных и экономических преимуществ, склады могут подразделяться по своему функциональному назначению следующим образом:

- центральный (распределительный) склад, основным назначением которого являются концентрация запасов и переформирование партий товаров в соответствии с потребностями региональных складов, т.е. распределение;
- региональный (подсортировочно-распределительный) склад, на котором совмещаются функции расформирования поступающих партий товаров и комплектации заказов согласно спросу конечных потребителей, т.е. функции распределения и комплектации;
- подсортировочные склады, основной функцией которых является выполнение комплектации заказов в соответствии с различными требованиями конечных потребителей.

Задача определения количества складов при формировании складской сети, как и другие логистические задачи, является оптимизационной. Решение в этом случае должно приниматься на основе учета всех экономических затрат, связанных с изменением количества складов в логистической системе, а критерием выбора является минимум суммарных логистических издержек при обеспечении необходимого уровня обслуживания потребителей.

В соответствии с различными литературными источниками (например, [1, 3, 8, 14] и др.) для определения оптимального количества складов в регионе обслуживания следует проанализировать зависимость следующих видов издержек от числа складов:

1) *транспортные затраты*, которые включают как переменную, так и условно-постоянную составляющую, и подразделяются на расходы, связан-

ные с доставкой товаров от поставщиков на склады, и расходы по доставке товаров со складов потребителям.

При увеличении количества складов в системе вследствие увеличения количества ездов и суммарной величины пробега транспортных средств транспортные расходы, связанные с поставкой на склады, увеличиваются, однако в меньшей степени чем расстояние.

В свою очередь, приближение складов в результате увеличения их количества к конечным потребителям сокращает общий пробег транспортных средств при доставке товаров со складов потребителям и позволяет уменьшить соответствующие транспортные расходы. В результате, как правило, суммарные транспортные затраты при увеличении количества складов в логистической системе снижаются;

2) затраты на хранение запасов.

Такие затраты подразделяют на постоянные, которые не зависят от объемов и интенсивности грузопереработки на складе (амортизационные отчисления, коммунальные платежи и др.), и переменные, непосредственно зависящие от указанных факторов, что в целом и предопределяет соответствующую зависимость этого вида затрат от количества складов.

При увеличении количества складов в системе издержки для отдельно рассматриваемого склада уменьшаются, но суммарные затраты системы на хранение (содержание всего складского хозяйства) увеличиваются. Обусловлено данное положение тем, что при сокращении площади склада затраты, приходящиеся на его 1 м^2 , увеличиваются (так называемый эффект масштаба);

3) затраты на запасы.

Изменение количества складов в системе особенно значительно влияет на величину страхового запаса, который в общем случае необходимо создавать на каждом складе. Для отдельного склада с увеличением их количества страховой запас уменьшается, но не настолько быстро как зона его обслуживания. Кроме того, в ряде случаев оптимальные размеры заказов при уменьшении зоны обслуживания могут оказаться ниже минимальных норм отгрузки, что приводит к увеличению размера заказов по сравнению с оптимальным и возрастанию величины запаса.

В результате увеличение количества складов вызывает увеличение суммарного запаса в логистической системе, а следовательно, и рост рассматриваемого вида затрат;

4) затраты по управлению системой распределения (обработкой заказов).

Для данного вида затрат также действует эффект масштаба, в результате чего увеличение количества складов приводит к возрастанию таких затрат в целом для системы;

5) затраты (потери) от уменьшения объема продаж.

Увеличение количества складов приводит к их приближению к потребителям, что позволяет улучшить уровень обслуживания, быстрее реагируя на

изменения потребностей, повысив своевременность и точность выполнения заказов, расширив возможность для потребителей самостоятельного выбора определенного товарного ассортимента. В результате повышается конкурентоспособность, а соответственно, возрастают доходы и уменьшаются затраты (потери) от упущенных продаж (уменьшения их объема).

Путем суммирования ординат графиков всех рассмотренных выше видов затрат определяют зависимость общих логистических издержек от количества входящих в систему складов (функция F на рисунке 5.5). Абсцисса минимума кривой общих логистических издержек показывает значение оптимального количества складов в системе.

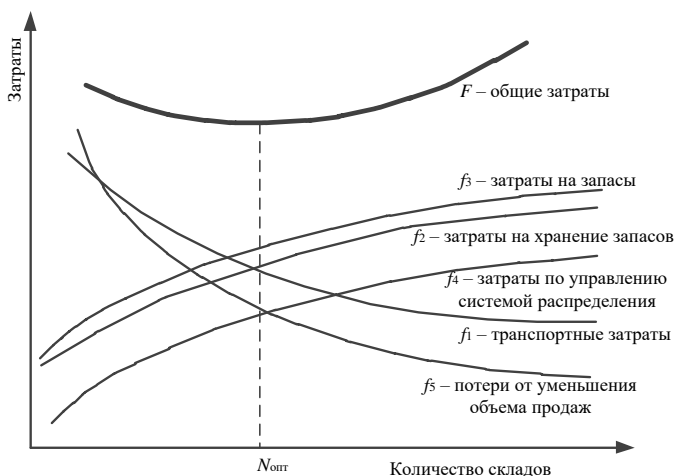


Рисунок 5.5 – Зависимость общих логистических издержек от количества складов в системе

5.10 Определение месторасположения склада

Определение оптимального количества складов в логистической системе непосредственно связано с определением местоположения склада. Указанные две задачи должны решаться параллельно, так как имеют тесную взаимосвязь и взаимозависимость.

Место расположения склада в регионе обслуживания во многом определяет конкурентоспособность организации, так как существенно влияет на стоимость логистических услуг, предлагаемых потребителям, уровень их обслуживания за счет прежде всего увеличения или уменьшения транспортных расходов (на склад и со склада), складирования грузов. При этом наиболее важным решением этой задачи становится для складов снабженческой и распределительной логистики, которые взаимодействуют

с большим количеством потребителей, имеющих различное географическое расположение, в отличие от складов производственной логистики, размещаемых на территории соответствующих организаций.

Задача формирования складской сети и территориального расположения складов является оптимизационной, так как, с одной стороны, строительство новых или покупка действующих складов и их эксплуатация требуют значительных денежных средств, а с другой стороны, необходимо обеспечить, наряду с повышением уровня обслуживания потребителей, сокращение издержек обращения.

Для решения одной из фундаментальных логистических задач – *определения месторасположения склада* в обслуживаемом регионе – следует учитывать целый ряд факторов: размер обслуживаемой территории; географическое расположение поставщиков и потребителей; объем материальных потоков; маршруты доставки (характеристику транспортной сети); необходимую частоту поставок; затраты или тарифы на транспортные услуги и др.

Задача определения месторасположения склада формируется как поиск оптимального или субоптимального (близкого к оптимальному) решения. При выборе месторасположения склада из числа возможных вариантов оптимальным считается тот, который обеспечивает минимум приведенных затрат на строительство и последующую эксплуатацию склада, а также транспортных расходов по доставке и последующей отправке грузов потребителям с учетом максимального уровня их обслуживания.

Для решения рассматриваемой задачи могут использоваться разнообразные методы:

1 *Геометрический (гравитационный) метод*. Данный метод позволяет учитывать географическое расположение поставщиков и потребителей, объемы поставок на склад и отгрузки со склада, величину транспортных затрат (тарифов). При этом в соответствии с рассматриваемым методом издержки прямо пропорциональны как количеству транспортируемых товарно-материальных ресурсов, так и дальности их перевозки. Для его применения на карту региона обслуживания наносят координатные оси и отмечают координаты точек, в которых размещаются поставщики и потребители.

Месторасположение склада в том случае, когда транспортный тариф на перевозку грузов одинаковый для поставщиков и потребителей, определяется в виде координат центра тяжести грузовых потоков по формулам:

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}; \quad (5.1)$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}; \quad (5.2)$$

где X_c, Y_c – координаты склада, км;

n – количество поставщиков и потребителей;

X_i, Y_i – соответственно расстояние от начала осей координат до расположения i -го поставщика или i -го потребителя, км;

Q_i – объем материального потока i -го поставщика или i -го потребителя, т.

Месторасположение склада определяется как центр равновесной системы транспортных затрат при различных транспортных тарифах на перевозку грузов для поставщиков и потребителей. Расчет координат склада в этом случае производится по формулам:

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_i X_i Q_i}{\sum_{i=1}^n T_i Q_i}; \quad (5.3)$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_i Y_i Q_i}{\sum_{i=1}^n T_i Q_i}, \quad (5.4)$$

где T_i – транспортный тариф для i -го поставщика или i -го потребителя, руб./т·км.

Полученный при использовании данного метода результат, как правило, требует дополнительной оценки и при необходимости корректировки рассчитанного места размещения склада, так как не учитывает особенности местности, развитие транспортных коммуникаций и ряд других существенных для правильного решения рассматриваемой задачи факторов.

2 Метод размещения с учетом окупаемости (определения затрат). В соответствии с этим методом определяются общие затраты на ведение деятельности для каждого возможного варианта места расположения склада и осуществляется выбор лучшего из рассматриваемых вариантов на основании минимума совокупных издержек.

В рамках данного метода рассчитываются постоянные и переменные издержки для каждого варианта размещения склада. Для упрощения расчетов затраты, которые на практике являются фиксированными, т.е. не зависят от места расположения склада, могут не учитываться.

При этом может осуществляться как полный перебор всех возможных вариантов места нахождения склада, так и использование эвристического метода, при котором на основании опыта специалиста на предварительном этапе расчета осуществляется отказ от значительного количества очевидно не приемлемых вариантов, что существенно облегчает расчеты и ускоряет их выполнение.

3 Экспертный метод (метод взвешивания). Реализация метода предусматривает: формирование группы специалистов – экспертов; определение ими важнейших факторов, оказывающих влияние на место расположения склада; оценку значимости (ранжирование) каждого фактора с точки зрения влияния на конечный результат; определение итогового результата по каждому рассматриваемому варианту размещения склада; проверку согласованности мнений экспертов; принятие окончательного решения по выбору места расположения склада.

Данный метод позволяет всесторонне оценить рассматриваемую проблему путем учета как количественных, так и качественных факторов. Особое внимание в случае использования этого метода должно уделяться выбору экспертов, участвующих в определении месторасположения склада, так как от их знаний и опыта в значительной степени зависит эффективность принимаемого решения.

Необходимо отметить, что на выбор участка для размещения склада оказывают существенное влияние такие факторы:

- как наличие конкурентов на рынке;
- размер и конфигурация участка, отводимого под склад (возможность дальнейшего развития склада, достаточная площадь для парковки, маневрирования и проезда автотранспортных средств и др.);
- наличие различных инженерных коммуникаций;
- транспортная доступность местности, в том числе близость к общественному транспорту, существенно влияющая на транспортные издержки;
- численность и уровень жизни населения;
- планы местной администрации по использованию прилегающих территорий для исключения факторов, которые в дальнейшем могут оказать сдерживающее влияние на развитие склада;
- наличие необходимых трудовых ресурсов и их квалификация;
- требуемые расходы по благоустройству территории и т.д.

5.11 Принятие решения об использовании собственного или наемного склада. Аутсорсинг на рынке складских услуг

Одно из важных стратегических решений, которое должен принять субъект хозяйствования в сфере логистики складирования, – это выбор организационной формы управления складом. От правильного решения данной задачи зависит не только выполнение процесса складской переработки и уровень обслуживания потребителей, но в целом эффективность деятельности организации.

Варианты организации *логистической цепи с использованием собственных складов или с применением складов общего пользования (наемных складов)* имеют свои преимущества и недостатки, причем аренда (лизинг) склада или складских мощностей рассматриваются при решении такой задачи как использование собственного склада.

Преимуществами собственного склада являются: высокая степень контроля выполнения операций; гибкость по отношению к общей политике организации; обеспечение особых условий хранения и дополнительной подготовки товара к продаже; поддержание более высокого уровня интеграции логистической системы, включающей склад; нематериальные выгоды, такие как впечатление надежности и стабильности и т.п. К недостаткам дан-

ного варианта следует отнести необходимость значительных инвестиций в строительство склада и обеспечение его дальнейшей работы, а также отсутствие гибкости, позволяющей учитывать изменяющийся спрос или условия функционирования склада на определенной территории, в том числе геополитические риски.

В качестве наиболее важных преимуществ использования наемного склада можно указать следующие: не требуются инвестиции в создание и развитие собственного складского хозяйства; связанные со складированием финансовые риски возлагаются на владельца наемного склада; увеличивается гибкость организации при складировании товаров, так как можно изменять условия их хранения; появляется возможность максимальной концентрации на основном бизнесе; отсутствует необходимость в наличии собственного квалифицированного складского персонала. Основным недостатком данного варианта является низкая степень контроля выполнения необходимых операций.

В общем случае предпочтение варианту с собственным складом рекомендуется отдавать при наличии:

- стабильно большого объема и разновидностей складироваемых товаров;
- высокой оборачиваемости данных товаров;
- значительной концентрации потребителей и высокого уровня требований к их обслуживанию в соответствующем регионе;
- возможности частых изменений стратегии сбыта;
- высокого уровня конкуренции (удовлетворение потребностей покупателей более эффективно при использовании собственных складов) и т. д.

К услугам складов общего пользования целесообразно прибегать:

- при отсутствии достаточных финансовых средств на создание собственного склада;
- незначительных объемах товарооборота;
- выходе на новые рынки сбыта;
- хранении товаров сезонного спроса.

Для выбора формы собственности склада необходимо проведение расчетов и сравнение затрат на хранение запаса по вариантам организации собственного склада и использования склада общего пользования (наемного склада), причем в первом случае эти затраты подразделяются на условно-постоянные и переменные. Основой для принятия решения служит полученное значение так называемого грузооборота «безразличия», при котором затраты на хранение запаса на собственном складе (F) равны расходам за пользование услугами наемного склада (Z).

Процесс принятия такого решения включает в себя следующее [9]:

1 Определяются затраты по хранению товаров на наемном складе в зависимости от объема грузооборота по следующей формуле:

$$Z(Q) = C_{\text{сут}} D_{\text{к}} \frac{3Q}{D_{\text{р}} q}, \quad (5.5)$$

где $C_{\text{сут}}$ – суточная стоимость использования 1 м² грузовой площади наемного склада;

$D_{\text{к}}$ – число дней хранения запасов на наемном складе за год (календарных);

3 – размер запаса, дней оборота;

Q – годовой грузооборот, т/год;

$D_{\text{р}}$ – число рабочих дней в году;

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

2 Определяются затраты по хранению товаров на собственном складе в зависимости от объема грузооборота:

$$F(Q) = F_{\text{пер}}(Q) + F_{\text{пост}}(Q), \quad (5.6)$$

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

$F_{\text{пост}}(Q)$ – зависимость условно-постоянных затрат на собственном складе от объема грузооборота.

Переменные затраты

$$F_{\text{пер}}(Q) = QdD_{\text{р}}, \quad (5.7)$$

где d – стоимость обработки 1 т грузопотока на собственном складе.

3) Аналитически значение грузооборота «безразличия» определяется по формуле:

$$Q_{\text{без}} = \frac{QF_{\text{пост}}(Q)}{Z(Q) - F_{\text{пер}}(Q)}. \quad (5.8)$$

Для решения задачи графически в системе координат (рисунок 5.6) строятся графики функций $Z(Q)$ и $F(Q)$, характеризующие зависимость затрат соответственно по хранению товаров на наемном складе и на собственном складе от объема грузооборота. При этом графики функций $Z(Q)$ и $F_{\text{пер}}(Q)$ имеют линейный характер, а график функции $F_{\text{пост}}(Q)$ параллелен оси абсцисс, так как условно-постоянные затраты принимаются не зависящими от грузооборота.

Грузооборот «безразличия» $Q_{\text{без}}$ определяется абсциссой точки пересечения графиков функций $Z(Q)$ и $F(Q)$, в которой затраты на хранение запаса на собственном складе равны расходам за пользование услугами наемного склада.

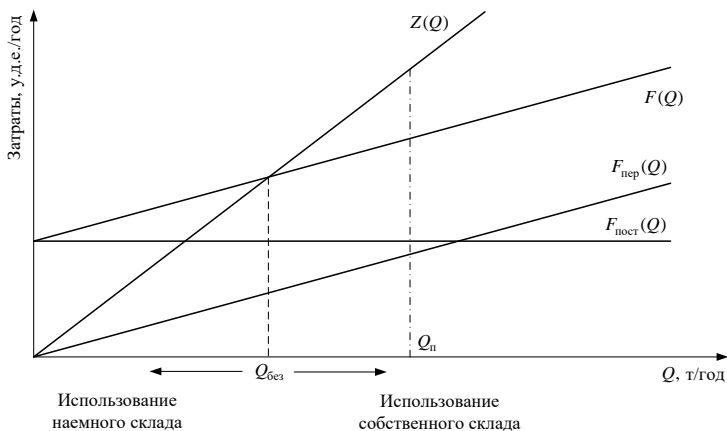


Рисунок 5.6 – Определение формы собственности используемого склада

4 При планируемом годовом грузообороте $Q_{п}$, превышающем $Q_{без}$, определяется расчетный срок окупаемости инвестиций (капитальных вложений) в организацию собственного склада:

$$t_{ок}^p = \frac{ИН}{Z(Q_{п}) - F(Q_{п})}, \quad (5.9)$$

где ИН – инвестиции (капитальные вложения), необходимые для организации собственного склада.

Решение о строительстве собственного склада принимается в случае, если расчетный срок окупаемости удовлетворяет инвестора ($t_{ок}^p \leq t_{ок}^н$).

Необходимо отметить, что оптимальным решением может являться и комбинация рассмотренных вариантов, когда склады субъекта хозяйствования имеют различные формы собственности, например, по региональному принципу деления.

Услуги по складированию (ответственное хранение и переработка грузов, формирование заказов, переупаковка, маркировка и пакетирование товаров) и дистрибуции товаров являются важной составной частью комплексных логистических услуг. *Аутсорсинг* (передача выполнения на основании договора определенных операций внешним партнерам – специализированным организациям) широко применяется особенно за рубежом на рынке логистических услуг в складировании. Отсутствие необходимости использования собственных ресурсов для организации собственных складов и выполнения складских логистических операций позволяет высвободить средства для развития основных видов деятельности, в полной мере использовать соответствующие преимущества привлечения провайдеров (операторов), т.е. поставщиков складских услуг.

Услуги в сфере логистики складирования предлагают логистические провайдеры различных уровней, но наиболее часто это *3PL*-операторы, оказывающие комплекс услуг, включающий хранение товаров, обработку грузов на складе, организацию и управление доставкой потребителю и др. Такие провайдеры берут на себя функцию управления запасами у потребителей своего клиента, имеют склады не ниже класса *B* для хранения различных товаров, региональную складскую сеть для работы с филиалами компании-заказчика, парк различных транспортных средств, несут ответственность за невыполнение условий и сроков доставки грузов.

Дальнейшее развитие аутсорсинга связано с деятельностью *4PL*-провайдеров, которые осуществляют сочетание стратегического управления логистическими цепями и оперативного управления вопросами реализации и выполнения стратегических решений, т.е. объединяют функции консалтинговой компании и *3PL*-провайдера. Они предлагают также услуги по реализации разработанного ими плана товародвижения, включая транспортировку, складирование и др.

Возможность выстраивать оптимальные логистические цепочки обеспечивают *5PL*-провайдеры, имеющие всю информацию о логистических возможностях участников рынка и оказывающие весь комплекс услуг за счет использования глобального информационно-технологического пространства [5].

6 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ

6.1 Структура и задачи разработки системы складирования

Систему складирования можно определить как совокупность взаимосвязанных элементов, обеспечивающих формирование, продвижение и преобразование материального потока на складе и рациональное управление им. При разработке и оценке вариантов системы складирования следует учитывать все взаимосвязи и взаимозависимости между внешними и внутренними складскими потоками, а также связанные с ними факторы (величину и свойства перерабатываемых товарно-материальных ресурсов, особенности их размещения на складе, характеристики подъемно-транспортного и складского оборудования, применяемые товароносители, параметры склада и т.д.).

Система складирования должна рассматриваться как часть общей концепции склада и быть максимально эффективной, обеспечивая наилучшие экономические результаты при наименьших затратах. Для этого планирование и реализация складской системы осуществляются в непосредственной увязке с интересами субъекта хозяйствования в целом, а основным критерием выбора общей концепции системы складирования становится минимизация общих логистических издержек соответствующей организации.

Система складирования включает следующие основные взаимосвязанные подсистемы, каждая из которых состоит из нескольких модулей (блоков) [3, 14]:

1) **технико-технологическая**, которая характеризует технические и технологические параметры склада и оборудования, виды товароносителей. В составе подсистемы выделяют модули:

– *здания и сооружения*, предназначенные для складирования и различающиеся по видам и их конструктивным особенностям (открытые площадки, полузакрытые склады под навесом, одно- или многоэтажные закрытые склады и др.);

– *складируемая (складская) грузовая единица*, т.е. груз, скомпонованный и сформированный на определенных товароносителях, в качестве которых выступают различные типы поддонов, кассеты и др.;

– *подъемно-транспортное оборудование*, представляющее собой технические средства, предназначенные для перемещения груза на складе, т.е. различные типы подъемно-транспортных машин и механизмов разнообразных моделей, выбираемые исходя из характеристик материального потока на складе;

2) **функциональная**, определяющая процесс грузопереработки на складе. Основные модули подсистемы:

– *вид складирования*, определяющий пространственное размещение и положение грузов на складе в сочетании с технологическим оборудованием, предназначенным для складирования груза (использование стеллажей различных видов – фронтальных, двойной глубины, узкопроходных, глубинных, гравитационных и т.д. или штабельный способ хранения);

– *система комиссионирования*, представляющая собой комплекс операций по комплектации и подготовке отгрузочных партий, их доставке в соответствии с требованиями клиентов;

– *управление грузопереработкой (перемещением грузов)*, обусловленное возможностями технологического и обслуживающего оборудования;

3) **поддерживающая**, включающая модули, обеспечивающие эффективное функционирование всего складского хозяйства:

– *информационно-компьютерная поддержка*;

– *правовое обеспечение*;

– *организационно-экономическое обеспечение*;

– *экологическое и эргономическое обеспечение*.

Необходимо отметить, что каждый из указанных модулей (блоков) включает ряд элементов, число которых является значительным, а их сочетание в различных комбинациях еще более увеличивает многовариантность при разработке системы складирования.

Комплекс отношений между подсистемами, модулями и элементами составляет структуру системы складирования, зависящую от многих факторов, функций склада, поставленных при разработке рассматриваемой системы задач и др. Поэтому разработка конкурентоспособных вариантов системы складирования должна производиться в определенной последовательности с учетом технико-экономической оценки каждого из них, а выбранная система складирования – позволять осуществлять оптимальное размещение товарно-материальных ресурсов на складе и эффективное управление ими при минимальных логистических издержках на создание такой системы и дальнейшую эксплуатацию склада.

Для определения оптимальной системы складирования рекомендуется выполнение следующих этапов [7, 14]:

– определяется цель создания системы складирования;

– определяется комплексная задача, которой подчинена разработка системы складирования;

– устанавливается необходимый уровень технической оснащенности и организации переработки груза на складе (частично-механизированный, механизированный, автоматизированный, автоматический);

– выбираются элементы каждой подсистемы складирования;

– формируются варианты системы складирования на основе различных комбинаций выбранных элементов всех подсистем;

– осуществляется предварительный отбор конкурентоспособных вариантов по техническим и технологическим ограничениям;

– выполняется технико-экономическая оценка каждого из рассматриваемых конкурентоспособных вариантов;

– на основе анализа результатов технико-экономических расчетов производится выбор оптимального варианта системы складирования.

Цель создания системы складирования определяется местом склада в логистической цепи, его функциями и задачами в рамках логистической системы, которые непосредственно влияют на необходимый уровень технической оснащенности и организации переработки груза на складе, взаимодействие с обслуживающими его транспортными средствами.

Задача разработки системы складирования особенно актуальна при эксплуатации собственного склада организации, так как правильный выбор этой системы обеспечивает необходимую рентабельность его функционирования и оптимальное использование складских площадей и объемов.

В качестве *основных задач*, связанных со складами, решаемых при проектировании логистических систем, выделяют возникающие:

- при строительстве нового склада;
- расширении или реконструкции действующего склада;
- дооснащении или переоснащении действующего склада;
- оптимизации технологических решений на действующем складе.

Таким образом, задача разработки системы складирования может быть связана не только с сооружением склада или его реконструкцией, но и с процессом его эксплуатации, что обуславливает применение различных подходов к построению структуры системы складирования. Так, в первых двух случаях (строительство нового склада, расширение или реконструкция действующего склада) первоначальным этапом при формировании структуры системы складирования является выбор складываемой грузовой единицы, а завершающим этапом – определение вида и характеристик складского здания (сооружения), так как выбор параметров и конструктивных особенностей склада является результатом всей разработки.

В двух последних случаях (дооснащение или переоснащение действующего склада, оптимизация технологических решений на действующем складе) разработка структуры системы складирования осуществляется для действующих складов и, следовательно, основывается на уже существующих их параметрах и конструктивных особенностях. Поэтому определяющим для всех остальных будет являться модуль здания и сооружения технико-технологической подсистемы.

6.2 Модули системы складирования

Модуль «Здания и сооружения».

Одной из основных целей при выборе элементов рассматриваемого модуля системы складирования является обеспечение максимального исполь-

зования складских площадей и объемов. Склады различаются не только по способам обеспечения хранения товарно-материальных ресурсов (открытые площадки, полужакрытые склады под навесом, закрытые склады), но и по другим конструктивным особенностям.

Закрытые склады являются основным типом складских сооружений и подразделяются на различные виды в зависимости от соответствующих характеристик и свойств хранящихся грузов.

Закрытые склады могут быть одно- и многопролетными, отапливаемыми и неотапливаемыми и др. Здание склада может быть как многоэтажным, так и одноэтажным, причем в последнем случае склады подразделяются в зависимости от высоты. Следует отметить, что эффективность использования складского объема во многом зависит от высоты складирования груза, которая должна максимально приближаться к строительной высоте склада. При сооружении таких складов, как правило, используют типовые проекты, что позволяет снизить затраты, связанные с проектированием, и сократить время на создание склада.

Склады открытого хранения (площадки) позволяют обеспечивать хранение грузов, не боящихся атмосферных осадков, а также перевозимых в контейнерах. Полужакрытые склады (площадки под навесом) могут иметь от одной до трех легких стен и используются для хранения грузов, требующих защиты от непосредственного воздействия атмосферных осадков.

Строительство крупных складских комплексов с высотой от 12 м, пролетом не менее 24 м, с рампой внутри складского здания, высоким уровнем механизации или автоматизации всего процесса грузопереработки определяют как важную тенденцию развития современного складского хозяйства.

Необходимо отметить, что основным критерием для выбора параметров склада являются суммарные затраты, приходящиеся на складирование одной грузовой единицы.

Модуль «Складская грузовая единица».

Важнейшее значение для организации эффективного технологического процесса на складе является определение оптимального вида и размеров товароносителя, на котором формируется складированная грузовая единица.

В качестве складского товароносителя, который увязывает между собой внешние и внутренние материальные потоки, а также все элементы системы складирования, могут выступать различные типы поддонов (плоский, ящичный, стоечный), контейнеры, кассеты, ящики для мелких грузов и т.д.

Оптимальные товароноситель и размеры складской грузовой единицы должны обеспечивать выполнение минимального количества операций по переработке груза на складе. При этом для логистической системы в целом наилучшим вариантом является использование такого товароносителя, который бы обеспечил доставку товарно-материальных ресурсов от производителя до конечного потребителя без переформирования соответствующей грузовой единицы.

Модуль «Подъемно-транспортное оборудование».

Для обслуживания складов используются различные типы подъемно-транспортного оборудования (электро- и автопогрузчики, электроштабелеры, краны-штабелеры, мостовые и козловые краны, тележки, подъемники и т.д.). При этом конкретные модели подъемно-транспортных машин имеют определенные технические и эксплуатационные параметры. Выбор их тесно связан с рассмотренными выше элементами системы складирования и зависит как от характеристик указанного оборудования, так и от необходимого уровня технической оснащенности склада.

Выбор подъемно-транспортного оборудования зависит от таких важных факторов: как тип и конструктивные особенности склада; условия хранения; объем работы склада; особенности обслуживающих склад транспортных средств; характеристика грузовой единицы и ее товароносителя; оборачиваемость хранящихся на складе товарно-материальных ресурсов и др.

Модуль «Вид складирования».

Рассматриваемый модуль определяет способ складирования, т.е. выбор технологического оборудования для складирования грузов и форму его размещения в пространстве склада, которое должно обеспечивать максимальное использование площади и высоты склада. В качестве основных видов складирования выделяют штабелный (штабели блоками, рядами, пристенными рядами) и с использованием стеллажей (полочных, проходных, мобильных, гравитационных и т.д.).

При оценке различных видов складирования и выборе лучшего из них следует учитывать: требуемые условия хранения товара (исходя из его свойств и характеристик) и необходимость свободного доступа к нему; величину капитальных вложений и эксплуатационных расходов; используемый товароноситель; конструктивные параметры склада (прежде всего площадь и высоту); особенности комплектации заказов; широту ассортимента товаров; возможность автоматизированного управления.

Модуль «Система комисионирования».

Системы комисионирования предназначены для подготовки, отбора и комплектации товаров в соответствии с заказами потребителей и их оптимальной доставки. Процесс комисионирования охватывает все функции, которые требуются для выполнения заказа, начиная с его приема и заканчивая передачей заказа на отправку (отгрузку). На основе комбинации основных операций (подготовка товара, отбор, перемещение в зону комплектации и выдача) и выбираются различные подсистемы комисионирования [14].

Существуют различные схемы и методы осуществления комплектации заказов в соответствии с заявками потребителей, которые учитывают: осуществление индивидуального или комплексного отбора с мест хранения; характер перемещения груза при отборе; уровень механизации работ при выполнении операций и др.

Модуль «Управление грузопереработкой (перемещением грузов)».

Рассматриваемый модуль определяет формы управления перемещением грузов на складе, которые зависят от необходимости выполнения установленных требований к технической оснащенности склада, характеристик применяемых для переработки подъемно-транспортных машин и складского оборудования, используемого товароносителя.

Выделяют следующие основные режимы управления подъемно-транспортными машинами и складским оборудованием при перемещении грузов:

- автономный ручной режим;
- автономный местный режим (с помощью пульта управления из кабины);
- автоматический дистанционный режим (с помощью пульта управления, расположенного вне кабины);
- автоматический режим управления по системе онлайн (обработка информации, реализация команд в режиме реального времени) или оффлайн (значительная временная разница между командой и ее выполнением).

Модуль «Информационно-компьютерная поддержка».

Модуль информационно-компьютерной поддержки является одним из важнейших в составе поддерживающей подсистемы, обеспечивая автоматизацию учета, наличия, движения и управления запасами, а также других функций, выполняемых на складе.

На современных складах эффективный логистический процесс невозможен без использования соответствующих систем, управляющих информационными потоками, которые должны обеспечивать:

- управление приемом и отправлением грузов;
- обработку поступающей документации;
- прием заказов потребителей;
- подготовку необходимых документов при отправлении грузов;
- обмен информацией между работниками различных участков и подразделений склада;
- управление запасами на складе и т.д.

В зависимости от решаемых задач и уровня программно-технического обеспечения выделяют следующие режимы обработки информационных потоков на складе:

- ручной режим;
- пакетный режим (ввод и обработка информации осуществляются периодически);
- режим реального времени (ввод и обработка информации производятся одновременно с выполнением определенных операций, движением грузов на складе);
- непосредственное управление с компьютера (предусматривает интегрированное управление материальными и сопутствующими им информационными потоками в режиме реального времени).

6.3 Классификация, состав и характеристика складских помещений

Конструктивные особенности складов многообразны и зависят от классификационных отличий. Вместе с тем практически на любом складе должны быть следующие основные группы помещений:

- складские основного производственного назначения;
- подсобные;
- вспомогательные.

Складские помещения основного производственного назначения функционально можно подразделить следующим образом:

– зона разгрузки, предназначенная для выгрузки груза из прибывающих транспортных средств и перемещения его непосредственно на территорию склада. Зонай разгрузки может являться рампа со стороны обслуживающих склад видов транспорта (железнодорожная, автомобильная) или специально выделенная для этого часть основного помещения склада;

– зона приемки (включая площади под сортировку, разбраковку), предназначенная для приемки товаров по количеству и качеству согласно сопроводительной документации, маркировки товара при необходимости, измерения массы и габаритных размеров, которая занимает часть основного помещения склада;

– приемочная экспедиция, создаваемая для разгрузки транспортных средств и приемки прибывших грузов в нерабочее время (вечернее, ночное, праздничные дни) по количеству мест и их кратковременного хранения до передачи в основной склад. Приемочная экспедиция должна размещаться в отдельном помещении склада;

– зона основного хранения, представляющая собой основную часть помещения склада, предназначенную для складирования, хранения товаров и последующей отборки с мест хранения для комплектования заказов;

– зона комплектации, размещаемая в основном помещении склада и предназначенная для специализированного отбора товара в заказе (только не в зоне основного хранения), формирования грузовых единиц в соответствии с заказами потребителей, а также при необходимости предпродажной подготовки товаров, упаковки и маркировки грузов. Зона комплектации занимает часть основного помещения склада;

– отправочная экспедиция, предназначенная для комплектации отгрузочных партий особенно в тех случаях, когда склад разделен на несколько складских помещений или осуществляется централизованная доставка заказов потребителям в соответствии с оптимальным маршрутом. В этой зоне выполняется сбор, контроль, кратковременное хранение подготовленных к отправке грузовых единиц, накопление и объединение заказов с другими, имеющими схожие маршруты, т.е. происходит консолидация отправок для организации их доставки потребителям;

- зона погрузки, предназначенная для осуществления погрузки груза в транспортные средства с целью дальнейшей доставки заказов потребителям;
- специальные участки и помещения, выделяемые при необходимости (участки фасовки, охлаждаемые камеры, секции хранения конфликтных партий товаров и т.д.).

Все указанные выше зоны размещаются на складе так, чтобы обеспечить наиболее эффективную организацию технологического процесса на складе. Они должны быть связаны между собой проходами и проездами и обслуживаться комплексом взаимодействующих подъемно-транспортных машин.

Зона хранения представляет собой основную часть склада с соответствующим оборудованием для хранения товаров. Вместимость зоны зависит не только от размеров складироваемых в ней товаров, но и от выбранного способа хранения, применяемых товароносителей. Правильный выбор указанного способа и оборудования для хранения и обработки позволяет оптимально использовать пространство этой зоны.

Зона хранения занимает на складе самую большую площадь, и к ней обычно примыкают зоны комплектования и упаковки, которые, в свою очередь, размещают рядом с зоной погрузки. Зона разгрузки должна располагаться рядом с зоной приемки.

К помещениям подсобного назначения относятся [14]:

- ремонтные мастерские (механические, столярные и слесарные), предназначенные для технического обслуживания, текущего ремонта оборудования, инвентаря, тары, зданий и сооружений;
- помещения для вентиляционных установок, устройств тепло-, водо-, энергоснабжения, размещения иных инженерных коммуникаций;
- зарядные станции аккумуляторных батарей напольного электротранспорта;
- места для стоянки подъемно-транспортных машин в нерабочее время;
- машинное отделение холодильных камер;
- железнодорожные и закрытые автотранспортные платформы и боксы;
- материальный склад для хранения подсобных материалов, оборудования и инвентаря;
- склад тары и упаковки, кладовые отходов;
- помещения для хранения хозяйственного инвентаря и машин;
- помещения для размещения охранной и пожарной сигнализации, персонала охраны склада.

Вспомогательные помещения включают необходимые служебные помещения для административно-управленческого персонала склада, бытовые помещения для работников (места отдыха и приема пищи, раздевалки, душевые, санитарные узлы и т.д.), комнаты для товарных образцов, приема посетителей и т.п.

7 СКЛАДСКАЯ ГРУЗОВАЯ ЕДИНИЦА, ТАРА И МАРКИРОВКА В ЛОГИСТИКЕ

7.1 Грузовая единица как элемент логистики. Складская грузовая единица

Одним из важных понятий логистики является понятие грузовой единицы. *Грузовая единица* – это определенное количество груза, с которым выполняют необходимые при доставке операции по погрузке, перевозке, выгрузке и хранению как с единой целой массой. Грузовая единица как основа материального потока представляет собой элемент логистики, связывающий воедино не только склад с внешней средой и различные его подразделения между собой, но и технологические процессы участников логистической цепи. Формирование грузовой единицы осуществляется как непосредственно на производственных участках, так и на складах.

Эффективное решение по выбору грузовой единицы при проектировании логистического процесса позволяет [8]:

- транспортировать одновременно большее количество товара;
- максимально использовать площадь и объем склада;
- применять стандартное оборудование при осуществлении погрузочно-разгрузочных и складских работ, повысить эффективность их выполнения;
- обеспечить высокую степень сохранности грузов;
- повысить безопасность выполнения работ.

Важнейшими характеристиками грузовой единицы являются ее геометрические размеры, масса, способность обеспечивать сохранность груза и тары в процессе выполнения различных логистических операций.

Выделяют два основных вида грузовых единиц:

- первичная (груз в транспортной таре, например, в ящиках, мешках, бочках);
- укрупненная (грузовой пакет, сформированный на товароносителе из первичных грузовых единиц).

Для обеспечения эффективного взаимодействия всех участников процесса доставки в рамках логистической системы грузовая единица может формироваться на внешнем товароносителе, в качестве которого наиболее часто используют поддоны и контейнеры, образуя таким образом грузопакет. Следует отметить, что в определенных случаях может осуществляться доставка и в виде первичной грузовой единицы без товароносителя.

Основными составными частями сформированной грузовой единицы (грузопакета) являются отдельные, как правило, упакованные грузы, объединенные в пакеты, и соответствующие вспомогательные средства, включающие товароноситель (поддон, контейнер, тару-оборудование) и средства защиты грузов (обвязка, обшивка, прокладка, термоусадочное покрытие).

Расформирование грузовой единицы приводит к дополнительным издержкам, причем вероятность расформирования зависит от ее размеров и их сокращение вызовет уменьшение издержек данного вида. В свою очередь, расходы, связанные с погрузкой и разгрузкой транспортных средств, транспортировкой груза снижаются при увеличении массы грузовой единицы. Таким образом, при выборе параметров грузовой единицы необходимо учитывать оба рассматриваемых фактора, а оптимальное значение массы грузовой единицы определяется минимумом суммарных затрат, связанных с транспортировкой и обработкой грузовой единицы в процессе доставки.

Эффективность работы логистической системы непосредственно зависит от соответствия грузовой единицы, поступающей на склад, складской грузовой единице, что не всегда удается обеспечить. При этом, как уже отмечалось, оптимизация в процессе товародвижения достигается при условии прохождения грузовой единицы от производителя до конечного потребителя без ее расформирования через все места складирования.

В соответствии с *алгоритмом выбора оптимальной складской грузовой единицы* первоначально на основании требований покупателей к поставке грузов необходимо определить транспортные средства, используемые для доставки, а также вид внешнего товароносителя для выполнения заказа, который в значительной мере зависит и от размера заказа (одной партии поставки).

На выбор товароносителя влияют:

- 1) вид и размеры упаковки и транспортной тары, являющиеся важным фактором определения соответствующего товароносителя;
- 2) характеристики подъемно-транспортных машин и механизмов, обслуживающих склад, и особенности погрузочно-разгрузочных фронтов у потребителей, которые во многом формируют их требования к товароносителю;
- 3) применяемое технологическое оборудование для складирования груза, с параметрами рабочих органов которого должны согласовываться размеры товароносителя;
- 4) оборачиваемость товарного запаса;
- 5) система комплектации заказов.

7.2 Виды товароносителей. Пакетирование и контейнеризация

Основные *виды товароносителей* на складе – это поддоны, полуподдоны, ящичная тара и кассеты. Наиболее распространенным видом складского

товароносителя являются поддоны, позволяющие осуществлять хранение как в штабелях, так и с использованием стеллажей.

Выделяют следующие основные виды поддонов:

– *плоские* (деревянные, пластмассовые, деревянные с металлической обвязкой), которые при высоте 150 мм в плане имеют два основных типоразмера – 1200 × 800 мм и 1200 × 1000 мм. В зависимости от конструкции различают плоские поддоны одно- и двухнастильные (верхний настил используется для непосредственного размещения груза, а нижний – в качестве опоры), двух- и четырехзахватные (возможность ввода вилочного грузозахватного устройства для перемещения поддона соответственно с двух или четырех сторон). Плоские поддоны применяются для штучных (в том числе крупногабаритных товаров без тары – например, двигателей, редукторов и т.п.) и затаренных товаров (в ящиках, мешках, коробках и т.д.), форма и габариты которых обеспечивают их устойчивую укладку с учетом выдерживания давления верхнего слоя на нижний;

– *стоечные* (неразборные и сборно-разборные), имеющие над верхним настилом выступающие стойки, предназначенные для удержания находящегося на поддоне груза, которые могут быть жестко закрепленными (несъемными) и шарнирными (складными). Конструкция таких поддонов обеспечивает возможность установки их один на другой в несколько ярусов. Стоечные поддоны используются для хрупких товаров в таре, не выдерживающей значительную нагрузку, а также для товаров, форма и габаритные размеры которых не обеспечивают устойчивую укладку их на площадке поддона в штабель (например, сантехнические изделия, мебель и т.д.);

– *ящичные*, имеющие три или четыре боковые стенки (из различных материалов), которые могут быть жестко закрепленными, складными или съемными. При этом стенки бывают сплошные, сетчатые, решетчатые и реечные. Используются ящичные поддоны в основном для мелких штучных грузов, а также легкоповреждаемых товаров при многоярусной укладке в стеллажи;

– *специализированные*, предназначенные для определенных видов грузов, например, под рулоны.

Поддоны просты по конструкции, удобны и практичны в эксплуатации, обеспечивают механизированную обработку грузов, сокращение трудозатрат при выполнении погрузочно-разгрузочных и складских работ. Следует отметить, что стоечные и ящичные поддоны обеспечивают стабильную форму пакетов, а пакеты на плоских поддонах требуют дополнительного крепления.

Остальные виды складских товароносителей (полуподдоны, ящичная тара и кассеты, применяемые для мелких товаров) по своим размерам кратны размерам стандартного поддона.

Выбор оптимального складского товароносителя необходимо осуществлять с учетом следующих основных факторов: обеспечение комплексной ме-

ханизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ; масса, габаритные размеры и форма хранящихся на складе товаров; объемно-планировочные решения склада, в том числе высота складирования, ширина проходов и проездов; способ хранения и требования технических нормативных правовых актов, действующих для соответствующих товаров, в части обеспечения их сохранности; технические характеристики применяемых для перемещения и складирования грузов подъемно-транспортных машин, оптимальное использование их грузоподъемности [14].

В качестве внешнего товароносителя, как уже отмечалось, наиболее часто используют не только поддоны, но и контейнеры различных типов. Соответственно технологии доставки товарно-материальных ресурсов с использованием таких товароносителей называются пакетными и контейнерными.

Сохранность груза и тары в процессе товародвижения в логистической цепи в значительной мере обеспечивается пакетированием. *Пакетирование* – это логистическая операция формирования на поддоне грузовой единицы с последующим объединением груза и поддона в единое целое. Транспортный пакет представляет собой укрупненную грузовую единицу, сформированную из отдельных первичных грузовых мест на средствах пакетирования, предназначенную для транспортирования от грузоотправителя до грузополучателя без расформирования. Пакетирование обеспечивает:

- высокую степень сохранности товара при доставке его потребителю;
- максимальное использование грузоподъемности и вместимости транспортных средств;
- повышение эффективности выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ за счет их комплексной механизации и автоматизации;
- возможность перегрузки без переформирования грузовой единицы;
- высокую степень безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ [8].

Для осуществления пакетирования используют различные средства скрепления: металлические и пластмассовые ленты, мягкую стальную проволоку, веревки, сетки, термоусадочную пленку (применение основано на способности полимерной пленки сокращаться после воздействия температуры, превышающей температуру размягчения полимера) и др. Использование термоусадочной пленки позволяет пакетировать различные по форме и размерам грузы, автоматизировать выполнение операции, однако не может применяться для замороженных продуктов.

Наиболее высокую степень сохранности товаров при доставке потребителям обеспечивает *контейнеризация*. Грузовой контейнер – многооборотная тара, предмет транспортного оборудования, который в соответствии со стандартом ИСО 830-1981:

- является достаточно прочным и пригодным для многократного использования;

– имеет специальную конструкцию, позволяющую удобную перевозку грузов одним или несколькими видами транспорта без промежуточной разгрузки;

– снабжен приспособлениями для его быстрой перегрузки с одного вида транспорта на другой;

– изготовлен таким образом, что его можно легко разгружать и загружать;

– имеет внутренний объем не менее 1 м³ или 35,3 куб. футов.

Грузовые контейнеры используются в качестве съемных органов (кузов) транспортных средств и приспособлены для механизированной погрузки – выгрузки и перегрузки с одного вида транспорта на другой. Они стандартизированы по массе брутто, габаритным и присоединительным размерам, конструкции устройств для крепления их на подвижном составе и к захватным органам погрузочно-разгрузочных машин.

По массе брутто выделяют следующие типы контейнеров – крупнотоннажные, среднетоннажные и малотоннажные. Контейнеры могут применяться различных видов как универсальные, так и специализированные, предназначенные для отдельных видов грузов.

Контейнеризация наряду с указанными выше преимуществами пакетирования имеет и дополнительные. Она позволяет осуществлять смешанные перевозки различными видами транспорта, реализуя важнейший логистический принцип доставки “от двери до двери” с минимальными затратами времени и средств, значительно уменьшить себестоимость грузовых операций, существенно снизить затраты грузовладельцев на тару и упаковку грузов, повысить производительность труда.

7.3 Тара и упаковка

Сохранность товаров в процессе их транспортировки и хранения во многом обеспечивается применением надлежащей упаковки. *Упаковка* – это средство или комплекс средств, направленных на обеспечение максимальной сохранности и транспортабельного состояния различных товарно-материальных ресурсов при их доставке потребителям. Упаковка не только должна обеспечивать защиту продукции (груза) от повреждений и потерь, окружающей среды от загрязнения, но и улучшать процесс товарообращения, включая хранение, перевозку, выполнение погрузочно-разгрузочных операций и реализацию.

В логистике в качестве функций упаковки наряду с защитой от воздействия внешних негативных факторов, влияющих на сохранность товаров, и предоставлением соответствующей информации о продукции выделяют повышение эффективности грузопереработки за счет определенной унификации применяемого оборудования и характеристик используемых транспортных средств, а также содействие продвижению продукции на рынке.

В соответствии с ГОСТ 17527-2003 «Упаковка. Термины и определения» упаковка включает: тару различных видов; изолирующие, поглощающие и амортизирующие материалы (опилки, стружки, картон, бумага, пенопласт, вата, ткани и др.); вспомогательные упаковочные средства (например, средства консервации) и материалы.

Современная упаковка должна удовлетворять следующим основным требованиям: соответствовать роду и характеру перевозимого груза; надежно защищать груз от внешних воздействий, а транспортные средства и окружающую среду от загрязнения; соответствовать размерам упаковываемой продукции; быть оптимальной по стоимости и привлекательной по внешнему виду; обеспечивать возможность механизации выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ; быть по возможности универсальной, т.е. использоваться для товаров различных видов [16].

Основным элементом упаковки является *тара* – специальное изделие для размещения продукции, обеспечивающее ее сохранность при доставке потребителям. Требования к таре определены исходя из воздействия на груз следующих основных групп внешних факторов: механических (удары, толчки, вибрация, трение, нагрузка); климатических (температура окружающей среды, солнце, ветер, осадки, влажность); химических; биологических (грызуны, насекомые, микроорганизмы).

С учетом указанных факторов и необходимости эффективности использования к таре предъявляются следующие основные требования:

- достаточная прочность (способность выдерживать как динамические нагрузки, так и многоярусное складирование);
- сохранность груза, в том числе его товарного вида;
- максимальное использование грузоподъемности и вместимости транспортных средств, площади и объема складов;
- инертность (отсутствие химических реакций с грузом, а также другими элементами упаковки – прокладочными, амортизирующими, упаковочными средствами и материалами);
- удобство и безопасность выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ;
- минимальная стоимость и экономичность эксплуатации.

Классификация тары осуществляется по целому ряду признаков. **По функциональному назначению, принадлежности и условиям использования** выделяют следующие основные виды тары:

- *потребительская*, используемая для упаковывания товаров в удобной потребителям расфасовке (коробки, пачки, бутылки, пакеты и др.). Она может быть индивидуальной (для упаковывания одного изделия), порционной (для размещения определенного количества продукции), подарочной (наличие яркого, красочного оформления) и т.д.;

– *групповая*, предназначенная для размещения в ней определенного числа единиц продукции, обеспечивая комплектование и укрупнение партий товаров, особенно мелкоштучных, предварительно упакованных в потребительскую тару или без нее. Она служит также для защиты товаров от воздействия агрессивных факторов окружающей среды и предохранения их от механических нагрузок;

– *производственная*, используемая на производстве, т.е. внутри подразделений (цехов) и между подразделениями (цехами) субъекта хозяйствования, а также между субъектами хозяйствования на основе соответствующих договоров. Она служит для упаковывания, перемещения и хранения полуфабрикатов, запасных частей, комплектующих изделий, готовой продукции;

– *складская*, предназначенная для размещения, укладки, хранения и комплектования продукции непосредственно на складе;

– *транспортная*, используемая для упаковывания товаров, предварительно уложенных в потребительскую, групповую тару или без первичной упаковки. Она предназначена для защиты груза и внутренней упаковки от воздействия факторов окружающей среды, обеспечения транспортабельности;

– *тара-оборудование*, предназначенная для размещения в ней, транспортирования, временного хранения и продажи товаров методом самообслуживания. Она одновременно выполняет функции производственной и транспортной тары, а также торгового оборудования, позволяя повысить эффективность товародвижения от производителя к конечному потребителю;

– *инвентарная*, которая является собственностью организации и должна быть возвращена владельцу.

По степени специализации тара может быть: *универсальной* (для одного вида продукции) и *специализированной* (для различных видов товаров).

По жизненному циклу тару подразделяют: на *разовую* (однократного использования); *возвратную* (повторного использования с мелким ремонтом или без него); *оборотную (многооборотную)*, прочностные показатели которой позволяют обеспечить ее многократное применение.

По конструкции тара может быть *складной* (конструкция позволяет складовать ее без нарушений сочленения элементов и вновь придать таре первоначальную форму), *разборной* (конструкция позволяет разбирать ее на отдельные части и вновь собирать, соединив сочленяемые элементы), *неразборной*, *разборно-складной*, *закрытой*, *открытой*, *плотной*, *решетчатой* и т.п.

По прочности или способности сохранять свою первоначальную форму, т.е. выдерживать механические нагрузки и деформироваться, тару подразделяют:

– на *жесткую*, не изменяющую форму и размеры при доставке товаров вследствие большой механической прочности;

– *полужесткую*, сохраняющую свою первоначальную форму при небольших механических нагрузках;

– *мягкую*, принимающую различную форму в соответствии со степенью ее наполнения.

По размерам транспортной тары выделяют *малогабаритную* (габаритные размеры не превышают 1200×1000×1200 мм) и *крупногабаритную* (габаритные размеры более 1200×1000×1200 мм).

В зависимости от формы различают следующие виды транспортной тары: ящики, мешки, барабаны, банки, коробки, кассеты, сетки, бочки, канистры, фляги, бутылки, баллоны, флаконы и др.

В качестве материалов для изготовления тары используют дерево, металл, полимеры, картон, бумагу, ткань и их различные комбинации.

Для эффективной организации логистического процесса параметры грузовых единиц и используемого оборудования на всех стадиях движения товарно-материальных ресурсов должны быть согласованы между собой. Реализация этого обеспечивается применением условной единицы площади, называемой базовым модулем, который представляет собой прямоугольник размером 600×400 мм, укладываемый кратное (целое) число раз на грузовой платформе транспортного средства, на рабочей поверхности складского оборудования и т.п.

На основании базового модуля и разработана *система унифицированных размеров транспортной тары*, принцип создания которой заключается в том, что площадь стандартного поддона размером 1200×800 мм, служащего основанием для формирования грузовой единицы, разделяют на сетку кратных поддону размеров, определяющих наружные и внутренние размеры транспортной тары.

7.4 Назначение и виды маркировки

Под *маркировкой* понимается нанесение информации в виде надписей, цифровых, цветовых и условных обозначений на объект (продукцию, упаковку, ярлык или этикетку) с целью его дальнейшей идентификации, указания его свойств и характеристик.

Маркировку по назначению подразделяют:

– на *товарную (потребительскую)*, которая предназначена для торговых организаций и потребителей, наносится изготовителем и содержит основные качественные и количественные характеристики продукции (название, тип, сорт, дата выпуска, наименование изготовителя и др.);

– *грузовую (отправительскую)*, включающую надписи с наименованием грузоотправителя и грузополучателя, а также пунктов отправления и назначения груза;

– *специальную*, указывающую на особенности обращения с грузом при выполнении различных операций в процессе его доставки, которая наносится грузоотправителем в виде предупредительных надписей или манипуляционных знаков;

– *экологическую (эко-маркировку)*, которая обозначает возможность использования самого изделия и его частей, упаковки в качестве отходов потребления, конкретную опасность, которую товар (груз) представляет для окружающей среды и человека;

– *транспортную*, которая позволяет отличить одну партию груза от другой, установить связь между грузом и перевозочным документом, т.е. определить принадлежность груза соответствующему грузовладельцу, обеспечить соблюдение необходимых мер предосторожности при доставке груза.

В соответствии с транспортным законодательством предъявляемые к перевозке грузоотправителем тарно-упаковочные и штучные грузы должны иметь транспортную маркировку, наносимую на каждое грузовое место согласно ГОСТ 14192-96 и нормативным актам, действующим на соответствующих видах транспорта. Например, при перевозках грузов железнодорожным транспортом общего пользования содержание, место и способ нанесения транспортной маркировки, порядок расположения, размеры маркировочных ярлыков и надписей должны соответствовать требованиям Правил приема грузов к перевозке железнодорожным транспортом общего пользования (далее – Правила приема).

Транспортная маркировка наносится на тару и упаковку (на неупакованные в транспортную тару грузы допускается наносить маркировку непосредственно на груз) для опознавания груза и характеристики способа обращения с ним при транспортировании, хранении и выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Она состоит из основных, дополнительных и информационных надписей, а также манипуляционных знаков. Согласно пункту 11 Правил приема *основные надписи*, наносимые на грузовые места, должны содержать: полное или сокращенное наименование грузополучателя; полное наименование железнодорожной станции назначения и сокращенное наименование железной дороги; количество грузовых мест в отправке (знаменатель) и порядковый номер места внутри отправки (числитель).

Дополнительные надписи на грузовых местах должны содержать (пункт 12 Правил приема): полное или сокращенное наименование грузоотправителя; наименование пункта отправления с указанием железнодорожной станции отправления и перевозчика; железнодорожную маркировку (числитель – порядковый номер по книге приема грузов к отправлению и через тире – число мест в отправке, знаменатель – код железнодорожной станции отправления), наносимую на каждом грузовом месте при перевозке грузов мелкими отправлениями:

– перевозчиком – при приеме грузов к перевозке в местах общего пользования;

– грузоотправителем до предъявления груза к перевозке – при погрузке грузов в местах необщего пользования.

Информационные надписи содержат: массу брутто и нетто грузового места в килограммах (возможно указание вместо массы нетто количества из-

делий в штуках, а также не наносить эти данные, если они указаны в маркировке, характеризующей упакованную продукцию); габаритные размеры грузового места в сантиметрах (длина, ширина, высота или диаметр и высота), которые указываются, если хотя бы один из габаритных размеров превышает 1 м при перевозке груза на открытом подвижном составе и 1,2 м – в крытом вагоне.

Манипуляционные знаки представляют собой изображения, указывающие на способ обращения с грузом в процессе его доставки. Если манипуляционными знаками невозможно выразить этот способ, то грузоотправитель обязан применять также предупредительные надписи.

При перевозке железнодорожным транспортом однородных грузов повагонными отправками Правилами приема допускается наносить основные, дополнительные и информационные надписи (кроме массы брутто и нетто) не на все грузовые места, но не менее чем на четыре, которые размещаются определенным образом.

Широкое распространение в настоящее время имеет маркировка товаров с помощью *штрихового кодирования*. Штриховой код представляет собой комбинацию темных и светлых вертикальных полос (штрихов) различной ширины с нанесенными под ними цифрами, позволяющую кодировать, считывать и расшифровывать информацию о продукции (товаре) с использованием современных компьютерных технологий. Наиболее часто применяемым в мире является код *EAN-13*, состоящий из 13 цифр. В этом коде содержатся следующие сведения: номер национальной организации; регистрационный номер предприятия, которое производит и реализует товар, внутри национальной организации; наименование товара, его потребительские свойства, размеры, масса и другие характеристики; контрольная цифра, используемая для проверки правильности считывания штрихкода специальным устройством-сканером.

Необходимо отметить, что на современных складах автоматическая идентификация товара, тары, грузовой единицы на основе штрихового кодирования является важным условием эффективного управления складскими процессами. При этом штриховой код может содержать различную информацию о соответствующем объекте. Использование автоматического сканирования штриховых кодов позволяет: уменьшить затраты, связанные с грузопереработкой на складе; ускорить получение и повысить достоверность информации о товаре; обеспечивать автоматизированный учет наличия и движения запасов; сократить продолжительность выполнения соответствующих операций на складе и др.

8 СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ СКЛАДА

8.1 Классификация, основные виды и показатели подъемно-транспортного оборудования, факторы, влияющие на его выбор

Современное подъемно-транспортное оборудование, обеспечивающее выполнение комплекса погрузочно-разгрузочных и складских операций, включает разнообразные технические средства. *Функциональное деление подъемно-транспортного оборудования* можно представить следующим образом [14]:

1) подъемно-транспортное оборудование для осуществления погрузки, разгрузки и формирования складской грузовой единицы (авто- и электропогрузчики, гидравлические и электротележки, электроштабелеры, краны, конвейеры, уравнильные площадки (доклевеллеры), подъемные столы, перекидные мостики и др.);

2) подъемно-транспортное оборудование для выполнения сортировки и комплектования (гидравлические, ручные и электротележки, электропогрузчики, электроштабелеры, краны, конвейеры и др.);

3) подъемно-транспортное оборудование для транспортировки и складирования (авто- и электропогрузчики, электроштабелеры, гидравлические и электротележки, краны, конвейеры, робокары, монорельсовые системы и др.).

Подъемно-транспортные машины и механизмы (далее – ПТМ) могут быть классифицированы по различным признакам.

По характеру перемещения груза ПТМ подразделяются на две основные группы:

1) непрерывного действия – ПТМ, перемещающие груз непрерывным потоком. К ним относятся конвейеры, элеваторы, пневматические и гидравлические установки, погрузчики и разгрузчики непрерывного действия;

2) периодического (циклического) действия – ПТМ, перемещающие груз отдельными порциями, т.е. характеризующиеся цикличностью процесса его перемещения. Такими ПТМ являются краны, погрузчики, тележки, подъемники, вагонопрокидыватели, автомобилеразгрузчики и др.

По траектории (способу) перемещения груза в пространстве выделяют ПТМ:

– перемещающие грузы в горизонтальном или близком к нему наклонном направлении (транспортирующие ПТМ);

– перемещающие грузы в вертикальном или близком к нему наклонном направлении (грузоподъемные ПТМ);

– перемещающие грузы в произвольном направлении, т.е. ПТМ комбинированного действия, которые являются одновременно транспортирующими и грузоподъемными.

В зависимости от назначения ПТМ разделяются:

- на универсальные, предназначенные для переработки различных грузов;
- специальные, позволяющие осуществлять переработку только определенных грузов.

По виду привода различают ПТМ:

- с ручным приводом (различные виды ручных тележек);
- электроприводом постоянного или переменного тока (козловые и мостовые краны, краны-штабелеры, электропогрузчики, электроштабелеры и др.);
- дизельным или бензиновым приводом (автопогрузчики, краны на автомобильном, пневмоколесном, гусеничном ходу и др.);
- гидро- и пневмоприводом.

В зависимости от наличия ходового устройства ПТМ подразделяют:

- на стационарные;
- передвижные (самоходные, несамоходные).

Кроме того, ПТМ могут быть классифицированы и по другим эксплуатационным, техническим и конструктивным признакам.

Важнейшими показателями ПТМ являются: технические; эксплуатационные; экономические; стандартизации и унификации; надежность.

Технические показатели (параметры) ПТМ определяют область их возможного применения. В качестве основных технических параметров выделяют номинальную грузоподъемность (наибольшая масса, поднимаемая ПТМ), габаритные размеры, высоту подъема груза, скорости движения рабочих органов, мощность двигателя, длину и вылет стрелы крана, пролет крана и др.

К *эксплуатационным показателям* относят производительность, энергоемкость, материалоемкость, трудоемкость, область применения.

Теоретическая производительность – это количество груза (т, м³, шт. и др.), которое может переместить ПТМ за 1 час непрерывной работы при номинальной (расчетной) загрузке и использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

Техническая производительность – это количество груза (т, м³, шт. и др.), которое может переместить ПТМ за 1 час непрерывной работы с учетом фактической массы перемещаемого груза.

Эксплуатационная производительность – это количество груза (т, м³, шт. и др.), которое может переместить ПТМ за единицу времени с учетом фактической массы перемещаемого груза и перерывов в работе.

Важнейшими *экономическими показателями* являются капитальные вложения, удельные капитальные вложения, эксплуатационные расходы, себестоимость переработки груза.

Показатели *стандартизации и унификации* характеризуют уровень использования в продукции стандартных, унифицированных и оригинальных

составных частей, а также уровень унификации с другими изделиями. *Надежность* ПТМ – это ее свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки. При выборе ПТМ рассматривают и учитывают также эргономические, экологические, эстетические показатели, показатели безопасности и др. [16].

Выбор подъемно-транспортного оборудования на складе *зависит от следующих основных факторов:*

- грузооборота склада;
- характеристик груза и грузовой единицы (массы, размеров, специфических особенностей, условий хранения и т.д.), вида товароносителя;
- оборачиваемости груза;
- требуемой скорости и расстояния перемещения на складе в зависимости от его размеров, планировки и необходимой пропускной способности;
- характеристик обслуживающих склад транспортных средств;
- вида и конструктивных особенностей склада и т.д.

Следует отметить, что при выборе ПТМ должны учитываться и предъявляемые к ним определенные требования [14]:

- соответствие своему основному назначению, характеристикам и свойствам перерабатываемых товаров (грузов);
- обеспечение выполнения необходимых объемов работы, требуемой производительности, минимизации простоя транспортных средств;
- высокий уровень эксплуатационной надежности, достаточная прочность и устойчивость, безопасность при эксплуатации и обслуживании, высокий коэффициент полезного действия, минимальная собственная масса;
- обеспечение максимальной механизации и автоматизации выполнения не только основных, но и вспомогательных погрузочно-разгрузочных и складских операций;
- минимизация затрат и численности обслуживающего персонала;
- обеспечение сохранности товаров (грузов) в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ;
- взаимозаменяемость при выполнении различных операций, что позволяет уменьшить потребный парк ПТМ, максимальное использование стандартных и унифицированных деталей и узлов;
- учет энергетических возможностей склада, эргономических, экологических, эстетических требований.

8.2 Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности конвейеров и элеваторов

Конвейеры – это машины для перемещения непрерывным или почти непрерывным потоком массовых сыпучих, кусковых и относительно легких штучных грузов без остановок для загрузки и разгрузки.

По способу передачи перемещаемому грузу движущей силы конвейеры подразделяют на действующие при помощи механического привода и гравитационные (груз перемещается под действием собственной силы тяжести). По характеру приложения движущей силы и конструкции различают конвейеры с тяговым органом и без тягового органа, а по роду перемещаемых грузов выделяют конвейеры для перемещения насыпных грузов и штучных грузов. По назначению и положению на производственной площадке конвейеры подразделяют на стационарные, переносные и передвижные [16].

Ленточные конвейеры – это машины непрерывного действия, у которых несущим и тяговым органом является гибкая лента. Они являются наиболее распространенным типом конвейеров, используются для перемещения грузов на различные расстояния и отличаются высокой производительностью. Кроме того, преимущества ленточных конвейеров – это простота конструкции, надежность в работе, возможность перемещения различных видов грузов, малая материалоемкость, относительно небольшой расход энергии, удобство эксплуатации.

Транспортируемый груз перемещается верхней (грузонесущей, рабочей) ветвью ленты, а нижняя ветвь является возвратной (порожной, холостой).

В *пластинчатых конвейерах* в качестве тягового органа используются цепи, а грузонесущим является настил, образованный из отдельных неподвижно прикрепленных к тяговому органу пластин. Такие конвейеры по сравнению с ленточными позволяют перемещать более тяжелые штучные, крупнокусковые, абразивные, а также имеющие высокую температуру грузы.

В *скребковых конвейерах* груз перемещается по желобу, укрепленному на станине, вдоль которого движется вертикально замкнутая цепь (или две цепи) с укрепленными на ней скребками. Транспортируемый груз засыпается в желоб конвейера и перемещается по нему до места разгрузки скребками. Такие конвейеры используются для транспортирования разнообразных грузов (хорошо сыпучих, порошкообразных, химически активных и др.) по сложным трассам без перегрузки.

На складах многоярусного хранения грузов находят применение *цепные подвесные конвейеры*, которые по конструкции подразделяются на грузонесущие, напольные грузоведущие и толкающие. В этих конвейерах грузы размещаются на подвесках или в специальной таре, подвешенной к кареткам либо на тележках, движущихся по подвесному рельсовому пути.

Винтовой конвейер осуществляет перемещение грузов по желобу при помощи вращающегося винта. Такие конвейеры используют для транспортирования на небольшие расстояния пылевидных, порошкообразных, зернистых, мелкокусковых навалочных грузов. При этом перемещение грузов может осуществляться не только по горизонтали, но и наклонным и вертикальным желобам.

В *вибрационных конвейерах* груз перемещается в результате колебаний желоба или трубы с отрывом от их поверхности. В таких конвейерах труба (желоб) установлены на пружинных подвесках либо упругих стойках, а колебания возникают вследствие действия специальных вибраторов.

Роликовый конвейер (рольганг) состоит из рамы с укрепленными на осях свободно вращающимися роликами. Роликовые конвейеры подразделяются на неприводные (груз перемещается под действием силы тяжести (гравитационные конвейеры) или под воздействием приложенной внешней силы) и приводные (перемещение осуществляется приводимыми во вращение двигателем роликами). Используются такие конвейеры для транспортировки тяжелых, длинномерных, крупногабаритных грузов, поддонов, контейнеров.

Определение основных параметров конвейеров начинают с выбора размеров несущего рабочего органа в зависимости от заданной расчетной производительности. Техническая производительность *при перемещении штучных грузов*, т/ч, для всех типов конвейеров определяется по формуле:

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{\text{гр}}}{l} v, \quad (8.1)$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемой единицы груза (грузового места), кг;

l – расстояние между грузами на рабочем органе конвейера, м;

v – скорость перемещения груза рабочим органом конвейера, м/с.

При *перемещении сыпучих и кусковых грузов* техническая производительность, т/ч, определяется по формуле:

$$\Pi = 3600 F v \gamma, \quad (8.2)$$

где F – площадь поперечного сечения перемещаемого рабочим органом груза, м²;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Техническая производительность *скребковых конвейеров*, т/ч,

$$\Pi_c = 3600 K_{\text{н}} \psi b h v \gamma, \quad (8.3)$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент снижения производительности с увеличением угла наклона к горизонту;

ψ – коэффициент заполнения желоба;

b, h – соответственно ширина и высота желоба, м;

v – скорость движения скребков, м/с.

Техническая производительность *винтовых, инерционных и вибрационных конвейеров*, т/ч,

$$\Pi_{\text{и/в}} = 3600 \psi F v_{\text{ср}} \gamma, \quad (8.4)$$

где F – площадь поперечного сечения желоба, м²;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость транспортирования груза с учетом уклона желоба, м/с.

Элеваторы – это машины для перемещения грузов в вертикальном или близком к нему наклонном направлении, которые позволяют транспортировать их на высоту до 200 м при производительности до 1000 т/ч. Элеваторы широко используются на складах силосного типа для пылевидных, порошкообразных, зернистых грузов и других насыпных грузов, заполнения бункеров, перемещения на необходимую высоту кусковых и штучных грузов.

Элеваторы подразделяются по следующим признакам: *расположению в пространстве* (вертикальные и наклонные); *виду тягового органа* (ленточные и цепные); *типу грузонесущего органа* (ковшовые (нории), полочные и люлечные); *числу цепей, к которым крепятся грузонесущие элементы* (одно- и двухцепные); *скорости движения ковшей* (тихо- и быстроходные).

Для подъема насыпных грузов предназначены ковшовые элеваторы, имеющие вертикально замкнутый тяговый элемент (лента или цепь), к которому жестко прикреплены грузонесущие элементы – ковши. Загрузка ковшей производится зачерпыванием груза из нижней части кожуха элеватора или засыпанием в ковши, а разгрузка – через выпускной патрубок в верхней части элеватора.

Для перемещения штучных грузов применяют люлечные и полочные элеваторы. Такие элеваторы состоят из двух вертикально замкнутых пластинчатых тяговых цепей с прикрепленными неподвижно к ним полками, форма которых, как правило, зависит от вида транспортируемого груза, или качающимися люльками. Загружаются и разгружаются эти элеваторы вручную или автоматически с использованием соответствующих устройств.

Тип элеватора и форму грузонесущего органа выбирают исходя из характеристики груза и требуемой производительности. Техническая производительность *ковшового элеватора*, т/ч, определяется по формуле:

$$\Pi = 3,6 \frac{e}{l_k} \psi v \gamma, \quad (8.5)$$

где e – вместимость (емкость) ковша, л;

l_k – шаг ковшей (расстояние между ковшами), м;

ψ – коэффициент наполнения ковшей грузом;

v – скорость движения ковшей, м/с;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Далее для выбора ковшового элеватора определяют погонную вместимость (емкость) ковша:

$$\frac{e}{l_k} = \frac{\Pi}{3,6 \psi v \gamma}. \quad (8.6)$$

Исходя из полученного значения погонной вместимости подбирают ковш и расстояние между ковшами.

Техническая производительность элеватора для штучных грузов, т/ч,

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{\text{гр}}}{l_{\text{гр}}} v, \quad (8.7)$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемой единицы груза (грузового места), кг;

$l_{\text{гр}}$ – расстояние между грузами, м.

Для полочных и люлечных элеваторов по заданной производительности и выбранной скорости движения груза определяют расстояние размещения грузозахватных приспособлений на тяговом органе:

$$l_{\text{гр}} = \frac{3,6 G_{\text{гр}} v}{\Pi}. \quad (8.8)$$

8.3 Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности механических погрузчиков и разгрузчиков непрерывного действия, пневматических и гидравлических установок

Погрузчики и разгрузчики непрерывного действия обычно изготавливают самоходными на колесном или гусеничном ходу с приводом от дизельного, карбюраторного или электрического двигателя.

Погрузчики непрерывного действия предназначены для погрузки сыпучих и кусковых грузов (гравия, щебня, песка, угля, руды и других подобных грузов) со складов в транспортные средства. Во время подачи груза из штабеля в транспортное средство погрузчик перемещается с небольшой скоростью без сложного маневрирования. Они отличаются высокой производительностью и простотой эксплуатации, однако могут работать в основном только с определенными разновидностями грузов.

Погрузчики непрерывного действия состоят из трех органов: загрузочного, передаточного (подъемного) и разгрузочного (отвального). Загрузочный орган (питатель) предназначен для забора насыпного груза из штабеля и подачи его на передаточный орган, который поднимает груз на высоту, необходимую для погрузки в транспортные средства. Разгрузочный орган выполняется, как правило, поворотным в горизонтальной плоскости и предназначен для подачи груза в середину кузова транспортного средства. Некоторые погрузчики выполнены без разгрузочного органа, а его роль выполняет передаточный орган. Таким образом, эти погрузчики отличаются от передвижных конвейеров тем, что имеют заборный орган – питатель, позволяющий непосредственно забирать насыпной груз из штабеля без применения физического труда грузчиков.

В качестве основного транспортирующего органа в погрузчиках непрерывного действия используются ленточные, скребковые, пластинчатые,

винтовые конвейеры и ковшовые элеваторы. При этом наиболее распространенными являются ленточные и скребковые конвейеры, а более тяжелые и металлоемкие пластинчатые конвейеры и ковшовые элеваторы применяются в основном для перемещения кусковых и абразивных грузов. Разгрузочный орган – это, как правило, ленточный поворотный конвейер с изменяемой высотой разгрузки.

Питателями погрузчиков непрерывного действия могут быть подгребающие лапы или диски, ковшовый ротор или шаровая зачерпывающая головка, подгребающие винты, роторно-ковшовые питатели. Достаточно часто в качестве питателя и основного транспортирующего органа используются скребковые конвейеры и ковшовые элеваторы.

Разгрузчики непрерывного действия применяются на прирельсовых складах для выгрузки сыпучих и мелкокусковых грузов из вагонов, а также для перегрузки таких грузов с железнодорожного подвижного состава на автотранспортные средства. Такие разгрузчики выполняются самоходными и могут осуществлять выгрузку в том числе слеживающихся грузов, для чего предназначен специальный шнековый рушитель.

Производительность погрузчиков и разгрузчиков непрерывного действия определяется, как правило, производительностью их питателя.

Техническая производительность роторно-ковшового питателя, т/ч,

$$П = 60\psi enZ\gamma, \quad (8.9)$$

где ψ – коэффициент заполнения ковшей;

e – вместимость ковша, м³;

n – частота вращения ротора, об/мин;

Z – общее число ковшей на роторе;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Техническая производительность питателя с подгребающими лапами, т/ч,

$$П = 120e_{\text{л}}n_{\text{л}}\gamma, \quad (8.10)$$

где $e_{\text{л}}$ – объем груза, подаваемого каждой лапой за один оборот кривошипного диска, м³;

$n_{\text{л}}$ – частота вращения диска, об/мин (составляет обычно 30–45).

Установки пневматического транспорта служат для перемещения насыпных и штучных грузов за счет разности давлений воздуха в начале и в конце трубопровода или желоба.

Пневмотранспортные установки для насыпных грузов могут перемещать пылевидные, порошкообразные, зернистые и кусковые материалы. По принципу действия эти установки подразделяют на транспортирующие грузы: в потоке воздуха во взвешенном состоянии (всасывающие, нагнетательные, смешанные, подъемники); методом аэрации, т.е. насыщения воз-

духом сыпучего тела, приобретающего при этом свойства жидкости и текущего по наклонному желобу под действием силы тяжести (аэрожелоба); по методу флюидизации, когда насыщенный воздухом сыпучий материал приобретает высокую подвижность, обеспечивающую возможность перемещения его по трубам под действием давления воздуха.

В пневмотранспортной установке всасывающего действия вакуум-насос создает разрежение во всей системе. Под действием атмосферного давления воздух через сопло вместе с грузом засасывается в рабочий трубопровод, далее аэросмесь поступает в осадительную камеру-разгрузатель, откуда груз через шлюзовую затвор выдвигается в пункт приема. Такие установки при небольшом расстоянии перемещения и производительности 40–100 т/ч позволяют производить забор груза в нескольких местах, а выгрузку – в одном.

В установках нагнетательного типа перемещение груза производится за счет создания высокого давления в рабочем трубопроводе при помощи компрессора. При этом существенно увеличивается расстояние транспортировки (до 2 км и более), а разгрузка возможна в различных местах.

Смешанные пневмотранспортные установки, состоящие из двух ветвей, разделенных воздушным насосом, позволяют перемещать груз на значительные расстояния, осуществлять как забор груза, так и его выгрузку в нескольких местах. Всасывающая ветвь забирает груз из нескольких точек и подает в общую осадительную камеру, откуда через шлюз он передается в нагнетательную ветвь. Нагнетательная ветвь может заканчиваться открытыми трубопроводами, из которых смесь воздуха с грузом выбрасывается прямо в закрытый склад или подается в свой разгрузатель.

Пневмоустановки для штучных грузов позволяют транспортировать находящиеся в специальных патронах мелкие грузы, а также грузы в контейнерах и вагонетках по трубопроводам большого диаметра.

Техническая производительность пневмотранспортной установки, т/ч,

$$P = 3,6 V_B \mu \gamma_B, \quad (8.11)$$

где V_B – расход воздуха, м³/с;

μ – коэффициент массовой концентрации смеси, равный отношению массы перемещаемого в единицу времени груза к массе расходуемого за то же время воздуха;

γ_B – объемная масса (плотность) воздуха, кг/м³.

Установки гидравлического транспорта применяют для перемещения по трубам или желобам насыпных грузов, которые по своим свойствам допускают смешивание с водой (песок, гравий, уголь, железная, никелевая руда, свекла и др.).

Перемещение такой смеси, называемой пульпой, осуществляется самотеком (безнапорные гидравлические установки), что требует наличия уклона в направлении движения, или за счет создания давления насосами. При напорном перемещении груз может транспортироваться на значительные

расстояния по горизонтали, а также вверх (гидротранспортные установки для подъема груза называются гидроэлеваторами).

Производительность гидротранспортной установки определяется по формулам:

$$\text{– по пульту –} \quad \Pi_0 = 3600\pi D^2 v / 4; \quad (8.12)$$

$$\text{– по грузу –} \quad \Pi_r = 3600\pi D^2 v m_{об} \gamma_r / 4, \quad (8.13)$$

где D – диаметр трубопровода, м;

v – скорость движения гидросмеси, м/с;

$m_{об}$ – объемная концентрация пульпы (0,14–0,25);

γ_r – объемная масса груза, т/м³.

8.4 Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности кранов

Краны – это универсальные грузоподъемные машины периодического (прерывного) действия, состоящие из остова и смонтированных на нем механизмов, при помощи которых перемещают грузы в различных направлениях на небольшие расстояния. Краны применяются для погрузки, выгрузки и выполнения складских операций особенно широко на открытых площадках, а также в создаваемых прежде всего в сфере производственной логистики складах закрытого типа. Они позволяют перерабатывать самые разнообразные грузы – металлы и металлоизделия, лесоматериалы, железобетонные изделия и конструкции, оборудование, сыпучие, в пакетах, контейнерах и др.

Краны состоят из механизмов:

- подъема груза в виде лебедки в сочетании с системой блоков (полиспастом) и грузозахватным устройством;
- передвижения, посредством которого осуществляется перемещение остова крана или какой-либо его части;
- изменения положения грузового захвата относительно остова;
- вращения поворотной части остова крана.

В качестве двигателей в кранах используются как двигатели внутреннего сгорания (дизельные и карбюраторные), так и электродвигатели (постоянного и переменного тока).

Краны классифицируют по различным признакам, к основным из которых можно отнести следующие [16]:

- *назначению* – краны общего назначения, оснащенные преимущественно крюком, и специального назначения;
- *конструктивному исполнению* – краны мостового типа, стрелового типа и краны-штабелеры;
- *возможности передвижения* – передвижные и стационарные;
- *конструкции ходового устройства* – рельсовые, пневмоколесные, автомобильные, гусеничные, шагающие, плавучие;

– степени поворота стрелы – полноповоротные, неполноповоротные и неповоротные;

– конструкции грузозахватного органа – крюковые, предназначенные для работы с различными штучными грузами, магнитные – для перемещения стальных и чугунных грузов, грейферные – для работы с сыпучими материалами, клещевые – для работы с грузами в ящиках, бочках или мешках, траверсные, автоматические захваты.

Мостовой кран (рисунок 8.1) представляет собой грузоподъемную машину, передвигающуюся по рельсовому пути на определенной высоте от пола. Он состоит из моста, который перемещается по рельсам в продольном направлении зоны обслуживания, и установленной на нем крановой тележки или тали, передвигающейся по мосту, т.е. в поперечном направлении зоны обслуживания. Он используется на открытых площадках и в закрытых складах, в частности металлургических предприятий, для выполнения погрузки-выгрузки и внутрискладского перемещения грузов.

Козловые краны являются разновидностью мостовых, но у этих кранов мост устанавливается на высоких опорах, присоединяемых к нему жестко или шарнирно, что обеспечивает большую грузоподъемность и возможность обслуживания значительных по размерам площадок. Каждая опора состоит из двух стоек, нижними концами закрепленных на ходовых балках крана, снабженных ходовыми колесами. В зависимости от взаимного расположения моста и его опор различают краны бесконсольные, одно- и двухконсольные.



Рисунок 8.1 – Кран мостовой

Козловые краны являются основным типом подъемно-транспортных машин при осуществлении погрузки-разгрузки транспортных средств и переработки на открытых складах (площадках) самых различных грузов (металл и металлоизделия, лесоматериалы, контейнеры, тяжеловесные, навалочные грузы и др.).

Использование кранов мостового типа на складах наиболее эффективно при значительных постоянных объемах работы, а также при невозможности применения напольных грузоподъемных средств и кранов-штабелеров.

Кранами стрелового типа называют краны, у которых грузозахватный орган подвешен к стреле или грузовой тележке, перемещающейся по стреле.

Стреловые краны подразделяют на: стационарные, которые применяют, как правило, при несистематическом поступлении грузов значительной массы и необходимости выгрузки их из автомобилей на тележки при перемещении в склад и обратно, а также на цеховых складах; передвижные (самоходные).

Стреловые передвижные краны состоят из двух основных частей: ходовой – нижней несущей рамы, к которой крепят ходовые устройства, и поворотной, включающей платформу с двигателем и закрепленной на ней стрелой, а также крановые механизмы. Такие краны используют для выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ при небольших объемах в условиях значительной протяженности грузового фронта или наличия нескольких территориально удаленных друг от друга обслуживаемых складов, а также при монтаже промышленного оборудования и в строительстве.

По ходовому оборудованию стреловые краны классифицируют на автомобильные, пневмоколесные, гусеничные и на железнодорожном ходу.

Для *автомобильных кранов* используются стандартные шасси грузовых автомобилей, а их важнейшей положительной особенностью являются высокая маневренность и передвижение по дорогам с высокой скоростью. В качестве ходового оборудования *пневмоколесных кранов* применяются специальные шасси, опирающиеся на пневматические колеса. В результате эти краны имеют более высокую грузоподъемность, но по маневренности уступают автомобильным. *Гусеничные краны* широко используются на монтажных площадках, так как имеют наименьшее удельное давление на грунт по сравнению с другими стреловыми кранами и обладают достаточной маневренностью. Основные их недостатки – высокая стоимость и значительная собственная масса.

Железнодорожный кран состоит из неповоротной платформы, смонтированной на двух двухосных тележках на железнодорожном ходу, и перемещается по рельсовой колее нормальной ширины. Такие краны используются для перегрузки штучных грузов большой массы, сыпучих грузов, ликвидации последствий аварий на железных дорогах, а также при монтаже оборудования и выполнении погрузочно-разгрузочных работ в промышленности.

Кран-штабелер – это передвигающаяся по рельсовым путям грузоподъемная машина, имеющая вертикальную колонну, по которой перемещается захват или специальная платформа. Такие краны используют для размещения грузовых единиц на стеллажах и съема их со стеллажей в высокомеханизированных складах с многоярусным складированием в самых различных отраслях экономики.

Краны-штабелеры в зависимости от функционального назначения, условий применения, конструктивных особенностей подразделяются:

- на *мостовые* (рисунок 8.2), которые бывают подвесные и опорные;
- *стеллажные* (рисунок 8.3), которые бывают с опорой на стеллажи и с опорой на напольный рельс.

Минимальная высота склада, при которой могут эффективно применяться краны-штабелеры, составляет 6 м. Стеллажные краны-штабелеры применяются во всем диапазоне высот складов (6–40 м).

Мостовые краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной подвесные и опорные имеют мост, перекрывающий весь пролет склада. На концевых балках моста установлены механизмы передвижения, и мост передвигается вдоль склада по рельсам (двухаврам). Вдоль продольных балок моста передвигается тележка с вертикальной поворотной колонной, на которой располагается подъемная каретка с грузозахватными вилами.

Наиболее широко распространенные стеллажные краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной опираются на напольный рельс, по которому передвигается тележка. Вертикальная ферма жестко закреплена на тележке, а вверху поддерживается через ролики направляющим рельсом. По вертикальной ферме передвигается подъемная каретка с грузозахватными устройствами и кабиной управления. Привод механизмов подъема и передвижения тележки расположен внизу. Использование стеллажных кранов-штабелеров позволяет значительно сократить необходимую площадь на проходы и проезды, автоматизировать выполнение складских операций.



Рисунок 8.2 – Кран-штабелер мостовой



Рисунок 8.3 – Кран-штабелер стеллажный

Теоретическая производительность кранов всех типов, т/ч,

$$Q_T = G_{\text{ном}} c, \quad (8.14)$$

где $G_{\text{ном}}$ – номинальная грузоподъемность крана, т;

c – количество циклов работы крана, выполняемых за час,

$$c = 3600 / T_{\text{ц}} = 3600 / \varphi \sum t_i, \quad (8.15)$$

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла работы крана, с;

φ – коэффициент совмещения операций;

t_i – продолжительность i -й операции, входящей в цикл работы крана, с.

Техническая производительность, т/ч,

$$Q_{\text{тех}} = Q_T K_{\text{гр}}, \quad (8.16)$$

где $K_{\text{гр}}$ – коэффициент использования крана по грузоподъемности,

$$K_{\text{гр}} = G_{\text{гр}} / G_{\text{ном}}, \quad (8.17)$$

$G_{\text{гр}}$ – масса фактически перемещаемого за один цикл груза, т.

Эксплуатационная производительность

$$Q_{\text{эк}} = Q_T K_{\text{гр}} K_{\text{в}}, \quad (8.18)$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования ПТМ по времени.

Потребное количество кранов

$$z_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{р(м)}}}{k_{\text{см}} Q_{\text{в}}} \left(1 + \frac{24 t_{\text{рем}}^{\text{ц}}}{T_{\text{рц}}} \right), \quad (8.19)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{р(м)}}$ – расчетное суточное количество груза, которое должно быть переработано ПТМ, т/сут;

$k_{\text{см}}$ – число смен работы ПТМ в течение суток;

$Q_{\text{в}}$ – сменная выработка ПТМ, определяемая согласно нормативным документам или расчетом как сменная эксплуатационная производительность, т/см;

$t_{\text{рем}}^{\text{ц}}$ – продолжительность нахождения ПТМ во всех видах ремонтов и технических обслуживаний за период межремонтного цикла, сут;

$T_{\text{рц}}$ – продолжительность межремонтного цикла (время между капитальными ремонтами), ч.

8.5 Основные характеристики, сфера применения и расчет производительности погрузчиков циклического действия, тележек и подъемников

Механические погрузчики периодического действия – это самоходные машины на колесном или гусеничном ходу с приводом от электродвигателя и питанием от аккумуляторной батареи или от внешней сети по гибкому кабелю либо с приводом от двигателя внутреннего сгорания (карбюраторного или дизельного), позволяющие циклично перемещать груз в результате перемещения самого погрузчика и его рабочих органов. По сравнению со стреловыми кранами погрузчики могут перемещаться с грузом на значительные расстояния и обслуживать различные типы складов большой площади.

В зависимости от источника энергии питания привода погрузчики подразделяются на *электропозрузчики* и *автопозрузчики*, а по типу основного рабочего органа – на *вилочные* и *ковшовые*. У вилочных погрузчиков ос-

новым рабочим органом являются вилы, с помощью которых перемещаются различные тарно-упаковочные и штучные грузы, а у ковшовых – ковши, позволяющие перерабатывать сыпучие и кусковые грузы. В качестве сменных грузозахватных устройств могут использоваться стрелы, грейферы, челюстные, штыревые, клещевые захваты, что в сочетании с высокой мобильностью и автономностью привода обеспечивает универсальность погрузчиков, возможность применения их для перемещения практически всех видов тарно-штучных и сыпучих грузов. Основные исполнительные механизмы авто- и электропогрузчиков аналогичны.

Вилочные погрузчики в зависимости от расположения рабочего органа грузоподъемника и способа выполнения перегрузочных операций разделяются на *фронтальные* с передним расположением рабочего органа и *боковые* с расположением рабочего органа сбоку, а по устройству – с *неподвижным грузоподъемником* относительно корпуса погрузчика и с *подвижным* (выдвижным); с *неповоротным* грузоподъемником относительно продольной оси погрузчика или *смещаемым* вдоль оси переднего моста погрузчика.

Автопогрузчики по сравнению с аналогичными по грузоподъемности электропогрузчиками имеют увеличенные в несколько раз скорости подъема и передвижения. Однако вредное действие выхлопных газов существенно ограничивает область их применения. Поэтому внутри транспортных средств при погрузке-выгрузке и на складах закрытого типа работают имеющие высокую маневренность малогабаритные электропогрузчики и автопогрузчики, оборудованные нейтрализаторами выхлопных газов, а на открытых складских площадках – автопогрузчики. Для обработки контейнеров используются специальные типы автопогрузчиков повышенной грузоподъемности с соответствующими захватными устройствами.

Штабелеры являются одним из основных видов напольного безрельсового электротранспорта, применяемого в качестве подъемно-транспортного оборудования на современных складах закрытого типа. Они предназначены прежде всего для складирования в стеллажи грузов, их перемещения, а также выполнения других складских работ.

Электроштабелеры поводковые (с рулевой рукояткой) используются на складах с небольшими грузопотоками, позволяют складировать груз в полочные стеллажи и в штабель, осуществлять погрузку-разгрузку транспортных средств. Для складирования грузов в полочные, проходные, гравитационные и передвижные стеллажи применяются фронтальные электроштабелеры, а в высотных складах широко используются узкопроходные электроштабелеры с поворотными или телескопическими вилами, позволяющие существенно сократить пространство между стеллажами (рисунок 8.4). При значительных объемах работы на складах со стеллажами выше 6 м целесообразно применение мощных самоходных электроштабелеров с выдвигающимся грузоподъемным механизмом – ричтраков.

Для работы с длинномерными грузами в узких рабочих коридорах и с консольными стеллажами предназначен специальный тип электроштабелеров – штабелеры многостороннего доступа, способные разворачиваться на месте, перемещаться в любом направлении, раздвигать вилы для удобного и устойчивого захвата груза.



Рисунок 8.4 – Электроштабелер узкопроходный

Ковшовыми погрузчиками называются самоходные погрузочно-разгрузочные машины с основным рабочим органом в виде установленного на конце подъемной стрелы ковша. По способу разгрузки ковшей различают погрузчики с передней, задней и боковой разгрузкой. Такие погрузчики с ковшами различной вместимости используют в основном для погрузки в транспортные средства разнообразных насыпных и кусковых грузов.

Производительность и количество погрузчиков определяются аналогично кранам по формулам (8.14)–(8.19).

Грузовые тележки предназначены для перемещения небольшими партиями сырья, полуфабрикатов, готовой продукции на незначительные расстояния в производственных цехах и на складах, в том числе при комплектации заказов потребителей (специальные комплектовочные тележки, позволяющие производить быстрый отбор товаров с мест хранения). Тележки, как правило, имеют небольшие размеры, что обеспечивает их хорошую маневренность в складах между стеллажами и штабелями. Они могут использоваться также для погрузки и разгрузки транспортных средств.

Тележки изготавливают *самоходными и несамоходными*. Одним из наиболее распространенных видов легкого складского оборудования являются гидравлические несамоходные тележки, которые применяются для перемещения грузов на поддонах массой до 3 тонн. В целом, ручные и гидравлические тележки используются, как правило, на складах небольшой площади и незначительным грузопотоком.

Самоходные тележки имеют электрический привод передвижения (электротележки аккумуляторные и троллейные), от двигателя внутреннего сгорания (автотележки) и от двигателя сжатого воздуха или газа (пневмотележки). Электротележки (рисунок 8.5) выпускаются с поводком, управляемые с пола, с откидной платформой и в комплектовочном испол-

нении. Электротележки с сидением для водителя, характеризующиеся высокой скоростью передвижения и мобильностью, широко используются на крупных складах для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и перемещения грузов из одной рабочей зоны склада в другую.



Рисунок 8.5 – Электротележки:
а – с поводком; б – с откидной платформой; в – комплектовочные

В конструкционном отношении различают тележки:

- с жесткой (неподвижной) высокой или низкой платформой, служащей для укладки на нее груза. Эти тележки применяют в основном для перемещения тарно-штучных грузов между пунктами, имеющими подъемно-транспортное оборудование для механизации погрузки и разгрузки;

- с подъемной платформой для укладки груза на специальные низкие столики или стеллажи, подъезжая под которые, тележка поднимает их с грузом, и после перемещения груженого столика к месту хранения платформа с грузовым столиком опускается, столик устанавливается на пол, а тележка освобождается для перемещения следующего столика;

- с подъемным вилочным захватом для перемещения грузов, предварительно уложенных на поддоны или сформированных в специальные пакеты, перемещаемые тележкой. Их, как правило, используют в местах, где невозможно применение погрузчиков;

- малогабаритные *электро- и автотягачи*, которые используются для перемещения группы прицепных тележек с находящимся на них грузом, в том числе на значительные расстояния. Они имеют устройство, аналогичное тележкам, но у них отсутствует платформа для укладки груза. Такие тягачи имеют большой сцепной вес и радиус действия за счет более мощных аккумуляторных батарей и большего запаса горючего.

Производительность тележек всех типов определяется по формулам (8.14)–(8.18) с учетом времени выполнения технологических операций, входящих в цикл работы соответствующей тележки.

Подъемниками называются машины периодического действия, у которых рабочий орган – клеть или ковш – перемещается в вертикальном или близком к нему наклонном направлении. Применяют их на различных

промышленных предприятиях, в многоэтажных складах, жилых и офисных зданиях, на строительных площадках. Подразделяют подъемники на лифты, стоечные, скиповые и бадьевые.

Лифт – стационарный подъемник, у которого кабина (или платформа) перемещается по жестким вертикальным направляющим, установленным в огражденной со всех сторон шахте. Подъем кабины производится лебедкой, устанавливаемой наверху (внизу) шахты. *Стойчный подъемник* состоит из стойки (несущей конструкции), по которой движется грузовая платформа, соединенная гибким элементом с лебедкой. Для подъема сыпучих и кусковых грузов используются *скиповые* и *бадьевые* подъемники, которые могут быть стационарными и передвижными.

8.6 Технологическое оборудование для хранения грузов. Основные виды складирования

Вид складирования предполагает выбор технологического оборудования, на котором складировается груз, и способ размещения его в пространстве склада. На выбор вида складирования оказывает влияние целый ряд тесно связанных между собой факторов, которые можно разделить на четыре основные группы, каждая из которых включает ряд позиций [14]:

– *характеристика груза* (широта ассортиментных позиций, тара и упаковка товара, объемы партий поставки товара на склад, используемый складской товароноситель, условия хранения товара, размеры заказов потребителей, оборачиваемость товара);

– *параметры складского помещения* (складские площадь и высота, размер пролета, шаг колонн);

– *система комиссионирования* (условия отбора товара, требования к уровню механизации или автоматизации);

– *затраты* (минимальные капитальные вложения и эксплуатационные затраты).

Основные способы укладки тарно-штучных товаров для хранения на складе – это напольный, предусматривающий хранение в штабелях, и стеллажный с использованием различных типов стеллажей.

Штабельная система складирования является широко распространенной и более дешевой. Важнейшими ее преимуществами являются максимальное использование площади склада, возможность применения практически любого подъемно-транспортного оборудования, уменьшение капитальных затрат в связи с отсутствием стеллажей. Однако штабельное хранение имеет и существенные недостатки, основные из которых – это сложность доступа к грузам различной номенклатуры и ограниченная высота складирования, которая определяется прочностью упаковки груза.

Различают следующие способы штабельной укладки:

– в прямую клетку, когда каждое верхнее грузовое место укладывается (устанавливается) точно на такое же место нижнего ряда;

- перекрестную клетку, когда ящики, мешки или рулоны верхнего ряда укладываются поперек этих же грузовых мест нижнего ряда;
- обратную клетку, когда каждый последующий ряд укладывается на нижний в обратном порядке.

Использование штабельной системы складирования целесообразно в тех случаях, когда на складе хранится значительное количество однородного груза при возможности его укладки в несколько ярусов.

Стеллаж представляет собой многоярусное устройство для хранения тарно-штучных грузов. При стеллажном хранении они размещаются на стеллажах на поддонах, в транспортной таре или в виде грузопакетов различными способами. Существует значительное количество различных видов стеллажей (рисунок 8.6), которые чаще всего систематизируют по виду складываемой грузовой единицы. Наибольшее применение на складах получили следующие виды стеллажей: полочные, проходные, гравитационные, консольные, мобильные.

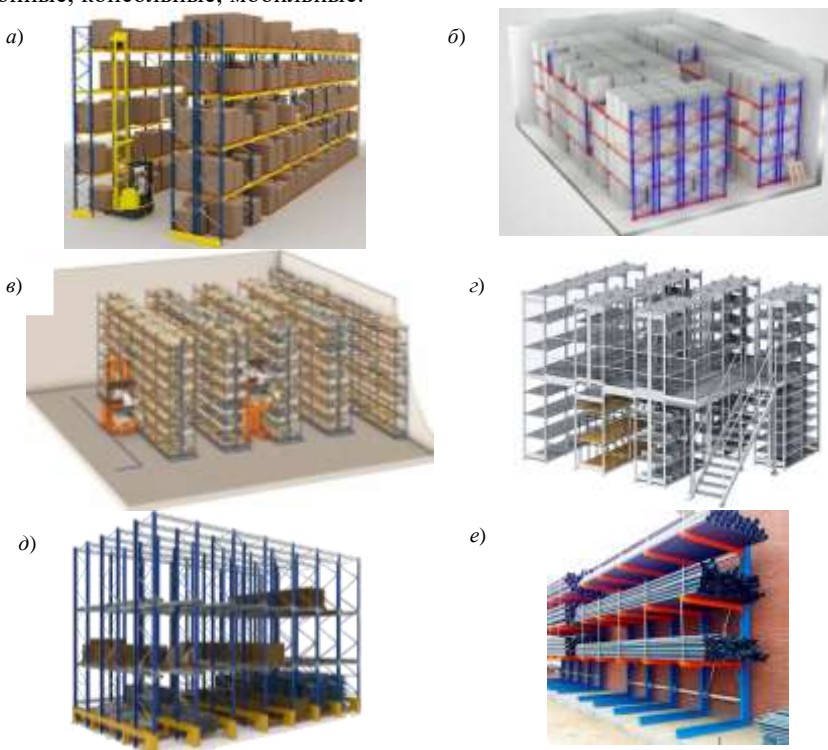


Рисунок 8.6 – Виды стеллажей:

а – полочный стеллаж с широким проходом; *б* – полочный стеллаж двойной глубины; *в* – полочный стеллаж с узким проходом; *г* – мезонин; *д* – проходной стеллаж; *е* – консольный стеллаж

Полочные (фронтальные, ячеечные) стеллажи (см. рисунок 8.6, а) являются широко распространенным универсальным решением и представляют собой сборно-разборную металлоконструкцию, состоящую из вертикальных стоек (траверсы) и горизонтальных рам (балок), образующих при этом ячейки-полки для хранения грузов, в которые и устанавливается поддон или любая другая транспортная тара. Стоимость таких стеллажей значительно ниже стоимости всех остальных видов. Они легко монтируются и просты в эксплуатации, позволяют применять разнообразные подъемно-транспортные машины, обеспечивают свободный доступ к любому из хранящихся товаров. Основной недостаток данного вида складирования – это низкий коэффициент использования площади и объема склада, который зависит от применяемых подъемно-транспортных машин.

Полочные стеллажи двойной глубины (см. рисунок 8.6, б) – это обычные полочные, имеющие сдвоенные ряды, что позволяет за счет сокращения количества проходов между ними улучшить использование площади склада и увеличить его емкость. Однако для работы с данными стеллажами необходимы подъемно-транспортные машины, в частности ричтраки, с телескопическими вилами. Кроме того, при применении таких стеллажей обеспечивается непосредственный доступ только к половине поддонов с грузом, находящихся во внешнем стеллажном ряду. Доступ к поддонам внутреннего ряда затруднен, так как для этого первоначально требуется снять внешний поддон. В результате при правильной организации системы управления складом обеспечивается 80–90 % заполняемости всех доступных мест хранения (в обычных полочных – до 95 %).

Полочные узкопроходные стеллажи (см. рисунок 8.6, в) отличаются от обычных полочных, тем, что ширина проходов между ними, в которых работают специальные штабелеры, составляет 1,5–1,8 метра. Вследствие этого повышается уровень использования площади склада (под стеллажами занято до 55 % от общей площади), что вместе с возможностью высотного хранения значительно увеличивает емкость склада. Аналогично обычным полочным применение таких стеллажей обеспечивает также доступ к любому из хранящихся товаров. Однако так как склады с использованием этих стеллажей являются одними из самых сложных и дорогих, их применение оправданно только при очень высокой стоимости площади склада.

При необходимости хранить мелкофасованный товар, а также максимально использовать высоту склада устраивают *многоярусные полочные стеллажи* или *мезонины* (см. рисунок 8.6, г). Стеллажи для поддонов дополняются специальными несущими стойками, на которые крепят балки под настил – площадку мезонина. Вертикальные несущие стойки жестко крепятся между собой. Площадки мезонина фактически являются полом 2-го уровня, по которому могут передвигаться тележки с грузом до 1 тонны. Для подъема грузов на высоту мезонина обычно применяют подъемные столы, лифты. Мезонин позволяет в 2–3 раза увеличить пространство для складирования товара [18].

Проходные (набивные, въездные, глубинные) стеллажи (см. рисунок 8.6, д) отличаются от рассмотренных выше отсутствием полок под груз и представляют собой жесткую каркасную конструкцию из рам, образующих «коридоры», внутрь которых ставятся на горизонтальные направляющие поддоны с грузом. Они предназначены для больших партий товаров, не требующих раскомплектования с мест хранения. Такие стеллажи во многом аналогичны штабельному хранению со всеми его преимуществами, но при этом позволяют значительно увеличить высоту складирования и обеспечить сохранность грузов.

Основным достоинством таких стеллажей является высокая степень использования площади и высоты склада, а недостатками – значительная стоимость (примерно в 2 раза больше по сравнению с полочными), снижение уровня заполняемости стеллажей до 70 %, а также то, что в одном проходе стеллажа может складироваться товар только одного ассортимента и одной партии.

По виду складирования различают проходные стеллажи: тупиковые, обслуживаемые с одной стороны, которые целесообразно использовать для хранения товаров, имеющих высокую оборачиваемость; сквозные, обслуживаемые с обеих сторон, для товаров с длительным сроком хранения.

Гравитационные стеллажи представляют собой роликовые конвейеры, установленные под углом 3–5 % к горизонту на металлоконструкцию в нескольких уровнях один над другим. Они используются для хранения больших партий относительно однородных товаров с высокой оборачиваемостью, сформированных на поддоне или другой транспортной таре.

Поддон с грузом устанавливается погрузчиком или штабелером на высокую часть конвейера (зона загрузки), и затем под действием своего веса он движется вниз по роликам. В нижней части (зоне разгрузки) поддон отделяется от них с помощью специального механизма и снимается со стеллажа. Скорость движения контролируется тормозными роликами.

Использование гравитационных стеллажей позволяет: максимально использовать площадь и высоту склада; увеличить номенклатурный ассортимент хранящихся товаров по сравнению с проходными стеллажами; выполнять принцип ФИФО (первый пришел – первый ушел); эффективно применять подъемно-транспортное оборудование и сократить его потребное количество; повысить производительность труда, увеличить грузооборот на складе; автоматизировать складские операции.

Основные недостатки таких стеллажей – это высокая стоимость, сложность монтажа и технического обслуживания, хранение на одной полке стеллажа товара только одного наименования.

Консольные (см. рисунок 8.6, е) и *стоечные стеллажи* применяют для хранения длинномерных грузов (трубы, сортовой металл, рулонные материалы и т.п.), что позволяет максимально использовать высоту склада.

Хранятся обычно эти грузы в виде грузопакетов большой длины или поштучно. Для обслуживания таких стеллажей применяется специализированное подъемно-транспортное оборудование, в том числе ричтраки. Консольные стеллажи могут быть одно- или двухсторонними.

Мобильные (передвижные) стеллажи – это подвижные складские стеллажи различных типов, передвигающиеся по направляющим. Такие стеллажи обеспечивают максимальное использование складских площади и объема. Поэтому используют их, как правило, при необходимости разместить на минимальной площади склада максимальное количество товаров, в частности, для товаров с высокой стоимостью, мелких разнообразных товаров с низкой оборачиваемостью. Однако для них характерны высокие капитальные и эксплуатационные расходы, а также значительные временные затраты на отбор товара при комплектации.

Для складирования мелких грузов помимо полочных, гравитационных и мобильных стеллажей могут использоваться также элеваторные стеллажи типа «Патерностер», карусельные стеллажи, вертикальные лифтовые (элеваторные) стеллажи, автоматизированные системы типа «Минилоуд», внешний вид которых, приведен в специальной литературе, например [14].

Следует отметить, что основными *недостатками стеллажной системы* складирования по сравнению со штабельной являются:

- необходимость дополнительных капитальных вложений на сооружение стеллажей;
- увеличение эксплуатационных расходов, обусловленных их дальнейшей эксплуатацией;
- сложность модернизации, переоборудование склада при стационарной установке стеллажей;
- уменьшение используемой для хранения площади склада из-за наличия стеллажей;
- сокращение возможности применения различного подъемно-транспортного оборудования.

Однако *стеллажное складирование имеет* и целый ряд *преимуществ* по сравнению со штабельным:

- максимальные удобства для выполнения необходимых складских операций, в том числе при изъятии товаров с мест хранения для комплектации заказов потребителей;
- увеличение емкости склада вследствие повышения степени использования его объема;
- обеспечение более высокого уровня сохранности товаров;
- повышение безопасности выполнения работ из-за увеличения устойчивости складирования товаров;
- увеличение возможности автоматизации складских процессов, в том числе контроля и учета товаров на складе и др.

Поэтому при выборе видов складирования анализируются все технически возможные варианты с учетом основных показателей конкурентных преимуществ каждого (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Основные показатели конкурентных преимуществ различных видов складирования [14]

Показатель	Конкурентные преимущества
Уровень использования площади склада	Максимальное использование
Уровень использования объема склада	Максимальное использование
Доступ к товару	Свободный доступ к каждой единице товара
Чувствительность к структурным изменениям запасов	Нечувствителен
Организация порядка прохождения груза	ФИФО (первый пришел – первый ушел)
Уровень автоматизации грузопереработки	Высокий уровень
Количество обслуживающих склад подъемно-транспортных средств	Минимальное количество
Количество персонала, обслуживающего склад	Минимальное количество
Эксплуатационные затраты	Минимальные затраты
Капитальные вложения	Минимальные затраты
Удобство при монтаже	Простота и легкость монтажа

8.7 Расчет необходимого количества складского оборудования для хранения

Необходимое количество стеллажей и другого оборудования для хранения товаров можно определить исходя из величины запаса на складе и вместимости (емкости) единицы соответствующего оборудования. Следует отметить, что тип стеллажа и его размеры зависят от вида хранящегося на нем товара, его тары и упаковки, габаритных размеров и массы, функционального назначения склада и принятой технологии складирования.

Первоначально рассчитывается вместимость (емкость) одной ячейки стеллажа:

$$E_{\text{яч}} = l_{\text{яч}} b_{\text{яч}} h_{\text{яч}} j \beta = V_{\text{яч}} j \beta, \quad (8.20)$$

где $l_{\text{яч}}, b_{\text{яч}}, h_{\text{яч}}$ – габаритные размеры (соответственно длина, ширина, высота) ячейки стеллажа, м.

j – объемная масса товара, размещаемого на стеллаже, т/м³;

β – коэффициент, учитывающий плотность укладки товара (заполнения ячейки стеллажа);

$V_{\text{яч}}$ – объем одной ячейки, м³.

Вместимость (емкость) стеллажа определяется суммированием вместимости (емкости) входящих в него отдельных ячеек. Исходя из количества ячеек в стеллаже, зависящего от его конструктивных особенностей, рассчитывается вместимость (емкость) одного стеллажа по следующей формуле:

$$E_{\text{ст}} = E_{\text{яч}} n_{\text{яч}} = l_{\text{яч}} b_{\text{яч}} h_{\text{яч}} j \beta n_{\text{яч}}, \quad (8.21)$$

где $n_{\text{яч}}$ – количество ячеек в одном стеллаже, шт.

Потребное количество стеллажей

$$n = \frac{Q_3}{E_{\text{ст}}} = \frac{Q_3}{l_{\text{яч}} b_{\text{яч}} h_{\text{яч}} j \beta n_{\text{яч}}}, \quad (8.22)$$

где Q_3 – максимальная величина запаса на складе, т.

В том случае, когда известны габаритные размеры стеллажа, его вместимость (емкость) может быть рассчитана по следующей формуле:

$$E_{\text{ст}} = l_{\text{ст}} b_{\text{ст}} h_{\text{ст}} j \beta, \quad (8.23)$$

где $l_{\text{ст}}, b_{\text{ст}}, h_{\text{ст}}$ – габаритные размеры (соответственно длина, ширина, высота) стеллажа, м.

Применение формулы (8.23) возможно при условии знания усредненных значений j и β для всех ячеек и хранимых в них товаров.

Аналогичным образом может быть определено необходимое количество и другого оборудования для хранения исходя из его пространственной формы, габаритных размеров и плотности укладки товаров.

Потребность в производственно-складской таре (ящичной таре, поддонах, контейнерах) определяется следующим образом:

$$n_{\text{т.общ}} = n_{\text{т.хр}} + n_{\text{т.р}} + n_{\text{т.об}} + n_{\text{т.п}}, \quad (8.24)$$

где $n_{\text{т.общ}}$ – общая потребность в каком-либо виде тары, шт.;

$n_{\text{т.хр}}$ – потребность в складской таре (таре, предназначенной для хранения товаров), шт.;

$n_{\text{т.р}}$ – количество единиц тары, находящейся в ремонте, шт.;

$n_{\text{т.об}}$ – количество единиц тары, задержанной потребителями, шт.;

$n_{\text{т.п}}$ – количество единиц тары, находящейся в пути, шт.

Потребность в таре непосредственно для хранения товаров i -й номенклатуры

$$n_{\text{т.хр}i} = \frac{Q_{\text{год}i} t_{\text{хр}i}}{365 q_{\text{т}}}, \quad (8.25)$$

где $Q_{\text{год}i}$ – годовой грузооборот по i -й номенклатуре товаров, т;

$t_{\text{хр}i}$ – нормативный срок хранения товаров i -й номенклатуры, сут;

q_T – грузовместимость тары, т.

Количество тары, которая будет находиться в ремонте,

$$n_{T.p} = n_{T.xp} a_p, \quad (8.26)$$

где a_p – коэффициент, учитывающий долю тары в ремонте (нормативное значение 0,1).

Количество тары, задержанной потребителями,

$$n_{T.об} = \frac{Q_{год} t_{потр}}{T q_T}, \quad (8.27)$$

где $Q_{год}$ – годовой грузооборот склада, т;

$t_{потр}$ – среднее количество суток задержки тары потребителями;

T – количество дней работы склада в течение года, сут.

Количество тары, находящейся в пути,

$$n_{T.п} = \frac{Q_{год} t_{пути} k_{н.о}}{365 q_T}, \quad (8.28)$$

где $t_{пути}$ – время нахождения тары в пути, сут;

$k_{н.о}$ – коэффициент неравномерности по отправлению со склада.

Для хранения больших объемов жидких грузов применяются, как правило, цилиндрические резервуары различной вместимости (емкости). Полезный объем резервуара с плоским дном V_p рассчитывается по формуле

$$V_p = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (8.29)$$

где d – диаметр резервуара, м;

h – высота резервуара, которая подставляется в формулу с учетом его фактического наполнения исходя из возможности расширения груза, м.

Потребное количество резервуаров определяется по формуле:

$$n_p = \frac{Q_3}{E_p}, \quad (8.30)$$

где E_p – вместимость (емкость) одного резервуара, т,

$$E_p = V_p j_{пл}, \quad (8.31)$$

$j_{пл}$ – плотность груза, т/м³.

Аналогичным образом по формулам (8.29)–(8.31) можно рассчитать и потребное количество силосов, используемых на соответствующих складах для хранения сыпучих грузов.

8.8 Характеристика используемых весоизмерительных приборов. Вспомогательное оборудование

При приемке, отправке и переработке товаров на складах используют *весоизмерительное оборудование*, включающее весовые устройства и приборы различных типов.

Связанные общим назначением (измерение массы) весы по условиям эксплуатации и конструкционному исполнению значительно отличаются друг от друга. Для взвешивания различных грузов применяют механические (рычажные и пружинные), электромеханические (электротензометрические и частотные) и электронные весы.

По способу установки на месте эксплуатации весы подразделяют на встроенные, врезные, передвижные, напольные, подвесные, стационарные и настольные. По виду грузоприемного устройства выделяют весы платформенные, конвейерные, бункерные, ковшовые, крюковые и монорельсовые.

Товарные передвижные весы (гирные, шкальные, циферблатные) являются платформенными и широко используются для взвешивания тарноупаковочных и штучных грузов в закрытых складах. Для этих же целей применяются и *товарные врезные весы*, у которых рычажный механизм помещен в специальный котлован, а платформа расположена на уровне пола склада. Грузы размещаются на весы погрузчиками, кранами и другими механизмами. *Вагонеточные весы* отличаются от врезных тем, что на их платформе укреплены рельсы, по которым перемещаются вагонетки со взвешиваемым грузом.

Элеваторные (бункерные) весы используют для взвешивания зерновых грузов на соответствующих складах. Вместо весовой платформы в таких весах устанавливается ковш, который заполняется зерном из специального бункера при открытии его заслонки.

Для взвешивания автотранспортных средств с грузом и в порожнем состоянии применяются *автомобильные весы* различной грузоподъемности как передвижные (для взвешивания автомобилей, прицепов в полевых условиях), так и стационарные. На этих весах может определяться также масса крупногабаритных тяжелых грузов.

Вагонные весы предназначены для взвешивания навалочных, насыпных и наливных грузов вместе с вагонами, в которых они находятся, а также порожнего подвижного состава. Различные типы этих весов позволяют осуществлять взвешивание как в статическом состоянии, так и в движении, причем имеют большие пределы взвешивания. Для взвешивания грузов в движении могут также использоваться крановые (для взвешивания грузов, перемещаемых краном), конвейерные весы (имеют грузоподъемное устройство в виде конвейера), автоматические порционные весы и дозаторы.

Наиболее современными типами весов являются позволяющие обеспечить высокую точность определения массы грузов *электронные вагонные, автомобильные и товарные весы*.

Весоизмерительное оборудование при установке и эксплуатации должно соответствовать требованиям соответствующих технических нормативных правовых актов. Для обеспечения бесперебойной работы и исправности все весовые приборы независимо от технического состояния подвергаются плановым видам осмотра, ремонта и поверке в соответствии с инструкцией по их эксплуатации и нормативно-техническими документами.

К вспомогательному складскому оборудованию (оборудованию для товарной обработки) можно отнести следующие основные виды:

1) *оборудование для формирования складской грузовой единицы*, включающее измельчительно-режущее оборудование (механизированные машины и ручные инструменты), подъемные столы, поворотные устройства, паллетайзеры, обвязочные машинки и др.;

2) *оборудование для сортировки и комплектования*, в состав которого могут входить дозирующее оборудование, пакетформирующие машины, оборудование для рассортировки, подборки и комплектования и др.;

3) *оборудование для разукомплектования*, включающее пакеторасформировывающие машины, машины и ручные инструменты для распаковки товаров;

4) *оборудование для оказания материальных услуг*, в состав которого могут входить фасовочно-упаковочное оборудование (фасовочные и упаковочные машины, соответствующее механизированные и автоматизированные линии расфасовки товаров, их комплектования), измерительная техника, автоматы для этикетирования, другие машины и оборудование для обработки товаров на складе;

5) *оборудование для обеспечения особых условий хранения и ухода за помещениями склада*, включающее установки для создания определенной газовой среды, необходимых температурных условий при хранении, приборы контроля, полоуборочная техника.

При укладке грузов в штабели, обслуживании многоярусных стеллажей мезонинного типа, погрузке и разгрузке транспортных средств, обеспечении необходимого положения грузов при формировании складской грузовой единицы используют специальные электрогидравлические подъемные столы. Применяют их на складах при невозможности или нецелесообразности задействования для выполнения соответствующих операций погрузчиков, кранов, штабелеров.

Необходимо отметить, что при производстве погрузочно-разгрузочных работ на складах используют также такое оборудование как перекидные мостики, уравнильные площадки (доклеллеры) и герметизаторы проемов (докшелтеры). Доклеллеры позволяют выравнивать уровень пола транспортного средства и склада, а докшелтеры герметизируют проем склада, используемый для грузовых операций с автотранспортными средствами, образуя необходимое уплотнение и закрывая зазор между ними и складом. Докшелтеры по конструкции бывают надувные, занавесочные и подушечные.

Для формирования пакетов с соответствующими грузами на складах от-

правителей могут использоваться пакетоформирующие машины, а на складах грузополучателей – пакеторасформировывающие машины.

Пакетоформирующие машины применяют двух типов: вертикального пакетирования и горизонтального. В машинах вертикального пакетирования грузовые места подаются через специальные кассеты, с помощью которых формируют вертикальные стопки мест. При подаче стопок на поддон образуется пакет стандартных размеров. В машинах горизонтального пакетирования пакет формируется послойно (горизонтальными рядами). Производительность машин горизонтального пакетирования в 2–3 раза выше машин вертикального пакетирования.

На складах используют большие столы (верстаки) для распаковки, проверки, а также комплектования и упаковки товаров. Для удобства отбора мелких товаров со стеллажей используют разнообразные тележки, столики на колесах по типу сервировочных, на которые рабочие укладывают товары из стеллажей при отборе и доставляют к месту упаковки. Аналогичным образом развозят по местам хранения прибывающий мелкий груз.

Для упаковки используются машинки для обтягивания ящиков металлической лентой, коробок клейкой лентой, паллетоупаковщики и обвязочные машинки для обтягивания пакетов соответственно стретч-пленкой и киперной лентой, соответствующие расходные материалы.

Помимо разнообразных машин и механизмов на складах могут применяться и различные ручные инструменты для распаковки грузовых мест: гвоздодеры, кусачки, молотки, ножи.

При использовании картонной тары собственного производства в больших объемах на складах рекомендуется применение оборудования для формовки коробок из гофрокартонных заготовок.

При наличии значительных объемов отходов упаковочных материалов на складах могут устанавливаться специальные прессы для отходов, предназначенные для производства компактных брикетов макулатуры или упаковочной пленки, что позволяет сократить отведенную для их накопления площадь склада и снизить расходы, связанные с их вывозом.

9 ЛОГИСТИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ НА СКЛАДЕ. СИСТЕМА КОМИССИОНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЕМ

9.1 Содержание логистического и технологического процессов на складе

Логистический процесс характеризуют как определенную последовательность основных логистических операций и совокупность действий, обеспечивающих их выполнение с целью эффективного взаимодействия элементов и оптимизации логистической системы в целом. Логистические операции на складе, интегрирующие функции снабжения запасами, переработки грузов и физического распределения заказов, охватывают все основные функциональные области, рассматриваемые на микроуровне.

В общем виде бизнес-процесс представляет собой совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определенного продукта либо услуги для потребителей. Основные бизнес-процессы в составе логистического процесса на складе можно разделить на три группы [3]:

1) *связанные с обеспечением логистической координации снабжения (закупки)*. К этой группе относятся:

- снабжение запасами, включая его планирование;
- контроль за поставками на склад.

Обеспечение складом максимального уровня выполнения заказов потребителей основывается на создании необходимых запасов. Определение потребности в закупках и формировании запасов должно осуществляться в тесной координации с соответствующими подразделениями субъекта хозяйствования с учетом имеющихся складских возможностей.

Эффективность работы склада и, в частности, рациональность использования его площади и объема, ритмичность обработки материального потока при соблюдении необходимых условий на складе во многом обеспечивается осуществлением надлежащих учета и контроля за поставками;

2) *связанные непосредственно с переработкой грузов (грузопереработкой) на складе и соответствующим документооборотом*. Данная группа включает:

- подготовку склада к приемке грузов;
- разгрузку транспортных средств;
- приемку грузов по количеству и качеству;
- внутрискладскую транспортировку и перевалку грузов;

- складирование и хранение;
- комплектацию (комиссионирование) заказов клиентов и упаковку;
- формирование партий отправки и погрузку в транспортное средство.

Грузопереработка является важнейшей составной частью логистического процесса на складе, основные цели которой следующие: минимизация логистических издержек; обеспечение высокого уровня логистического сервиса (повышение качества обслуживания потребителей); эффективное использование мощности склада; улучшение операционной эффективности (минимизация видов перерабатываемых грузовых единиц) и условий труда персонала склада;

3) *связанные с обеспечением логистической координации сбыта (продаж)*. К этой группе относятся:

- транспортировка и экспедиция заказов;
- сбор и доставка порожней тары на склад;
- контроль выполнения заказов потребителей;
- обеспечение обслуживания (сервиса) потребителей, предусматривающее оказание необходимых услуг.

Выделяют три основные категории услуг: предпродажные, продажные и послепродажные. Осуществление предпродажных услуг является функцией отдела продаж (маркетинга), выполнение продажных и послепродажных услуг обеспечивает склад.

К продажным услугам относят: сортировку товаров; фасовку и упаковку товаров; проверку качества поставляемых товаров; замену при необходимости заказанного товара; экспедиторские услуги; заключение договоров с перевозчиками; информационные услуги и т.д.

Послепродажные услуги охватывают широкий спектр услуг, оказываемых потребителям, и включают: монтаж оборудования; установку изделий; гарантийное обслуживание; обеспечение запасными частями; прием дефектных товаров и их замену и др.

Необходимо отметить, что соответствующие бизнес-процессы на складе охватывают не только все операции, связанные с обработкой материального потока, но и с документооборотом (информационным потоком). *Информационная поддержка*, входящая в логистический процесс, направлена на обеспечение оптимального функционирования всех подразделений склада и, следовательно, относится ко всем перечисленным выше группам. Информационное обслуживание включает: обработку заказов на поставку товаров на склад и сопровождающих грузы документов; определение мест хранения поступивших товаров; прием и обработку заказов потребителей; оформление документов для отправки товаров со склада в соответствии с заказами; контроль наличия товаров на складе; обмен информацией с другими элементами интегрированной логистической системы и др.

Таким образом, логистический процесс на складе можно рассматривать как совокупность управления логистическими операциями, связанными с грузопереработкой (операционное управление) и налаживанием координации смежных подразделений организации, обеспечивающих эффективное функционирование склада. Соответственно логистический процесс на складе согласно [14] можно разделить на операции, связанные:

- с *логистической координацией* (координация с закупками, координация с продажами и маркетингом, координация логистических затрат). Функцией логистической координации при управлении потоками, проходящими через склад, является совокупность операций, обеспечивающих оптимальное соотношение интенсивности входящих на склад потоков, направленных на пополнение необходимых запасов, и выходящих со склада потоков, обеспечивающих удовлетворение спроса потребителей, при оптимальном использовании складских мощностей и минимальных логистических издержках;

- *операционным управлением грузопереработкой* (планирование процесса грузопереработки, организация процесса грузопереработки, контроль процесса грузопереработки, регулирование процесса грузопереработки).

Таким образом, логистический процесс значительно шире технологического процесса работы склада, так как включает не только физическую переработку грузов, которая является областью технологии, а предусматривает необходимость координации работы со смежными подразделениями организации (маркетинга, продаж, закупок) по вопросам поставок товаров на склад, управления запасами на складе, и отправки потребителям сформированных на складе заказов. При этом должна обеспечиваться упорядоченность во времени и пространстве всего цикла грузопереработки.

Основными *логистическими принципами* применительно к переработке груза на складе являются [14]:

- *планирование*, предусматривающее разделение склада на основные рабочие зоны и определение схемы прохождения груза через них;

- *рациональность*, направленная на минимизацию числа операций при планировании движения материального потока и исключение возвратных грузопотоков;

- *системный подход*, заключающийся в разработке схемы прохождения грузов через склад в увязке с особенностями входящих и выходящих потоков с учетом всех их характеристик;

- *эффективность использования складских мощностей*, которая обеспечивается максимальным использованием площади и высоты склада при хранении товаров;

- *оптимальный уровень технической оснащенности*, предусматривающий выбор технической оснащенности на основании особенностей склада, перерабатываемого груза и экономической целесообразности, а также уни-

версализацию оборудования с целью обеспечения возможности его применения для выполнения различных технологических операций.

Для отображения бизнес-процессов на складе применяется их *моделирование*. Для этого создаются модели типа «как есть» (для анализа эффективности) и «как должно быть» (для рационализации процессов). Первый тип моделей описывает структуры существующих бизнес-процессов, их взаимосвязь с имеющимися ресурсами и средой реализации процесса. Модели типа «как должно быть» направлены на разрешение проблем, которые были выявлены в результате анализа и оценки средствами моделей первого типа. Среди наиболее популярных методологий моделирования бизнес-процессов, успешно применявшихся на практике в разные годы, можно выделить модели *SADT*, *ARIS*, *UML* и *SCOR* [14].

Под *межфункциональной логистической координацией* понимают согласование деятельности различных функциональных подразделений организации, участвующих в продвижении материальных потоков, для достижения ее общих целей. При этом для некоторых участков логистических цепей, в которые включен склад, характерна последовательная зависимость звеньев друг от друга (например, отдел закупок – склад), а для других – взаимная (обоюдная) зависимость (например, склад – транспортный отдел).

Одним из основных механизмов координации как при последовательном, так и при обоюдном типе связей между звеньями является согласованное планирование. *Участниками планирования логистического процесса на складе*, предоставляющими необходимую для этого информацию отделу логистики, как правило, являются также подразделения маркетинга, закупок, продажи и производство.

Модель управления логистическим процессом на складе, разработанная с использованием методологии *SADT*, основана на управлении интенсивностью материальных потоков при изменении потребительского спроса. В рамках этой модели рассматриваются основные функции управления: планирование; организация; контроль и анализ; регулирование.

9.2 Рациональное осуществление логистического процесса на складе. Принципы организации материальных потоков на складе

Все составляющие логистического процесса на складе должны рассматриваться в их взаимосвязи и взаимозависимости, что позволяет обеспечить необходимую координацию деятельности различных подразделений организации, является основой планирования и контроля за движением и обработкой материального потока на складе с минимальными затратами.

Рациональное осуществление логистического процесса на складе – условие его эффективной и рентабельной работы. Поэтому согласно [14] при организации логистического процесса следует добиваться:

- рациональной планировки склада при выделении рабочих зон, что способствует снижению затрат и оптимизации процесса переработки товаров;
- применения универсального оборудования, позволяющего выполнять различные технологические операции, что существенно сокращает необходимый парк подъемно-транспортных машин;
- эффективного использования пространства склада при размещении оборудования, что позволяет увеличить мощность склада;
- минимизации маршрутов внутрискладского перемещения товаров, что приводит к сокращению эксплуатационных расходов и увеличению пропускной способности склада;
- консолидации партий отправок и применения централизованной доставки, что способствует значительному сокращению транспортных затрат;
- максимального использования возможностей информационной системы склада, в результате чего уменьшается необходимое время и затраты, связанные с документооборотом, информационным обменом и т.д.

Для каждого склада существуют определенные задачи, эффективность решения которых зависит от рациональной организации внутрискладского процесса. Технологический процесс на складе, основу которого составляют материальные потоки, должен разрабатываться как единое целое и отвечать оптимальным параметрам по скорости процесса, обеспечивать минимизацию затрат и сохранность товаров. Необходимым условием выполнения указанных требований в соответствии с [8] является соблюдение следующих *принципов организации* материальных потоков на складе:

- *пропорциональность* предусматривает соответствие друг другу всех связанных между собой осуществляемых операций по производительности, пропускной способности или скорости выполнения. Реализация этого принципа обеспечивает стабильную работу склада в целом и различных его участков, а несоблюдение вызывает задержки в движении материального потока на складе;

- *параллельность* означает одновременность осуществления отдельных операций на всех этапах технологического процесса. Применение принципа параллельности выполнения операций на складе приводит к уменьшению продолжительности цикла погрузочно-разгрузочных и складских работ, повышению уровня загрузки и эффективности труда работников, в особенности на крупных складах с значительным грузооборотом;

- *ритмичность* предусматривает повторяемость всего цикла работ на складе и отдельных операций в равные промежутки времени. Ритмичность складского процесса обеспечивает постоянство затрат труда, времени, энергии в течение рабочего дня (смены), определяет надлежащий режим труда и отдыха работников, а также загрузку оборудования. Следует отметить, что реализация этого принципа зависит не только от организации работы склада, но и от внешних факторов, связанных прежде всего с неравномерностью поступления грузов;

– *непрерывность* представляет собой устранение или сокращение различного рода перерывов, в первую очередь нерегламентированных, в процессе работы склада. Для обеспечения выполнения этого принципа на складе должны проводиться различные технические и организационные мероприятия;

– *прямоточность* означает оптимизацию (максимальное выпрямление) маршрутов перемещения товаров как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Реализация этого принципа позволяет уменьшить затраты, связанные с эксплуатацией складов, и во многом определяется планировкой рабочих зон на складах, что должно учитываться при их проектировании;

– *поточность* предусматривает взаимосвязь операций технологического процесса работы склада и подчиненность их единому расчетному ритму. Выполнение каждой предыдущей операции является одновременно подготовкой к следующей, а движение материального потока на складе производится с минимальными перерывами.

От организации технологических процессов на складах в значительной степени зависит общая продолжительность товародвижения в цепях поставок. В соответствии с [8] и [15] рациональная организация технологического процесса на складе должна обеспечивать:

– минимизацию складских затрат на основе использования современных складских технологий;

– четкое и своевременное проведение приемки товаров по количеству и качеству;

– правильный выбор оборудования и методов укладки товаров с целью оптимального использования складских площади и объема, обеспечения сохранности товаров при их складской обработке и хранении;

– рациональную организацию операций по отбору товаров с мест хранения, комплектованию и подготовке партий отправки потребителям;

– последовательное и ритмичное выполнение складских операций, способствующее качественной и эффективной организации труда работников на складе;

– четкую организацию работы транспортного подразделения по доставке товаров потребителям;

– эффективное использование подъемно-транспортного и складского оборудования;

– применение современного оборудования, средств механизации и автоматизации, облегчающих труд складских работников и повышающих его производительность;

– использование современных информационных систем для учета товаров, регулирования товарных запасов, оформления заказов потребителей, обработки и передачи данных.

9.3 Транспортно-технологическая схема переработки грузов и стандартизация технологических процессов на складах

Для обеспечения эффективного управления логистическими процессами на складах, которое в значительной мере зависит от оперативного планирования и регламентирования осуществления отдельных операций, разрабатываются схемы технологических процессов различных уровней. Такие схемы позволяют наглядно отразить и оценить все элементы соответствующего процесса, его положительные и отрицательные стороны, определить, насколько отдельные бизнес-процессы соответствуют друг другу, и разработать мероприятия по их совершенствованию.

Структура технологического процесса характеризуется количеством и содержанием операций, на которые он может быть разделен в зависимости от ряда факторов. Основными средствами моделирования работы склада, позволяющими всесторонне, с необходимой степенью детализации рассмотреть технологический процесс на складе, согласно [8] являются:

- принципиальная схема технологического процесса на складе;
- транспортно-технологическая схема переработки грузов на складе;
- описание стандартных процедур складского процесса;
- технологическая карта работы склада;
- технологический график работы склада;
- сетевые модели складских процессов, а также ряд других средств моделирования этих процессов;
- технологические планировки складов;
- карты организации труда отдельных категорий работников склада (карты организации рабочих мест).

Логистический подход к процессу товародвижения предусматривает тесную координацию всех его участников в планировании, организации работы, технической и технологической составляющих этого процесса. Поэтому в логистической цепи должны проектироваться сквозные транспортно-технологические схемы переработки грузов, технологические карты и графики, согласованные с постоянными партнерами стандартные процедуры.

Первоначально разрабатывается принципиальная схема технологического процесса на складе, содержащая укрупненные блоки, в которые объединены все выполняемые на складе операции. В качестве таких блоков выделяют основные группы бизнес-процессов грузопереработки: разгрузка транспортных средств; приемка товаров; складирование и хранение; комплектование заказов потребителей; погрузка в транспортные средства и отправка клиентам.

Далее в соответствии с принципиальной схемой технологического процесса на складе разрабатывается *транспортно-технологическая* (структурная) *схема переработки грузов*, позволяющая критически оценить всю со-

вокупность выполняемых операций от момента прибытия транспортного средства с грузом для выгрузки на склад до момента отправки груза со склада потребителю. Такая схема позволяет подробно указать все основные операции на складе, графически отразить последовательность их осуществления и взаимосвязь между ними. При этом могут разрабатываться различные варианты построения транспортно-технологических (структурных) схем, в том числе и сквозных, которые охватывают несколько звеньев логистической цепи и отличаются друг от друга, например, используемой тарой. Техничко-экономическая оценка этих вариантов транспортно-технологических схем переработки грузов на складе осуществляется на основе расчетов различных видов затрат, а критерием выбора лучшей схемы является, как правило, минимум приведенных затрат.

Логистическая организация складских процессов предполагает разработку и использование стандартов предприятия на различные технологические операции, включая погрузочно-разгрузочные работы. *Стандартизация технологических процессов на складах* является своеобразной формой моделирования складских операций, включая описание технологических процедур на складе и установление норм времени на их выполнение. Основной целью разработки технологических стандартов является повышение качества предоставляемых складом услуг и производительности труда работников, что приводит к сокращению времени обработки грузов. Стандартизация технологических процессов на складах позволяет также сократить время на обучение персонала, а начинать ее для работающего склада рекомендуется с анализа технологического процесса, в частности описания существующих процедур (под процедурой понимается официальный порядок действий, выполнения чего-либо).

Стандартизации на складе в соответствии с [8], в первую очередь, подлежат:

- операции, от качества выполнения которых существенно зависит уровень сервиса, например, операция контроля состава загружаемой в транспортное средство сборной отправки в адрес нескольких потребителей;
- операции, влияющие на сохранность товаров, например, процедуры передачи смены, инвентаризации или допуска на территорию склада;
- операции, от рационального выполнения которых в значительной мере зависят складские издержки, например, комплектация заказов потребителей.

Кроме указанных выше наиболее часто стандартизацию рекомендуют выполнять также для таких складских процедур: как процедура выгрузки из транспортного средства и приемки товаров на склад; процедура контроля подготовленного к отгрузке заказа; процедура погрузки в транспортное средство при отпуске товаров со склада потребителям; процедура перевода техники и персонала с одного участка склада на другой.

Следует отметить, что повышение производительности и эффективности

работы склада может быть достигнуто за счет использования для максимального числа позиций складской номенклатуры технологии кросс-докинга (сквозного складирования). *Кросс-докинг* называют процесс приемки и отгрузки грузов через склад без размещения в зоне хранения.

Выделяют кросс-докинг:

– одноэтапный, когда груз проходит через склад в качестве неизменяемой отдельной партии (заказа);

– двухэтапный, при котором груз подвергается переформированию и переоформлению (прибывший груз заново комплектуется (переоформляется, разделяется по группам, маркируется) и затем отправляется заказчиком, или несколько различных грузов подвергаются перегруппировке с формированием из них новых партий для отправки заказчиком).

Для реализации технологии кросс-докинга необходим уровень координации работы склада с поставщиками и потребителями товаров, предусматривающий согласование заявок на поступление и отгрузку товаров. При этом поставка товара на склад и его выгрузка из транспортного средства выполняются в день отгрузки потребителю или в предыдущий день, что практически означает работу на принципах метода «точно в срок».

Оптимальными для использования кросс-докинга считаются товары с высоким спросом и значительным объемом транспортировки: товары массового потребления, пользующиеся постоянным спросом; скоропортящиеся продукты; товары высокого качества. При небольшом товарообороте, а также при потребности в длительном хранении, организация кросс-докинга нецелесообразна.

9.4 Технологические карты и технологические графики работы складов. Сетевое планирование складских процессов

Для более эффективной организации работ с учетом особенностей и условий функционирования конкретного склада рекомендуется составлять *технологические карты*. Такие карты являются своеобразной формой моделирования складских операций и представляют собой документ, регламентирующий цикл операций, выполняемых на рассматриваемом складе. Технологические карты, содержащие детальную пооперационную разработку технологического процесса на складе, формируются в соответствии с принципиальной, а также транспортно-технологической (структурной) схемами складского процесса.

Процесс переработки товарно-материальных ресурсов на складе в технологической карте подразделяют на отдельные виды погрузочно-разгрузочных и складских операций с указанием по каждому из них содержания работ, средств выполнения и состава исполнителей.

Технологические карты определяют состав операций, начальные условия

и места их осуществления, порядок выполнения, содержат сведения о необходимых для производства указанных операций оборудовании и приспособлениях, технических условиях и требованиях. Например, технологические карты могут содержать следующую информацию [8]:

- исходные условия для выполнения работ (окончание предыдущей операции);

- место выполнения работ (участок, зона склада);

- исполнители работ;

- содержание работ с материальным потоком;

- содержание работ с информационным потоком (формы документов), т.е. какая информация используется или формируется (какие документы составляются либо используются) в процессе выполнения работ;

- используемые для выполнения работ механизмы и приспособления.

Необходимо отметить, что при хранении на складе товаров различных групп по некоторым операциям технологического процесса (размещение товаров на хранение, комплектация заказов потребителей и др.) рекомендуется разрабатывать несколько технологических карт, отражающих специфические особенности переработки на складе конкретной группы товаров.

Сетевое планирование складских процессов основывается на модели выполнения комплекса логически взаимообусловленных и технологически взаимосвязанных работ, имеющей форму сетевого графика. Сетевой график представляет собой графическое изображение соответствующих процессов, выполнение которых необходимо для достижения одной или нескольких целей, с указанием взаимосвязей между этими процессами. При этом определяются временные рамки выполнения на складе каждой из рассматриваемых операций во взаимосвязи с другими с момента прибытия транспортных средств с поступающими на склад товарами и их разгрузки до момента отпуска и погрузки товаров на транспортные средства для доставки потребителям.

На вертикальной оси сетевого графика отмечается объем последовательно или параллельно выполняемых работ, а по горизонтальной – время их выполнения. На графике указываются также необходимые результаты, т.е. события, которыми завершаются определенные работы. Таким образом, сетевой график определяет технологическую последовательность и сроки выполнения соответствующих операций технологического процесса на складе.

Поступающие на склад материальные потоки рассматриваются как случайные (стохастические), и соответственно при разработке сетевой модели используют вероятностные методы оценки параметров предстоящих работ, временная характеристика которых осуществляется по установленным нормативам или по результатам проведенного хронометража. Для аналитического моделирования материальных потоков используют математический аппарат теории массового обслуживания, а в качестве систем массового обслуживания в технологическом процессе работы склада выделяют такие

логистические операции как выгрузка из транспортных средств, взвешивание, погрузка, работа подъемно-транспортного оборудования и др.

Необходимо отметить, что технологические карты целесообразно использовать вместе с *технологическими графиками работы склада*, которые регулируют выполнение складских операций во времени (в сутки, в смену и т.д.), наглядно отражают логическую последовательность осуществления работ на складе в увязке с продолжительностью их выполнения, позволяя четко планировать всю работу склада по выполнению соответствующих операций, а также анализировать состав и порядок их проведения, оказывать необходимое управляющее воздействие.

Использование технологических графиков работы дает возможность повысить эффективность управления потоками на складе за счет: сокращения продолжительности выполнения операций на основе выбора оптимального варианта их производства; снижения трудоемкости выполнения и устранения дублирования операций; оптимизации работ с информационным потоком и т.д.

С целью рационализации рабочих мест разрабатывают *карты организации рабочих мест персонала склада*, которые могут использоваться также руководством организации для проведения аттестации рабочих мест. В этих картах систематизируют основные нормативные материалы, позволяющие рационально организовать рабочие места основных категорий работников склада. Разрабатываются они на основании государственных стандартов, санитарных и строительных норм и правил, нормативных и методических документов по организации и охране труда, технике безопасности и т.д. Карты организации рабочих мест содержат следующие сведения: основные виды выполняемых работ; требования к работнику (специалисту); используемая документация и средства связи; форма оплаты труда; планировка и оснащение рабочего места; условия труда и техники безопасности и др. [8].

9.5 Разгрузка и приемка товаров на складе

Операция разгрузки (выгрузки из транспортных средств), являясь составной частью процесса грузопереработки, оказывает существенное влияние на величину складских (логистических) затрат. Основные требования логистики к выполнению разгрузки – это осуществление ее в кратчайшие сроки с обеспечением сохранности выгружаемых грузов и транспортных средств и минимизация связанных с разгрузкой затрат.

Для выполнения указанных требований большое значение имеет предварительное установление времени прибытия и количества поступающих на склад грузов (товаров), что позволяет заблаговременно предусмотреть необходимые мероприятия по разгрузке и приемке.

К подготовительным мероприятиям, которые необходимо проводить на складе для обеспечения эффективной разгрузки и приемки, относятся:

- получение и обработка информации об объемах и сроках предстоящего поступления грузов, их номенклатуре, характеристиках, особенностях выполнения с ними соответствующих операций, условиях поставки;

- определение места разгрузки транспортных средств на складе и мест временного хранения в зоне приемки;

- определение необходимых видов и числа подъемно-транспортных средств, требуемого количества работников склада для выполнения разгрузки и приемки;

- обеспечение готовности используемого оборудования и участвующего в выполнении рассматриваемых операций персонала склада к моменту прибытия транспортных средств;

- определение при необходимости видов и количества складской тары;

- обеспечение информационной поддержки осуществляемых операций по разгрузке и приемке на складе.

Приемка грузов (товаров) на склад – важнейшая процедура, связанная с их проверкой по количеству и качеству, позволяющая идентифицировать их, выявлять несоответствия с заказом на поставку. При обнаружении недостатков, повреждения, порчи, низкого качества или некомплектности поступивших грузов (товаров) к поставщикам или перевозчикам предъявляются претензии и иски, необходимым условием подачи которых является соблюдение установленных правил и сроков приемки. Поэтому порядок проведения приемки грузов (товаров) регламентируется нормативными актами, а особенности приемки определенных видов товаров могут быть предусмотрены в договорах с поставщиками.

При выполнении приемки можно выделить следующие общие виды работ:

- проверка наличия комплекта сопроводительных документов и их содержания согласно условиям договора поставки;

- проверка товара по количеству (пересчет количества мест, взвешивание и т.п.);

- перемещение принятого груза (товара) в зону приемки;

- проверка товара по качеству и комплектности;

- отбор образцов или проб при необходимости;

- формирование складской грузовой единицы и перемещение товара к выделенному месту хранения;

- ввод информации о поступившем товаре в базу данных складской информационной системы;

- оформление необходимых документов для выполнения приемосдаточных операций, оприходования поступившего на склад товара.

Перед началом разгрузки необходимо: убедиться в исправности прибывших транспортных средств и контейнеров в коммерческом отношении, наличии на них в соответствующих случаях исправных пломб, запорно-пломбировочных устройств (далее – ЗПУ) отправителя или перевозчика,

соответствии знаков на пломбах (ЗПУ), указанным в транспортной накладной (при этом снятые пломбы следует сохранять до момента окончания приемки и оприходования товаров на складе); определить отсутствие нарушений установленных правил перевозки, которые могли привести к несохранности груза (вентилирование, температурный режим и др.).

При разгрузке для обеспечения безопасности, сохранности выгружаемых грузов и транспортных средств должны соблюдаться правила выполнения погрузочно-разгрузочных работ, требования, определяемые специальной маркировкой, в том числе манипуляционными знаками. Разгрузка транспортных средств должна быть надлежаще организована и занимать минимально необходимое время при соблюдении четкого разделения определенных грузов, размещаемых в зоне приемки. Представитель склада получает от представителя перевозчика транспортную (товарно-транспортную) накладную, по которой в процессе разгрузки и осуществляется первичная приемка груза по количеству. Вместе с грузами склад получает также предусмотренные сопроводительные документы.

Прием грузов от перевозчиков осуществляется согласно действующим нормативным правовым актам соответствующего вида транспорта, в частности правилам перевозки грузов. Указанными нормативными правовыми актами установлены:

- обстоятельства, при которых перевозчик обязан выдавать груз с проверкой его массы, количества мест и состояния;

- случаи составления при необходимости коммерческого акта (внесения отметки в товарно-транспортную накладную или составления акта о несохранности груза при доставке автотранспортом), на основании которого в дальнейшем могут быть предъявлены претензия и иск к перевозчику, если по его вине произошла несохранность груза, или к поставщику.

В процессе приемки происходит сверка фактических параметров поступившего груза (товара) с данными транспортных и сопроводительных документов, что позволяет его идентифицировать, определить количество и качество отгруженного товара, сравнить полученные в результате проверки данные с заказом на поставку.

Контроль качества товара производится специалистами брокерами (товароведами) в зоне приемки для проверки соответствия полученного товара документам по качеству и комплектности. Приемка товаров по качеству, включая комплектность, осуществляется в точном соответствии со стандартами, техническими условиями, другими обязательными условиями договора поставки, а также по сопроводительным документам, удостоверяющим качество и комплектность поступающих товаров (технический паспорт, удостоверение качества, сертификат, счет-фактура, спецификация и т.п.).

Приемка товаров в зависимости от указанных в договоре поставки условий может производиться с полной или выборочной проверкой. При этом

выборочная (частичная проверка) допускается только в случаях, когда это предусмотрено соответствующими стандартами, техническими условиями, особыми условиями поставки, другими обязательными правилами или непосредственно условиями договора. При таком способе результаты, полученные при проверке определенной части товара, распространяются на всю его поступившую на склад партию.

При приемке товара по номенклатуре производится вскрытие упаковки и проверка соответствия товаров, в том числе их количества в каждом грузовом месте, переданным документам. В случае обнаружения недостачи количества товара в отдельных местах, несоответствия массы на складе при необходимости приостанавливается приемка остальных товаров. Для участия в дальнейшей приемке вызывается представитель поставщика, которому и предъявляются тара и упаковка вскрытых мест, а также находившиеся внутри упаковки товары. В акте приемки товара должно быть указано фактическое количество единиц товара, их стоимость, заключение о возможных причинах возникновения недостачи и другие данные. Аналогичным образом оформляются и выявленные при приемке излишки товара по сравнению с транспортными и сопроводительными документами. К соответствующему акту прилагаются все необходимые документы, подтверждающие те или иные обстоятельства обнаружения недостачи либо излишков [3].

При необходимости для приемки товаров по качеству может быть приглашен эксперт торгово-промышленной палаты или представитель другой независимой организации. Акт о ненадлежащем качестве товара оформляют в соответствии с установленными требованиями, указывая в нем необходимые сведения о товаре, состоянии упаковки, пломб, обнаруженных недостатках и т.д.

После завершения проверки товара производится оформление приемо-сдаточных документов, регистрация и ввод информации о поступившем товаре в базу данных складской информационной системы, наклейка маркировочных этикеток, формирование при необходимости складской грузовой единицы и перемещение товара к отведенному месту хранения.

На современных складах процессы грузопереработки, как правило, основаны на применении безбумажных технологий с использованием системы считывания штрих-кода. Такие технологии предполагают наличие штрих-кода на каждой единице хранения, причем кодирование груза может осуществляться самим производителем (является наиболее рациональным для эффективного функционирования всей логистической системы), поставщиком или выполняться на складе потребителя.

9.6 Складирование и хранение

Процесс складирования представляет собой размещение и укладку товаров на хранение, причем организация и осуществление этого процесса в

значительной степени влияет на эффективность работы склада в целом. Для обеспечения решения основной задачи складирования, в качестве которой определено максимальное использование объема зоны хранения, важнейшим фактором является оптимальный выбор системы складирования. При этом решающее значение имеет выбор вида складирования и складского оборудования. Технологическое оборудование для хранения должно соответствовать характеристикам и особенностям размещаемых товаров (грузовых единиц), обеспечивая максимальное использование высоты и площади склада. Подъемно-транспортное оборудование для минимизации затрат целесообразно использовать универсальное, позволяющее осуществлять не только перемещение на складе к местам хранения, но и укладку товаров на хранение.

Организация хранения должна обеспечивать:

- количественную и качественную сохранность товаров;
- оптимальное использование складской площади и объема;
- рациональную организацию технологического процесса работы склада;
- необходимые условия для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, их механизацию и автоматизацию;
- возможность осмотра и измерения товаров, отбора проб и образцов товаров соответствующими контролирующими органами, исправления поврежденной упаковки.

Процесс складирования и хранения включает выполнение следующих основных операций:

- определение и подготовка мест хранения товаров;
- внутрискладское перемещение товаров из зоны приемки в зону хранения;
- размещение и укладка товаров на хранение;
- создание необходимых условий для сохранности товаров по количеству и качеству;
- организация учета и контроля наличия хранящихся на складе товаров;
- обеспечение оптимизации выполнения отбора товаров для комплектования заказов потребителей.

Одним из условий рациональной организации хранения товаров является выбор оптимального *способа укладки*, который позволит обеспечить выполнение указанных выше требований к организации хранения товаров при минимизации затрат. На складах применяют два основных способа складирования: *напольный (штабельный)* и *стеллажный*.

Штабельная укладка целесообразна для хранения больших партий однородных товаров. Высота укладки товаров в штабели зависит от допустимых норм нагрузки на пол, прочности тары, массы складываемой грузовой единицы, свойств товаров, технических характеристик используемого для выполнения операции оборудования и др. При этом штабель

должен быть устойчивым при размещении, хранении и изъятии товаров из него, что обеспечивается правильным применением соответствующих способов укладки – в прямую, перекрестную или в обратную клетку. Следует отметить, что при необходимости строгого соблюдения принципа FIFO («первый на входе – первый на выходе») использование штабельного способа неэффективно.

При стеллажном способе хранения товары на поддонах, в индивидуальной упаковке, а также распакованные товары укладывают на стеллажи. Стеллажный способ укладки и хранения товаров обеспечивает наилучшую сохранность товаров, оптимальное использование объема склада, максимальные удобства для выполнения складских операций, автоматизации управления материальными потоками, оперативного учета товаров.

Различают следующие *способы размещения* товаров для хранения:

– сортовой – размещение товаров различных видов и сортов производится отдельно друг от друга;

– партионный – осуществляется отдельное хранение каждой партии, в состав которой могут входить товары различных видов и наименований;

– партионно-сортовой – выполняется отдельное хранение каждой поступившей на склад партии товаров, причем также обособленно размещаются товары внутри партии по видам и сортам;

– по наименованиям – хранение товаров каждого наименования производится отдельно.

Использование метода *ABC*-хранения для оптимизации складирования товаров заключается в разделении всей товарной номенклатуры по признаку оборачиваемости на три основные группы: товары с высокой оборачиваемостью; товары средней оборачиваемости; товары с низкой оборачиваемостью. При этом каждая товарная группа должна иметь определенное место размещения в складском пространстве по рядам стеллажей, ярусам хранения и глубине стеллажа.

Необходимо отметить, что перемещение товара на складе является одной из наиболее затратных операций. Поэтому внутренние перемещения товара на складе, в том числе для размещения на хранение, должны быть минимизированы, что достигается применением метода Парето. Наиболее часто отгружаемые товары, как правило, составляют небольшую часть ассортимента, и располагать их необходимо в удобных, максимально приближенных к зонам отпуска местах, вдоль так называемых «горячих» линий. Аналогичным образом рекомендуется также размещать хранящиеся без тары и крупногабаритные товары. В свою очередь, отпускаемые реже товары целесообразно располагать на некотором удалении от проездов, вдоль «холодных» линий. Таким образом, при размещении товаров реализуется принцип «чаще спрос – ближе к проезду (проходу)».

Большое значение для быстрого поиска и отбора товаров имеет

закрепление за каждым товаром (товарной группой) определенных *фиксированных* мест хранения. Однако такой вариант размещения товаров ухудшает использование складской площади, так как при снижении товарных запасов определенная часть площади остается незанятой. При *свободном выборе* места хранения размещение товара производится на любом свободном месте, вследствие чего более эффективно используется складская площадь, но при этом усложняются учет, поиск и отбор товаров для комплектования заказов потребителей. Наиболее рациональным на практике является, как правило, *комбинированный вариант*, при котором за определенной товарной группой хранения закрепляется определенное фиксированное количество стеллажей, а внутри их осуществляется свободное размещение товаров.

В соответствии с *адресной системой хранения* для каждого товара определяется его адрес хранения, т.е. номер складской зоны хранения или номер секции хранения, где размещается данная товарная группа, номер стеллажа, номер яруса стеллажа и номер места хранения на стеллаже. Использование такой системы, которая имеет несколько вариантов, позволяет обеспечить эффективную организацию процесса грузопереработки.

При размещении товаров на хранение следует учитывать применяемый в дальнейшем порядок их отбора и формирования партий отгрузки. Как правило, отпуск товаров со склада должен осуществляться по принципу FIFO, т.е. отправление определенных товаров со склада производится по мере их поступления. Товары, хранящиеся более длительное время, отгружаются потребителям в первоочередном порядке, а новые поступающие товары размещаются в резервных зонах хранения. По мере уменьшения запасов активных зон, товары из резервных зон перемещаются для их пополнения.

9.7 Система комиссионирования и отгрузка заказа

Комиссионирование и отгрузка заказов потребителям являются завершающими бизнес-процессами грузопереработки на складе. В целом комиссионирование и отгрузка заказа включают выполнение следующих операций:

- получение и обработка заказов потребителей с использованием информационной системы склада о наличии товаров;
- формирование бланка-заказа в соответствии с заявками потребителей;
- передача бланка-заказа отборщику;
- отбор товара на основании бланка-заказа;
- комплектация отобранного товара для конкретного потребителя в соответствии с его заказом;
- формирование грузовых мест, упаковка, маркировка, оформление упаковочных листов;

- формирование грузовых модулей и перемещение их в экспедицию отправки;
- документальное оформление подготовленного заказа и контроль доставки заказа в экспедицию отправки;
- приемка грузовых мест в заказе по количеству;
- выборочный контроль правильного выполнения заказа по количеству товарных единиц внутри грузовых мест;
- объединение заказов клиентов в партию отправки;
- оформление транспортной накладной и сопроводительных документов;
- погрузка в транспортные средства, сдача грузов перевозчику;
- учет отгрузки, оформление документов, контроль доставки потребителям и возврата оборотной тары (при использовании этой категории тары).

Системы комиссионирования предназначены для подготовки, отбора и комплектации товаров в соответствии с заказами потребителей и их оптимальной доставки. Возможные различные варианты выполнения основных операций (подготовка товара, отбор, перемещение в зоне комплектации, выдача) позволяют формировать определенные системы комиссионирования, из которых и производится выбор лучшей.

Подготовка товара, означающая исходное положение груза по отношению к отборщику, *может осуществляться статически* (с мест складирования) *или динамически* (в зоне комплектации). В случае статической подготовки отборщик сам перемещается к товару и отбирает его с мест хранения, а при динамической – складирование товара и отбор товара при комплектации выполняются в различных рабочих зонах. Выбор метода определяется соотношением массы грузовой складской единицы и партии отправки [14].

Отбор товара с мест хранения может осуществляться *вручную* (ручной отбор с помощью различных вспомогательных устройств) или *механически* (с помощью технических средств типа комплектующего автомата либо робототехники). Он может производиться как в зоне основного хранения, так и в специально выделенной для этой цели зоне комплектации. Отбор товара в зоне хранения может осуществляться целой складской грузовой единицей, на уровне транспортной тары или штучно. В зоне комплектации отбор товара выполняется в тех случаях, когда речь идет о комплектации заказа на уровне штучной отборки, причем в зоне комплектации отбора располагается лишь часть товарных позиций, а основной товар размещается в зоне хранения.

Для выполнения рассматриваемой операции система комиссионирования предусматривает следующие *виды* (способы) *отбора товара*: «человек к товару» (товар отбирается с мест хранения) или «товар к человеку» (в зоне комплектации отбора). В первом случае работник склада непосредственно направляется (идет или едет) к месту отбора. Во втором случае товар меха-

нически (с помощью карусельных (горизонтальных) или элеваторных (вертикальных) стеллажей, в которых товар хранится и движется по кругу, либо автоматической системы штучного хранения, перемещения и отбора *miniload AS/RS* транспортируется к стационарному рабочему месту комплектовщика.

Степень комплектации заказа может предусматривать *централизованную* (комплексную) или *децентрализованную* (индивидуальную) комплектацию. При децентрализованной комплектации соответствующим работником выполняется одновременно формирование только одного заказа для определенного потребителя. Отбор товара осуществляется непосредственно с мест хранения (специализированной зоны для штучной отборки). Наличие зоны для комплектации заказа необязательно, так как комплектация товара в заказ производится в процессе отбора. Основным преимуществом такого метода является высокая надежность соответствия выполняемого конкретного заказа заявке потребителя. Важнейшие недостатки метода – это необходимость перемещения по складу на значительное расстояние и соответственно увеличение времени на осуществление операции согласно заказу.

При централизованной комплектации отбор товара производится одновременно для нескольких, как правило, небольших по объему, заказов потребителей. В этом случае задачей работников склада становится отбор партии из нескольких заказов при прохождении одного маршрута отбора. При этом в дальнейшем появляется дополнительная операция по превращению отобранной партии товаров в индивидуальные заказы, которая выполняется в зоне комплектации. Основное преимущество такого метода заключается в сокращении времени перемещения, приходящегося на каждый отбираемый товар, а важнейшие недостатки – это появление дополнительного времени на сортировку товаров согласно заказам потребителей и возможность ошибок при формировании заказов.

Эффективность организации работы по комплектации заказа характеризуется отсутствием возврата отобранного товара или расформированной грузовой единицы из зоны комплектации в зону хранения.

Перемещение в зоне комплектации предусматривает *одномерное* перемещение груза только в горизонтальной или вертикальной плоскости либо *двухмерное* с использованием отборщиком соответствующего технического средства.

Комплектация партии отправки представляет собой формирование определенной отгрузочной партии и является завершающим этапом комиссионирования, осуществляемым в экспедиции отправки. Выполнение этой операции должно быть направлено на обеспечение максимального использования грузоподъемности и вместимости транспортных средств при доставке грузов по оптимальному маршруту.

В экспедиции отправки реализуется также контроль точности формирования заказа. Соответствующие работники склада осуществляют приемку

грузовых мест в заказе по количеству, выборочный контроль правильного выполнения заказа по количеству товарных единиц внутри грузовых мест, проверяют исправность тары и наличие сопроводительной документации. Таким образом, процесс комиссионирования охватывает все операции, необходимые для выполнения заказа, начиная с приема заказа и заканчивая передачей заказа на отправку (отгрузку).

Организация процесса погрузки товаров в транспортные средства включает в себя:

- выбор средств механизации для выполнения операции;
- определение необходимого количества подъемно-транспортных машин и работников для выполнения погрузки;
- подготовку требуемых средств и материалов для размещения и крепления груза в подвижном составе;
- координацию погрузки с работой экспедиции отправки;
- определение графика подачи транспортных средств под погрузку;
- организацию эффективной эксплуатации средств механизации;
- обеспечение сохранности товаров при погрузке.

Организация и осуществление доставки заказов со склада непосредственно самими потребителями наиболее целесообразны при равенстве величины отгружаемой партии грузоподъемности (вместимости) используемого транспортного средства. При централизованной доставке заказов, когда транспортировка и экспедиционное обслуживание осуществляются складом, как правило, можно существенно уменьшить транспортные расходы за счет консолидации грузов, использования оптимальных маршрутов перевозки, выполнения поставок более часто и меньшими по величине партиями, что позволяет снизить страховые запасы у потребителей.

После непосредственной отгрузки заказов потребителям работниками склада осуществляется:

- контроль продвижения грузов по маршруту доставки (прохождение определенных пунктов в пути следования, в том числе перевалки на другие виды транспорта, пограничные и таможенные пункты);
- контроль доставки грузов и исполнения услуг перевозчиками, экспедиторами, в том числе путем запроса у потребителей информации о поступлении к ним грузов;
- контроль возврата оборотной тары в случае ее использования.

9.8 Модуль «Управление грузопереработкой» на складе.

Информационно-компьютерная поддержка работы склада

В качестве элементов модуля «Управление грузопереработкой» на складе рассматриваются режимы управления используемым технологическим и подъемно-транспортным оборудованием, которые в зависимости от его возможностей выделяют следующие:

- автономный режим (ручное управление);
- автономный местный режим управления (из кабины) с помощью пульта управления;
- автоматический дистанционный режим управления с помощью пульта, расположенного вне кабины;
- автоматический режим управления по системе «оффлайн» или «онлайн».

Необходимо отметить, что автоматический режим управления по системе «оффлайн» или «онлайн» охватывает управление всем складом, включая и управление грузовым потоком. При этом *системы «онлайн» и «оффлайн»* отличаются скоростью поступления и обработки информации. В системе «онлайн» передача и обработка информации осуществляется в режиме реального времени, который позволяет получать необходимую информацию о перемещении грузов, выполняемых операциях непосредственно в текущий момент времени. Это дает возможность не только своевременно регистрировать произошедшие изменения, но оперативно выдавать соответствующие управляющие воздействия на объект управления и реализовывать их. Система «оффлайн» характеризуется значительной временной разницей между выдачей команды и ее выполнением.

Компьютер в системе «онлайн» принимает решение о выборе места складирования товара на основе информации о запасах товара, принципах складирования груза, заложенных в информационной системе, а также степени загрузки отдельных подъемно-транспортных средств. Работа склада в режиме реального времени предоставляет практически неограниченные возможности по управлению складом и движением товара на складе. Работа системы «оффлайн» заключается главным образом в централизованном автоматизированном сборе данных (при возможностях ими распоряжаться). Поэтому *целесообразность внедрения системы управления «онлайн»* определяется следующими условиями: большая емкость склада; значительный ассортиментный перечень товаров; сложность процесса комплектации заказов по ассортименту; необходимость сокращения времени выполнения заказов и др. [14].

Реализация получающих все более широкое распространение в самых различных областях экономики и жизни общества безбумажных технологий на складах непосредственно связана с применением штрихового кодирования товаров и транспортной тары. При этом для нанесения штрихового кода могут использоваться различные способы, а для последующего считывания информации разнообразные виды как мобильных, так и стационарных специальных устройств-сканеров: ручные, лазерные, контактные оптические карандаши, мобильные портативные терминалы. В процессе сканирования (считывания штрихкода и преобразования в пригодную для использования

информацию) необходимые данные мгновенно поступают в информационную систему склада. В результате обмена информацией между центральным компьютером и удаленными терминалами в режиме реального времени соответствующий работник склада может получать задание на любых этапах технологического процесса. Использование штрихового кодирования позволяет значительно уменьшить необходимое время на выполнение различных логистических операций с материальным и информационным потоками на складе, обеспечить автоматизацию учета и контроля за наличием и движением товаров.

Все более широкое распространение получают *системы* контроля и управления на складе с использованием мобильной связи. Они позволяют просматривать с мобильных устройств текущий запас на складе, осуществлять поиск запаса по указанным критериям, выдавать задания на грузопереработку и контролировать их выполнение, управлять складским оборудованием, просматривать необходимые документы и др.

Важнейшим фактором, обеспечивающим реализацию логистического процесса и эффективное функционирование склада, является обеспечение соответствующей *информационно-компьютерной поддержки* его работы. Использование современных информационно-управляющих систем позволяет обеспечить надлежащий уровень управления потоками, документальное оформление при выполнении всех операций технологического процесса на складе: прием грузов; складирование; отбор товаров; комплектация заказов; отправка товаров потребителям и др.

В зависимости от уровня организации программно-технических средств выделяют [14]:

- обработку информации вручную;
- обработку информации в пакетном режиме, когда подготовка данных, ввод информации и ее обработка выполняются периодически;
- обработку информации в режиме реального времени, когда информация вводится одновременно с выполнением определенной операции, перемещением грузов (товаров);
- непосредственное управление с компьютера, которое предполагает на практике интегрированное управление материальными и сопутствующими им информационными потоками в режиме реального времени.

Основными принципами формирования информационной системы в соответствии с [14] являются:

– *полнота и пригодность информации для пользователя*. Информация складскому персоналу должна предоставляться в необходимом объеме, в том месте и в том виде, которые требуются при выполнении соответствующих складских логистических функций и операций;

– *точность информации*. Для принятия правильных решений (при прогнозировании спроса, определении необходимого уровня запасов в

складской сети, планирования закупок и т.д.) важнейшее значение имеет точность и достоверность исходной информации;

– *своевременность предоставления информации*. Эффективность решения задач в грузопереработке, управлении запасами и транспортировке во многом обеспечивается своевременностью поступления и обработки информации, т.е. работой в режиме реального времени («онлайн») на основе использования современных логистических технологий сканирования, мобильной связи, спутниковой навигации, штрихового кодирования;

– *ориентированность*. Информация в складской информационной системе должна быть ориентирована на выявление дополнительных возможностей снижения логистических издержек, повышения качества складского сервиса, резервов экономии ресурсов на складе, увеличения производительности труда персонала и используемого оборудования;

– *гибкость*. Информация должна удовлетворять информационные потребности конкретных пользователей и иметь наиболее удобный для них вид. Гибкая информационная система позволяет максимально выполнять требования всех клиентов, а ее структура должна предусматривать возможность своего развития, доработки в соответствии с происходящими изменениями без чрезмерных затрат и полной замены программного обеспечения;

– *подходящий формат данных*. Применяемые в информационной системе склада форматы данных и сообщений должны позволять максимально эффективно использовать производительность технических средств, выполнять машинную обработку информации, обеспечивать обмен данными с информационными системами других участников логистической цепи.

В настоящее время существует большое количество применяемых на складах программных продуктов и логистических информационно-компьютерных технологий, которые можно определить как совокупность операций, связанных с получением и обработкой потоков информации в реальном масштабе времени о внутренних материальных потоках и различных логистических характеристиках складской системы. К числу наиболее перспективных направлений развития таких складских технологий относится использование возможностей глобальной сети Интернет, в которой широко представлена складская проблематика.

10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗОН ГРУЗОПЕРЕРАБОТКИ

10.1 Основные этапы проектирования складского хозяйства

Складское хозяйство применительно к конкретному объекту, как части складской сети, можно рассматривать как склад в совокупности с инфраструктурой, необходимой для его функционирования. *Целью проектирования складского хозяйства* является создание наиболее эффективной системы, способной к быстрым изменениям при оптимизации логистической системы, в которой она функционирует. Склады, как и другие технические объекты, проектируются по общей методологии проектирования, принятой в нашей стране. При этом проектирование складского хозяйства должно осуществляться на основе системного подхода, позволяющего комплексно решать задачу создания склада, рассматривая как взаимодействие с внешней средой, в которой он функционирует, так и разработку вопросов, связанных с системой складирования и проектированием складских зон. Склад должен создаваться как сложная технико-экономическая система, состоящая из соответствующих подсистем, модулей и их элементов.

Наиболее полно процесс разработки и реализации проекта рассмотрен в классической методике управления проектами [20]. При выборе каждого технического решения и общей компоновки склада должны рассматриваться несколько конкурентоспособных вариантов, а для дальнейшей разработки и реализации приниматься вариант, который в наибольшей степени соответствует выбранным критериям оптимальности.

Проектирование любого склада вне зависимости от его особенностей должно выполняться в определенной последовательности. *Основные этапы* или фазы *процесса создания склада* и их содержание в соответствии с [14] указаны ниже.

1 Концептуальный этап, включающий следующее:

– разработка концепции проекта. В соответствии с поставленной задачей производится анализ, определяются конечные цели проекта и выявляются пути их достижения с учетом различных факторов;

– оценка жизнеспособности проекта. Выполняется технико-экономическое обоснование проекта с учетом рассмотрения разработанных вариантов и выделения их преимуществ, формируются конкретные цели и ограничения, предварительно оценивается стоимость проекта;

– планирование проекта. При положительном решении вопроса об осуществлении проекта составляется план работ по проекту. План включает все необходимые решения для выполнения поставленных целей;

– разработка требований к проекту. Производится выбор эксплуатационных характеристик будущих объектов проекта и определяются конкретные требования к ним;

– выбор и приобретение земельного участка. Выполняются необходимые изыскания, подготовка технических условий на инженерное обеспечение участка и получение разрешений на проведение работ, экспертным методом определяются все виды издержек и величина денежных средств, которые потребуются при реализации проекта;

– базовое (концептуальное) проектирование. Утверждается состав работ по конкретному проектированию, начинается проектно-конструкторская деятельность, корректируется технико-экономическое обоснование, на основе которого с учетом дополнительной информации об объемах работ, стоимости оборудования и материалов уточняется величина затрат.

2 Контрактный этап, включающий следующее:

– составление квалификационных требований. Такие требования являются основой для подготовки договора (контракта) и проведения дополнительных базовых проектно-конструкторских работ;

– подготовка предварительного задания на проектирование. Она выполняется для формирования данных при объявлении конкурса на выполнение работ;

– объявление о проведении конкурса по выбору проектной организации. В объявлении указываются основные характеристики, место строительства склада, установленные требования и ограничения;

– рассмотрение предложений, оценка потенциальных исполнителей проекта и выбор проектной организации. На основании детальной оценки представленных предложений и возможностей представивших их организаций по различным критериям производится выбор проектной организации;

– оформление договора (контракта) с выбранной проектной организацией. Договор (контракт) может при необходимости предусматривать более глубокую эскизную проработку нескольких вариантов;

– выбор и утверждение окончательного варианта. При этом в полном объеме разрабатываются требования технико-экономического обоснования и составляется задание на рабочее проектирование;

– выбор и оформление отношений со строительной организацией. Одновременно с заключением договора (контракта) с проектной организацией аналогичные мероприятия осуществляются по привлечению подрядной строительной организации.

3 Этап реализации проекта, включающий:

– детальное (рабочее) проектирование и поставки;

– строительство запроектированного склада в совокупности с необходимой инфраструктурой.

Следует отметить, что в задачу логиста может входить подготовка технико-экономического обоснования проекта, участие в выборе проектной организации и оформлении с ней договора (контракта). Один из важнейших документов, являющихся основой для проектирования складского хозяйства, – это технико-экономическое обоснование (далее – ТЭО). В ТЭО: рассматривается целесообразность принятия типового проекта склада или выдачи задания для проектирования; определяется место расположения склада; указываются сведения о перспективе расширения и возможных изменениях технологии и организации складского хозяйства; формулируются конкретные требования и ограничения, установленные заказчиком, и др. В рамках ТЭО разрабатываются экономический, технологический разделы, включая выбор подъемно-транспортного и складского оборудования, объемно-планировочное решение склада.

Этап реализации проекта складского хозяйства включает технологическое и архитектурно-строительное проектирование, а также разработку информационной системы управления. Проект склада как комплексного технического объекта состоит из нескольких частей: конструкторской, технологической, строительной, электротехнической и др. Основные технические решения по складу определяются в технологической части, на основании которой разрабатываются все остальные части проекта согласно соответствующим нормативно-техническим документам.

Технологическое проектирование складского хозяйства согласно [14] осуществляется в два этапа:

1 Макропроектирование (внешнее проектирование) – это этап, на котором решаются общие вопросы создания складской системы, выбор и систематизация ее функций и целей, ориентированных на оптимизацию всей логистической системы, определение характеристик воздействия внешней среды на склад, установление технико-экономических требований к системе, выбор исходных параметров склада. Макропроектирование включает:

- определение цели и задач складского хозяйства и конкретного функционального назначения склада в логистической системе;
- сбор исходных данных для расчетов складских мощностей, анализ товарных потоков, проходящих через складское хозяйство в перспективе;
- определение видов транспортных средств, обслуживающих склад;
- определение потребной емкости склада с учетом перспективы;
- определение необходимых размеров участка и выбор места для создания складского хозяйства;
- разработку концепции складского хозяйства;
- разработку генплана складского хозяйства.

2 Микропроектирование представляет собой этап, связанный с конкретным проектированием склада. Он включает:

- разработку оптимальной системы складирования с определением характеристик всех подсистем, модулей и элементов;

- разработку технологии грузопереработки с учетом специфики товарных потоков. При этом указываются процедура последовательности выполнения складских операций, конкретные места их проведения в складских зонах и исполнители (складской персонал);
- разработку компоновочных решений складских площадей и объемно-планировочных решений рабочих зон склада, ориентированных на реализацию технологии грузопереработки;
- формирование организационной структуры управления складским хозяйством и расчет численности складского персонала;
- выполнение экономических расчетов, связанных со строительством и дальнейшей эксплуатацией склада, которые позволяют сделать вывод о рациональности проектных решений склада и необходимы для принятия окончательного решения по технологической части проекта.

10.2 Проектирование здания склада, транспортных коммуникаций, погрузочно-разгрузочного фронта, инфраструктуры

Первоначально на этапе макропроектирования на основании выбранной стратегии развития, связанной с формированием и функционированием складской сети, организация определяет задачи и функции каждого склада. Выполнение детального анализа товарных потоков, обработка которых планируется на складе, и используемых при доставке транспортных средств является необходимой базой для принятия решения по строительству или реконструкции склада.

На основе прогнозируемых товарных потоков и среднего срока хранения каждой товарной группы, перспектив развития определяется общая складская площадь. При определении складских мощностей необходимо выполнять требования, предъявляемые к условиям и срокам хранения для конкретного вида товарно-материальных ресурсов, что требует учета различных конструктивных особенностей складов.

При проектировании логистической системы могут использоваться складские сооружения закрытого, полузакрытого и открытого типа. Однако наиболее сложными в конструктивном отношении являются закрытые склады с различными видами зданий, широко применяемые для тарно-штучных грузов. Высота таких складов и площадь зоны хранения зависят от величины потребной вместимости склада, оборачиваемости грузов, технологии грузопереработки, характеристики и особенностей используемого подъемно-транспортного и складского оборудования, других факторов.

Необходимо отметить, что приоритетным направлением в развитии складского хозяйства является строительство одноэтажных складов, высота большинства из которых составляет 6–10 м. При этом в последнее время широко сооружаются склады с высотной зоной хранения, на которых существенно снижаются общие затраты по сравнению со складами меньшей высоты.

Выбор формы и основных размеров склада в плане определяется с учетом взаимной компоновки его технологических зон и потребных размеров погрузочно-разгрузочных фронтов, что особенно важно для складов с большим грузооборотом. Наиболее распространенными являются склады прямоугольной формы, рекомендуемое соотношение ширины к длине которых составляет 1:2 или 1:3, что позволяет обеспечивать основные принципы оптимизации складского пространства, и прежде всего минимизацию внутрискладских транспортных маршрутов.

Величина потребной складской площади становится основой для определения размеров и места расположения участка застройки под складское хозяйство. При этом территория, выделяемая под склад, должна составлять 40–45 % от общей площади участка, а превышение 50 % значения этой величины может привести к большим проблемам с размещением складской инфраструктуры и площадок под погрузочно-разгрузочный фронт [14].

Разработка генплана земельного участка застройки должна предусматривать связь с внешними транспортными путями, удобный подъезд к складскому хозяйству со стороны центральной магистрали, въезд-выезд на территорию складского хозяйства через контрольно-пропускной пункт, оборудованный компьютерной связью с диспетчерской для организации движения по территории и кратчайшего проезда к местам парковки.

При создании складов необходимо учитывать четко регламентированные требования по проектированию, размещению и техническому оснащению складов и прилегающих территорий на основе соответствующих строительных норм и правил.

Современный склад в рамках логистической системы ориентирован на повышение интенсивности входящих и выходящих потоков, что предъявляет особые требования не только к складскому зданию, но и к складской инфраструктуре, и в первую очередь к погрузочно-разгрузочному фронту и транспортным маршрутам на территории склада.

Для осуществления механизированной погрузки и разгрузки транспортных средств на складах закрытого типа предусматривают рампу – сооружение (возвышенную платформу), предназначенное для выравнивания поверхностей пола склада и транспортного средства при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Рампа одной стороной примыкает к стене склада, а другой располагается вдоль железнодорожного пути (железнодорожная рампа) или автоподъезда (автомобильная рампа). При обслуживании склада железнодорожным и автомобильным видами транспорта склад имеет две рампы и два отдельных погрузочно-разгрузочных фронта, находящихся по разные стороны складского здания. При работе с одним видом транспорта может использоваться только одна рампа или две рампы, расположенные с противоположных либо смежных сторон складского здания.

Длина погрузочно-разгрузочной рампы определяется в зависимости от

грузооборота, потребной вместимости склада и объемно-планировочного решения здания. Высота рампы зависит от вида обслуживающих склад транспортных средств, но большинство универсальных складов имеют рампы высотой 1200 мм, а для работы с различными автотранспортными средствами на погрузочно-разгрузочных местах используют уравнильные площадки (доклевеллеры).

Ширина грузового двора принимается в зависимости от типа автотранспорта и интенсивности грузооборота с учетом применяемой кольцевой, тупиковой или смешанной схем движения транспорта. Ширину полосы для движения автотранспортных средств в одном направлении следует принимать равной не менее 4–4,5 м. Для ожидания выполнения грузовых операций сооружаются места временной парковки автотранспортных средств. Покрытие мест для парковки и маневрирования может выполняться из монолитного бетона, асфальта, дорожных плит или брусчатки.

Общие требования к погрузочно-разгрузочному фронту и к проведению погрузочно-разгрузочных работ регламентируются нормами технологического проектирования складов и строительными нормами и правилами. Погрузочно-разгрузочные площадки и фронты должны обеспечивать выполнение необходимого объема работ, требований пожарной безопасности, строительных норм и правил, возможность свободного маневрирования транспортных средств. Подъездные пути к ним должны иметь твердое покрытие и поддерживаться в исправном состоянии.

Необходимая длина погрузочно-разгрузочных (грузовых) фронтов определяется со стороны обслуживающих склад видов транспорта. Длина фронта со стороны железнодорожного транспорта рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{фр}}^{\text{ж}} = m_{\text{п.у}} l_{\text{в}} + a_{\text{м}}, \quad (10.1)$$

где $m_{\text{п.у}}$ – число вагонов в одной подаче-уборке,

$$m_{\text{п.у}} = m_{\text{сут}}^{\text{п}} / X_{\text{пу}}; \quad (10.2)$$

$m_{\text{сут}}^{\text{п}}$ – расчетный суточный вагонопоток, ваг./сут;

$X_{\text{пу}}$ – число подач-уборок вагонов в течение суток;

$l_{\text{в}}$ – длина вагона по осям автосцепок, м;

$a_{\text{м}}$ – удлинение грузового фронта, необходимое для маневрового локомотива и расстановки вагонов в случае их расцепки, м.

Длина фронта работ со стороны автомобильного транспорта

$$L_{\text{фр}}^{\text{а}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{п(а)}} l_{\text{а}} t_{\text{а}}}{P_{\text{а}} T_{\text{а}}}, \quad (10.3)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{п(а)}}$ – расчетное суточное количество груза по прибытию на склад и отправлению со склада автомобильным транспортом, т/сут;

- l_a – длина фронта для работы с одним автомобилем, которая определяется в зависимости от габаритных размеров и схемы установки автомобиля у грузового фронта, м;
- t_a – средняя продолжительность погрузки-выгрузки одного автомобиля с учетом его маневрирования у фронта, ч,
- P_a – количество груза в одном автомобиле, т;
- T_a – время работы автотранспорта по обслуживанию склада в течение суток, ч.

Различают поточную (боковую), торцевую и ступенчатую (косоугольную) схемы расстановки автомобилей у склада. При поточной расстановке автомобилей сокращается маневрирование автотранспортных средств и уменьшается ширина проезда, но значительно увеличивается грузовой фронт и необходимая длина склада. Торцевая расстановка автомобилей позволяет сократить длину фронта, однако грузовые операции при такой расстановке осуществляются только через заднюю часть кузова, что увеличивает время простоя автотранспортных средств и усложняет выполнение работ. При ступенчатой расстановке автомобилей погрузка (разгрузка) может производиться через борт и заднюю часть кузова, но сооружение ступенчатых (зубчатых) рампов вызывает дополнительные затраты.

Длина склада должна быть не менее длины грузовых фронтов как для автомобильного, так и железнодорожного транспорта. При этом, если указанное условие не выполняется, то определяются меры по увеличению количества подъемно-транспортных машин или числа подач – уборок вагонов.

10.3 Основные параметры складов и методы их расчета

Исходными данными для определения основных параметров складов в логистической системе (вместимости, площади, длины, ширины, высоты) являются режим их работы и величина перерабатываемых материальных потоков (грузопотоков).

Общая величина грузопотока складывается из грузопотоков прибытия, отправления и внутрискладской грузопереработки:

$$Q_r = Q_{пр} + Q_{вн} + Q_{отпр}, \quad (10.4)$$

где $Q_{пр}$ – годовой объем грузопотока по прибытию на склад, т;

$Q_{вн}$ – годовой объем внутрискладской грузопереработки, т (определяется с использованием коэффициента внутрискладских перевалок, учитывающего количество законченных операций в технологическом цикле при переработке груза);

$Q_{отпр}$ – годовой объем грузопотока по отправлению со склада, т.

Исходя из прогнозируемой (планируемой) величины годового грузопотока определяют предполагаемый среднесуточный грузопоток:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{сп}} = Q_{\text{г}} / T, \quad (10.5)$$

где T – продолжительность работы склада в течение года, сут.

Режим работы склада можно рассматривать как детерминированный или как случайный процесс. При детерминированном режиме работы предполагается поступление груза (транспортных средств под погрузку или выгрузку) равномерно или в строго фиксированные моменты времени, через определенные интервалы, продолжительность обработки каждой партии груза также четко определена и не отклоняется от среднего значения. Однако на практике для складов более реальным является случайный характер поведения обслуживаемых потоков. При данном процессе время поступления груза, его количество и продолжительность обработки значительно отклоняются от среднего значения, т.е. носят вероятностный характер.

Поэтому для повышения уровня надежности расчетов вводят расчетный коэффициент неравномерности $k_{\text{н}}$, а при определении параметров и технического оснащения складов используют не среднесуточные, а *расчетные размеры суточного грузопотока* $Q_{\text{сут}}^{\text{р}}$, которые учитывают вероятностные колебания грузопотоков и могут быть определены по заданному или рассчитанному коэффициенту неравномерности либо с использованием положений теории вероятностей.

Коэффициент неравномерности грузопотоков зависит от типа и назначения склада, рода груза, технологии работ, способа и условий перевозок и т.д. и может изменяться в широких пределах. На практике этот коэффициент нередко задают произвольно, без должных исследований закономерностей грузопотока, что может привести к серьезным ошибкам при проектировании склада. Более точно в процессе технического обследования действующего склада, в зависимости от имеющихся исходных данных, поставленных при проектировании склада задач, требуемой детализации технических решений неравномерность внешнего грузопотока прибытия на склад или отправления грузов со склада может быть определена:

1) с использованием коэффициента неравномерности, рассчитанного на основе максимально возможного грузопотока;

2) применением положений теории вероятностей [19].

По *первому* из указанных методов (аналитическому) коэффициент неравномерности грузопотока, прибывающего на склад или отправляемого со склада, определяется по формуле:

$$k_{\text{н}} = Q_{\text{max}} / Q_{\text{сут}}^{\text{сп}}, \quad (10.6)$$

где Q_{max} – максимальный суточный грузопоток по прибытию или отправлению за определённый период времени (как правило, за год).

Расчетный суточный грузопоток

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р}} = k_{\text{н}} Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} \quad (10.7)$$

Расчеты по этому методу дают завышенные значения коэффициента неравномерности и соответственно расчетного суточного грузопотока.

Более точно и обоснованно неравномерность и расчетный суточный грузопоток определяются по *второму* методу, основанному на применении теории вероятностей и математической статистики. В соответствии с этим методом определение при расчетах складов коэффициента неравномерности как промежуточной величины необязательно, а возможно непосредственное определение расчетного суточного грузопотока исходя из заранее заданной доверительной вероятности β того, что грузопоток не превысит определенной расчетной величины (как правило, для расчетов рекомендуется принимать $0,90 \leq \beta \leq 0,95$).

При обслуживании склада железнодорожным и автомобильным транспортом расчетный суточный грузопоток соответственно по прибытию $Q_{\text{сут}}^{\text{р(жк)}}$ и по отправлению $Q_{\text{сут}}^{\text{р(жк)}}$ в железнодорожном подвижном составе определяется по формулам:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р(жк)}} = m_{\text{сут}}^{\text{р}} P_{\text{тех}}^{\text{р(в)}}, \quad (10.8)$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{р(жк)}} = m_{\text{сут}}^{\text{р}} P_{\text{тех}}^{\text{р(в)}}, \quad (10.9)$$

где $m_{\text{сут}}^{\text{р}}, m_{\text{сут}}^{\text{р}}$ – расчетный суточный груженный вагонопоток соответственно по прибытию и отправлению, ваг.;

$P_{\text{тех}}^{\text{р(в)}}, P_{\text{тех}}^{\text{р(в)}}$ – техническая норма загрузки вагонов соответственно прибывающими и отправляемыми грузами, т.

Технической нормой загрузки называется оптимальное количество рациональным способом подготовленного груза, которое может быть погружено в вагон, контейнер при наилучшем использовании их грузоподъемности и вместимости.

Расчетный суточный груженный вагонопоток по прибытию и отправлению при нормальном распределении случайной величины вагонопотока определяется по формулам:

$$m_{\text{сут}}^{\text{р(п)}} = m_{\text{сут}}^{\text{р(ср)}} + \sigma^{\text{р}} t_{\beta}; \quad (10.10)$$

$$m_{\text{сут}}^{\text{р(п)}} = m_{\text{сут}}^{\text{р(ср)}} + \sigma^{\text{р}} t_{\beta}, \quad (10.11)$$

где $m_{\text{сут}}^{\text{р(ср)}}, m_{\text{сут}}^{\text{р(ср)}}$ – среднесуточный груженный вагонопоток соответственно по прибытию и отправлению, ваг.,

$$m_{\text{сут}}^{\text{р(ср)}} = Q_{\text{сут}}^{\text{р(ср)}} / P_{\text{тех}}^{\text{р(в)}}, \quad (10.12)$$

$$m_{\text{сут}}^{n(\text{cp})} = Q_{\text{сут}}^{n(\text{cp})} / P_{\text{тех}}^{n(\text{в})}, \quad (10.13)$$

$Q_{\text{сут}}^{r(\text{cp})}$, $Q_{\text{сут}}^{n(\text{cp})}$ – среднесуточный грузопоток, соответственно прибывающий и отправляемый железнодорожным транспортом, т,

$$Q_{\text{сут}}^{r(\text{cp})} = Q'_{\text{год}} / T, \quad (10.14)$$

$$Q_{\text{сут}}^{n(\text{cp})} = Q''_{\text{год}} / T; \quad (10.15)$$

$Q'_{\text{год}}$, $Q''_{\text{год}}$ – годовой объем соответственно прибытия и отправления груза железнодорожным транспортом, т;

T – продолжительность работы склада в течение года, сут;

σ' , σ'' – среднее квадратическое отклонение суточного вагонопотока от средней величины соответственно по прибытию и отправлению, ваг.;

t_{β} – коэффициент, зависящий от выбранного уровня доверительной вероятности β .

Расчетное суточное количество прибывающих на склад $n_{\text{сут}}^{r(\text{p})}$ и отправляемых со склада $n_{\text{сут}}^{n(\text{p})}$ автотранспортных средств с грузом можно определить по формулам:

$$n_{\text{сут}}^{r(\text{p})} = Q_{\text{сут}}^{n(\text{p}(\text{ж}))} / P_{\text{тех}}^{r(\text{a})}; \quad (10.16)$$

$$n_{\text{сут}}^{n(\text{p})} = Q_{\text{сут}}^{n(\text{p}(\text{ж}))} / P_{\text{тех}}^{n(\text{a})}, \quad (10.17)$$

где $P_{\text{тех}}^{r(\text{a})}$, $P_{\text{тех}}^{n(\text{a})}$ – среднее количество груза в автотранспортном средстве соответственно прибывающем на склад и отправляемом со склада, т.

Расчетный суточный объем груза, поступающего на хранение в склад, т,

$$Q_{\text{сут}}^{p(\text{ск})} = Q_{\text{сут}}^{r(\text{п}(\text{ж}))} (1 - \alpha') + Q_{\text{сут}}^{n(\text{п}(\text{а}))} (1 - \alpha''), \quad (10.18)$$

где α' , α'' – доля грузопотока, перерабатываемого по «прямому варианту» (перегрузка из одного транспортного средства в другое без хранения на складе), прибывающего соответственно в железнодорожном и автомобильном подвижном составе;

$Q_{\text{сут}}^{n(\text{п}(\text{а}))}$ – расчетный суточный грузопоток по прибытию в автомобильном подвижном составе, т.

Для определения площади и других параметров склада предварительно требуется определить его потребную вместимость. *Необходимая вместимость (емкость) склада для любого вида груза:*

$$E_c = Q_{\text{сут}}^{p(\text{ск})} t_{\text{хр}}, \quad (10.19)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}}$ – расчетный суточный объем груза, поступающего на хранение в склад, т/сут;

$t_{\text{хр}}$ – средняя продолжительность хранения груза на складе, сут.

При проектировании логистических систем *потребная общая площадь склада* укрупненно может быть определена *по методу удельных нагрузок*:

$$S_{\text{доп}}^{\text{скл}} = k_{\text{пр}} E_c / P_{\text{доп}}, \quad (10.20)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь склада на складские проходы, проезды, противопожарные разрывы по требованиям безопасности и т.п.;

$P_{\text{доп}}$ – удельная нагрузка на 1 м² полезной площади (площади зоны основного хранения) склада, т/м² (может определяться как произведение допустимой высоты укладки груза и его объемной массы (плотности) или как допустимая нагрузка в соответствии со специализацией и конструктивными особенностями склада).

Ширина склада при использовании этого метода определяется в зависимости от рода поступающих на хранение товарно-материальных ресурсов, вида обслуживающих склад транспортных средств, конструктивных особенностей выбранного типа склада, характеристик используемых подъемно-транспортных машин и складского оборудования и др. Для крытых складов ширина, как правило, выбирается в соответствии с типовыми проектами. Необходимая длина склада рассчитывается исходя из потребной площади и принятой ширины склада.

Более точные расчеты для определения потребной общей складской площади и других необходимых параметров осуществляются на основе детализации по функциональным зонам склада.

10.4 Расчет параметров склада по элементарным площадкам

Определение параметров зоны основного хранения на складе с учетом необходимых проходов и проездов для работы используемого подъемно-транспортного и технологического оборудования *по методу элементарных площадок* позволяет получить наиболее достоверные результаты.

В соответствии с этим методом величина потребной полезной площади хранения и вспомогательной площади определяется числом элементарных площадок, необходимых для хранения груза. Первоначально для проектируемого склада разрабатывается детальная схема внутренней планировки, на которой выделяются соответствующие зоны. Площадь склада для хранения разбивается на элементарные площадки, в качестве которых используются стеллажи, штабели, отдельные пакеты груза, контейнеро-места и др.

На основании габаритных размеров грузового места, транспортного пакета или складского товароносителя определяется оптимальная схема укладки груза на элементарной площадке. В зависимости от типа склада, используемых подъемно-транспортных машин и оборудования определяются размеры (длина, ширина) элементарной площадки. Количество груза на одной элементарной площадке рассчитывается по числу грузовых мест (транспортных пакетов, складских товароносителей) и количеству ярусов (при возможности многоярусного хранения груза).

Далее исходя из потребной вместимости (емкости) склада рассчитывается необходимое число элементарных площадок на складе для хранения груза и определяются длина, ширина и площадь зоны хранения с учетом вспомогательной площади, занятой проездами для внутрискладских средств механизации, технологическими проходами и противопожарными разрывами по требованиям безопасности.

Расчеты для *тарно-упаковочных грузов* при хранении их в штабелях в крытом складе с внутренним вводом железнодорожного пути производятся в следующем порядке [11].

Длина элементарной площадки (рисунок 10.1)

$$l_3 = l_{\text{мд}} - b_{\text{пр}}, \quad (10.21)$$

где $l_{\text{мд}}$ – расстояние между осями смежных дверей со стороны автотранспорта, м;

$b_{\text{пр}}$ – ширина проезда с учетом разворота электро- или автопогрузчика, м.

Ширина элементарной площадки

$$b_3 = \frac{B_{\text{ск}}}{2} - \left(\frac{b_{\Gamma} + b_{\Pi}}{2} + b_{\text{пр}} \right), \quad (10.22)$$

где $B_{\text{ск}}$ – стандартная ширина склада, м;

b_{Γ} – габаритное расстояние от стены склада до грузовой платформы со стороны железнодорожного транспорта, м;

b_{Π} – расстояние от стены склада до штабеля (0,3–0,5 м).

Ширину проезда между штабелями определяют в зависимости от технических характеристик обслуживающих склад средств механизации и габаритных размеров перемещаемого грузового места (транспортного пакета, складского товароносителя). Рекомендуется при двустороннем движении напольного транспорта ширину проезда рассчитывать по формуле:

$$b_{\text{пр}} = 2A + 3B, \quad (10.23)$$

где A – ширина используемого средства механизации вместе с перемещаемой грузовой единицей, м;

Б – необходимое расстояние (зазор) между средствами механизации, а также между ними и складскими объектами, находящимися по обе стороны проезда, м.

При одностороннем движении ширину проезда рекомендуют определять как сумму ширины механизма с перемещаемым грузом А и удвоенного зазора Б.

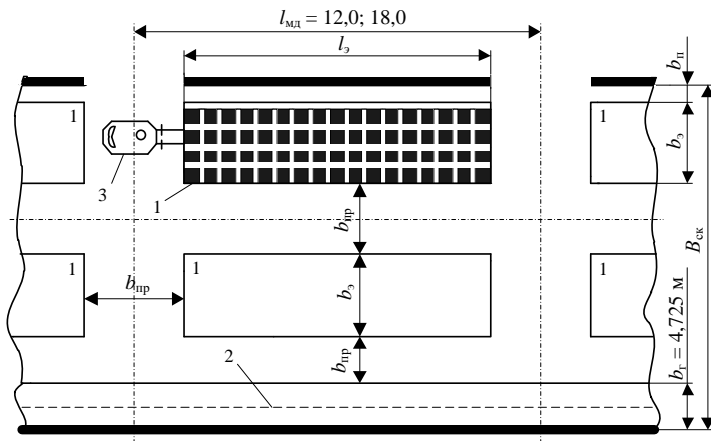


Рисунок 10.1 – Схема к расчету параметров элементарной площадки:
1 – элементарная площадка; 2 – ось железнодорожного пути; 3 – погрузчик

При работе на складе различных типов погрузчиков ориентировочно значения $b_{пр}$ можно принимать в соответствии с параметром погрузчика «ширина проездов при штабелировании с поворотом 90°» или в соответствии с параметром «Ast – ширина рабочего прохода» технических характеристик погрузчика.

Количество поддонов (пакетов), устанавливаемых в одном ярусе элементарной площадки,

$$Z_{п} = \frac{l_3 b_3}{(l_{пак} + \Delta l)(b_{пак} + \Delta l)}, \quad (10.24)$$

где Δl – расстояние между смежными поддонами (пакетами), равное 0,05–0,06 м;

$l_{пак}$, $b_{пак}$ – соответственно длина и ширина поддона (пакета), м.

Вместимость груза на элементарной площадке

$$P_{эл} = Z_{п} k_{я} P_{г}, \quad (10.25)$$

где $k_{я}$ – количество ярусов пакетов, устанавливаемых на элементарной площадке;

$P_{г}$ – масса груза в пакете, т.

Количество ярусов определяется исходя из максимальной высоты штабелирования погрузчиком $K_{\text{погр}}$ и допустимой нагрузки на квадратный метр площади склада $K_{\text{доп}}$

$$K_{\text{погр}} = \frac{H_{\text{погр}}}{H_{\text{пак}}} + 1, \quad (10.26)$$

где $H_{\text{погр}}$ – максимальная высота подъема вил погрузчика, м;

$$K_{\text{доп}} = \frac{P_{\text{доп}} S_{\text{пак}}}{P_{\Gamma}}, \quad (10.27)$$

$S_{\text{пак}}$ – площадь, занимаемая одним поддоном (пакетом), м^2 .

Значения $K_{\text{погр}}$ и $K_{\text{доп}}$ округляются до целых значений в меньшую сторону. Из двух полученных значений выбирается меньшее, $K_{\text{я}} = \min(K_{\text{погр}}; K_{\text{доп}})$.

Потребное количество элементарных площадок

$$n_{\text{э}} = E_{\text{с}} / P_{\text{эл}}. \quad (10.28)$$

Расчетная длина склада

$$L_{\text{ск}} = n_{\text{э}} l_{\text{мд}} / 2. \quad (10.29)$$

Необходимое количество складов определяют с учетом установленной длины одного склада.

Для складов с внешним расположением железнодорожных путей

$$b_{\text{э}} = B_{\text{ск}} / 2 - (b_{\text{пр}} / 2 + b_{\text{п}}). \quad (10.30)$$

Дальнейшие расчеты аналогичны рассмотренным выше.

При стеллажном хранении потребную полезную площадь хранения можно определить как произведение габаритных размеров (длины и ширины) стеллажа и необходимого количества стеллажей для хранения, которое рассчитывается согласно подразд. 8.7 учебно-методического пособия. Ширину проезда между стеллажами определяют аналогично рассмотренному выше для штабельного хранения.

При определении параметров складов (площадок) для *штучных грузов и контейнеров* первоначально определяется их ширина в зависимости от используемых подъемно-транспортных машин [11]:

– для мостового крана

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} - l + b_{\text{гр}} / 2; \quad (10.31)$$

– козлового двухконсольного крана

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{тел}} - 2B_{\text{з}}; \quad (10.32)$$

– стрелового крана

$$B_{\text{ск}} = B'_{\text{ск}} + B''_{\text{ск}} = \left(L_{\text{кр}}^{\text{max}} - B_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} + b_{\text{гр}} / 2 \right) + \left(L_{\text{кр}}^{\text{max}} - B_{\text{кр}} - B_{\text{з}} + b_{\text{гр}} / 2 \right), \quad (10.33)$$

где $L_{кр}^{max}$ – вылет стрелы крана, на котором грузоподъемность соответствует массе груза с грузоподъемным устройством, м;
 $B_{кр}$ – расстояние от оси вращения поворотной части крана до наиболее выступающей части крана, м;
 $B_{пс}$ – габарит приближения строений, м (4,9 м);
 $b_{гр}$ – размер стороны груза, устанавливаемой по ширине площадки, м;
 $L_{кр}$ – пролет крана, м;
 $B_{тел}$ – ширина ходовой тележки крана, м;
 B_3 – величина зазора, м ($\geq 0,7$ м);
 l – расстояние от оси, проходящей через середину ходового колеса крана, до оси, проходящей через грузоподъемный трос в крайнем положении грузоподъемной тележки крана, м.

Схема размещения штучных грузов (контейнеров) на площадке приведена на рисунке 10.2.

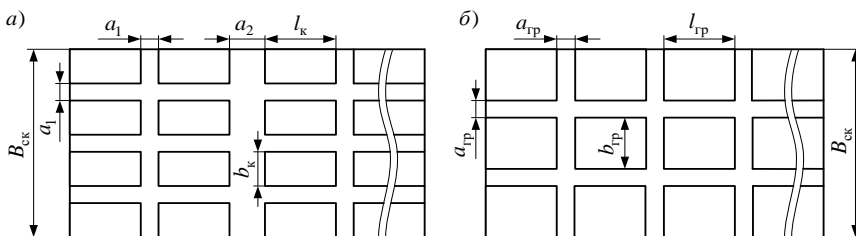


Рисунок 10.2 – Схема размещения штучных грузов и контейнеров на площадке
 а – контейнеров; б – штучных грузов

Исходя из ширины склада, определенной в зависимости от используемых подъемно-транспортных машин по формулам (10.31)–(10.33), далее рассчитывается количество элементарных площадок, размещаемых по ширине склада:

– для контейнеров

$$p_{ш} = \frac{B_{ск} + a_1}{b_k + a_1}; \quad (10.34)$$

– штучных грузов

$$p_{ш} = \frac{B_{ск} + a_{гр}}{b_{гр} + a_{гр}}, \quad (10.35)$$

где a_1 – расстояние между контейнерами в комплекте, м;

$b_k, b_{гр}$ – ширина элементарной площадки (контейнера, пакета), м;

$a_{гр}$ – расстояние между элементарными площадками для штучных грузов, м.

Необходимое количество элементарных площадок

$$n_{эл} = \left\lceil \frac{E_c}{P_{гр} K_я} \right\rceil, \quad (10.36)$$

где $P_{гр}$ – количество груза, находящегося на элементарной площадке в одном ярусе (масса груза в одном пакете, контейнере), т;

$K_я$ – количество ярусов на элементарной площадке:

– для контейнеров

$$K_я = \frac{P_{доп} S_k}{G_k^{бр}} = \frac{P_{доп} l_k b_k}{G_k^{бр}}, \quad (10.37)$$

– штучных грузов

$$K_я = \frac{P_{доп} S_{пак}}{G_{пак}} = \frac{P_{доп} l_{гр} b_{гр}}{G_{пак}}, \quad (10.38)$$

$S_k, S_{пак}$ – площадь, занимаемая одним соответственно контейнером и пакетом, м²;

$l_k, l_{гр}$ – длина соответственно контейнера и пакета, м;

$G_k^{бр}$ – масса брутто контейнера, т;

$G_{пак}$ – масса пакета с грузом, т.

Рассчитанное количество ярусов $K_я$ округляется до целого значения в меньшую сторону.

Необходимая длина склада (площадки) для размещения штучных грузов

$$L = \left\lceil \frac{n_{эл}}{P_{ш}} \right\rceil l_{гр} + \left[\frac{n_{эл}}{P_{ш}} - 1 \right] a_{гр}. \quad (10.39)$$

Длина склада (площадки) с учетом поперечных заездов для автотранспорта

$$L_{ск} = L + L_{вз}, \quad (10.40)$$

где $L_{вз}$ – дополнительная длина на поперечные автомобильные заезды, м,

$$L_{вз} = \left[\frac{L}{l_B} - 1 \right] b_{вз}, \quad (10.41)$$

l_B – расстояние между поперечными автомобильными заездами, м;

$b_{вз}$ – ширина поперечного автомобильного заезда, м.

Необходимая длина контейнерной площадки

$$L_{ск} = L_k + L_{вз} + L_p, \quad (10.42)$$

где L_k – длина склада, необходимая для размещения контейнеров с учетом проходов и без учета заездов для автотранспорта, м,

$$L_k = \left[\frac{n_{эл}}{p_{ш}} \right] l_k + \left[\frac{n_{эл}}{2p_{ш}} \right] a_1 + \left[\frac{n_{эл}}{2p_{ш}} - 1 \right] a_2, \quad (10.43)$$

a_2 – ширина прохода между комплектами контейнеров, м;

L_p – длина склада, необходимая для размещения контейнеров, направляемых в ремонт, м.

Полезную площадь складов для хранения штучных грузов и контейнеров с учетом вспомогательной площади, занятой проездами, проходами и противопожарными разрывами, определяют как произведение рассчитанных длины и ширины соответствующих площадок.

10.5 Объемно-планировочные решения рабочих зон склада. Определение основных параметров складских зон

Для эффективного управления складом очень важна его рациональная планировка в части выделения основных функциональных зон и определение их параметров. *Объемно-планировочные решения рабочих зон склада* должны быть наилучшим образом ориентированы на реализацию соответствующей технологии грузопереработки. При проектировании складских зон особое значение имеет разработка технологической части проекта, связывающей организацию технологического процесса с пространственным делением складской площади на рабочие зоны.

Рациональная разбивка складской площади на рабочие зоны позволяет обеспечить оптимальный процесс переработки грузов на складе при максимальном использовании имеющихся складских мощностей с минимальными затратами на тонну перерабатываемого груза. При этом основным принципом разделения складской площади на функциональные зоны является выделение складского пространства для последовательного осуществления логистических операций грузопереработки с учетом всех особенностей функционирования склада.

В целом, по взаимному расположению рабочих зон, которое непосредственно влияет на систему складирования, внутрискладские грузопотоки, технологию переработки грузов, ориентацию логистического процесса, возможно около 40 компоновочных решений склада. По расположению основной зоны хранения по отношению к зонам приемки и комплектации склады могут быть разделены на две группы – склады с односторонним расположением складских зон и склады с двусторонним их расположением. Причем основные схемы компоновок склада:

– тупиковый вариант с прямоточным, фронтальным, боковым, угловым грузопотоками;

– проходной (сквозной) вариант с прямоточным, боковым, обратным и угловым грузопотоками [14].

При выборе основных параметров складских зон необходимо исходить из специфики номенклатуры и параметров перерабатываемых грузов, характеристик используемых подъемно-транспортных машин и технологического оборудования, особенностей доставки на склад и отправления грузов со склада, способа их размещения на складе, системы комиссионирования, обеспечения условий для безопасной работы складского персонала и др.

Необходимо отметить, что хотя эффективность функционирования склада реализуется в процессе его эксплуатации, но закладывается она на этапе проектирования складской системы и во многом зависит от выполнения ряда требований, предъявляемых к его устройству и планированию складских зон и помещений. Важнейшими из этих требований являются следующие:

1) конструктивные параметры и техническое оснащение склада должны соответствовать его основному функциональному назначению в логистической цепи доставки товарно-материальных ресурсов, роду груза;

2) объемно-планировочные решения складов должны отвечать оптимальной технологии складских операций, т.е. внутрискладской технологический процесс должен быть поточным, расположение складских зон по отношению друг к другу обеспечивать последовательное осуществление операций, а площади и объемы складских помещений должны соответствовать характеру и объему выполняемых работ;

3) погрузочно-разгрузочные зоны складов и грузовые фронты должны проектироваться с учетом характеристик транспортных средств, обслуживающих склад, интенсивности входящих и выходящих потоков, и обеспечивать минимальный простой транспортных средств;

4) зона разгрузки должна находиться в непосредственной близости к экспедиции приемки и складской зоне приемки;

5) зона приемки, примыкающая к зоне хранения, должна иметь места для временного хранения груза до полной его приемки и регистрации;

6) оснащение зоны хранения соответствующим технологическим оборудованием должно производиться с учетом размеров партии поставки, специфики товарно-материальных ресурсов, их стоимости, особенностей комплектации и т.д.;

7) условия хранения должны позволять полностью сохранять количество и не допускать ухудшения качества товарно-материальных ресурсов ниже существующих норм;

8) при хранении должно обеспечиваться максимально возможное использование площади и объема склада;

9) должен быть реализован удобный доступ к хранящимся на складе товарно-материальным ресурсам;

10) зона комплектации должна располагаться в непосредственной близости от экспедиции отправки и зоны погрузки и оснащаться соответствующими

щим оборудованием с учетом особенностей товарно-материальных ресурсов и выбранной системы коммиссионирования;

11) размеры проходов и проездов на складе должны определяться в соответствии с применяемым для выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ подъемно-транспортным оборудованием;

12) должна обеспечиваться минимизация затрат на строительство и эксплуатацию склада.

Наиболее точные расчеты для определения потребной общей складской площади осуществляются на основе детализации по функциональным зонам склада. В этом случае *общая площадь склада определяется как совокупность площадей всех складских зон:*

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{п}} + S_{\text{всп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{км}} + S_{\text{эп}} + S_{\text{зо}} + S_{\text{сл}} + S_{\text{доп}}, \quad (10.44)$$

где $S_{\text{п}}$ – полезная площадь хранения, т.е. площадь, занятая непосредственно под хранимыми товарами (штабелями, стеллажами и другим оборудованием для хранения товаров);

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

$S_{\text{пр}}$ – площадь зоны приемки;

$S_{\text{км}}$ – площадь зоны комплектации;

$S_{\text{эп}}$ – площадь экспедиции приемки;

$S_{\text{зо}}$ – площадь экспедиции отправки;

$S_{\text{сл}}$ – служебная площадь, т.е. площадь в помещениях складов, отведенная для оборудования рабочих мест складских работников;

$S_{\text{доп}}$ – площадь зоны для дополнительной обработки грузов.

Полезная площадь хранения по каждому товару (группе товаров) может быть определена исходя из годового объема грузопотока рассматриваемого товара (группы товаров) на складе, нагрузки на полезную площадь склада и принятой высоты укладки груза. Величина вспомогательной площади зависит от типа используемого в технологическом процессе подъемно-транспортного оборудования и может быть рассчитана для складов закрытого типа как произведение полезной площади хранения и соответствующего коэффициента.

Наиболее точно полезная и вспомогательная площадь склада ($S_{\text{пв}} = S_{\text{п}} + S_{\text{всп}}$), как отмечено ранее, определяется по методу элементарных площадок, который учитывает параметры хранящегося груза, используемых подъемно-транспортных машин и технологического оборудования, размещение груза на складе (подразд. 10.4 учебно-методического пособия).

Площади зон приемки и комплектации рассчитываются на основании нагрузок на 1 м^2 площади этих зон:

$$S_{\text{пр}} = \frac{365 Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{пр}} k_{\text{пр}} d_{\text{п}}}{D_{\text{р}} q}; \quad (10.45)$$

$$S_{\text{км}} = \frac{365 Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{км}} k_{\text{пр}} d_{\text{о}}}{D_{\text{р}} q}, \quad (10.46)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}}$ – расчетный суточный грузопоток на складе, т/сут;

$t_{\text{пр}}$ – продолжительность нахождения товара в зоне приемки, сут;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на проходы, проезды, отступы от стен склада и т.п.;

$d_{\text{п}}, d_{\text{о}}$ – доля товаров, проходящих соответственно приемку и комплектование;

$t_{\text{км}}$ – продолжительность нахождения товара в зоне комплектации, сут;

$D_{\text{р}}$ – число рабочих дней склада в течение года;

q – нагрузка на 1 м² площади зон приемки и комплектации, т/м².

Площади зон экспедиции приемки и отправки также рассчитываются на основании нагрузок на 1 м² площади этих зон с учетом доли товаров, проходящих через соответствующую экспедицию, от общего грузопотока:

$$S_{\text{эп}} = \frac{365 Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{эп}} d_{\text{эп}}}{D_{\text{п}} q_{\text{э}} k_{\text{эп}}}; \quad (10.47)$$

$$S_{\text{эо}} = \frac{365 Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{эо}} d_{\text{эо}}}{D_{\text{о}} q_{\text{э}} k_{\text{эо}}}, \quad (10.48)$$

где $t_{\text{эп}}$ – продолжительность нахождения товара в зоне экспедиции приемки, сут;

$d_{\text{эп}}$ – доля товаров, проходящих через экспедицию приемки;

$D_{\text{п}}$ – число дней поступления грузов на склад в течение года;

$q_{\text{э}}$ – нагрузка на 1 м² площади зон экспедиции приемки и отправки, т/м²;

$k_{\text{эп}}$ – коэффициент использования площади экспедиции приемки (0,3–0,4);

$t_{\text{эо}}$ – продолжительность нахождения товара в зоне экспедиции отправки, сут;

$d_{\text{эо}}$ – доля товаров, проходящих через экспедицию отправки;

$D_{\text{о}}$ – число дней отпуска грузов со склада в течение года;

$k_{\text{эо}}$ – коэффициент использования площади экспедиции отправки (0,4–0,5).

В состав служебной площади склада (площади рабочих мест) входят площади различных административных (служебных) помещений. Они определяются в соответствии со строительными нормами и правилами, и рассчитываются

ваются в зависимости от количества работающих на складе по нормам площади на одного работающего и потребности в помещениях.

В случае осуществления на складе дополнительной обработки грузов (фасовки, маркировки и т.п.) величина площади данной зоны зависит от вида и объемов выполняемых работ, а также габаритных размеров и производительности используемого для этих целей оборудования.

10.6 Формирование организационной структуры управления складским хозяйством и определение численности работников склада. Организация системы мотивации складского персонала

Эффективная деятельность субъекта хозяйствования требует формирования рациональной организационной структуры управления логистикой – совокупности связанных между собой элементов службы логистики (должностей персонала и структурных подразделений), обеспечивающих согласованность действий при управлении материальными и сопутствующими им потоками.

В соответствии со сформулированной руководством субъекта хозяйствования логистической стратегией определяются специализация, состав и размеры выделяемых структурных подразделений, формируется штатное расписание каждого из них, предусматривающее наименование должностей и численность производственного, административно-управленческого и другого персонала, устанавливаются полномочия по принятию управленческих решений.

Наиболее распространенными в мире организационными структурами управления логистикой субъектов хозяйствования различных отраслей экономики в настоящее время являются линейно-функциональные и дивизиональные структуры. Для *линейно-функциональной организационной структуры управления* логистикой характерна группировка линейного персонала компании по отдельным видам логистической деятельности, основанной на выполнении базовых функций (складирование, транспортировка, управление запасами и т.п.), а также аналитической и информационной поддержки логистики. В такой структуре связанные с логистическим администрированием функции (планирование, координация, учет, контроль, мотивация, анализ) выполняют начальник отдела логистики и начальники соответствующих структурных подразделений (транспортный отдел, складское или транспортно-складское хозяйство, подразделение (отдел) управления запасами и др.). Объединение складского и транспортного подразделений в рамках одного отдела позволяет значительно повысить уровень координации по важнейшим вопросам доставки заказов потребителям. Централизованное управление в рамках единой службы складского хозяйства рекомендуется обеспечивать и при наличии у организации нескольких складов [14].

В ряде случаев у субъектов хозяйствования, развивающих собственную или комбинированную логистическую инфраструктуру, при создании региональной

складской сети может использоваться *дивизиональная организационная структура управления* (все линейные функции управления логистикой остаются в каждом автономном подразделении – дивизионе), применение которой наиболее целесообразно при слабой связи продуктовых линий каждого из этих подразделений. В последние годы развитие логистических организационных структур характеризуется также возникновением матричных и процессно-ориентированных организационных структур управления, когда уровень интеграции логистических бизнес-процессов стал охватывать весь функциональный цикл исполнения заказа потребителя и организацию послепродажного логистического сервиса.

В основе формирования организационной структуры складского персонала находится, как правило, технологический процесс грузопереработки с учетом рабочих зон выполнения его важнейших составляющих, т.е. функциональный принцип. *Организационная структура, основанная на использовании функционального принципа*, предусматривает выделение подразделений, групп или исполнителей (в зависимости от мощности склада) во главе с ответственным руководителем либо старшим среди исполнителей, по всем основным бизнес-процессам (разгрузка транспортных средств, приемка, складирование и хранение, комплектация заказов, погрузка в транспортные средства для доставки потребителям). При этом отдельно выделяются подразделения, обеспечивающие работу экспедиций приемки и отправки при их наличии на складе, причем экспедиция отправки может подчиняться непосредственно управляющему складским хозяйством или заведующему комплектацией (при осуществлении экспедицией только формирования отгрузочных партий).

Важными вопросами являются внутренняя организация управления на складе, непосредственное руководство складским процессом, правильное разделение труда между персоналом склада, определение прав, обязанностей и ответственности работников, а также режима работы склада.

Заведующему складом подчиняются заведующие соответствующими основными рабочими зонами и секциями склада, в обязанности которых входит управление и рациональная организация их работы. При наличии на складе секций скоропортящихся продуктов в организационную структуру может быть включена должность начальника по контролю за качеством.

Начальник по техническому обслуживанию отвечает за подъемно-транспортное оборудование, разработку и руководство системами безопасности и противопожарной системой, организацию рабочих групп и обучение соответствующего персонала. Он подчиняется заведующему складом в тех случаях, когда складское хозяйство территориально изолировано от основного офиса организации, а в других случаях его подчинение рекомендуется передавать управляющему административно-хозяйственной части [14].

Распределение функциональных обязанностей среди складского персо-

нала в соответствии с принятой организационной структурой управления и утверждение должностных инструкций для всех сотрудников склада осуществляется руководством субъекта хозяйствования. Должностная инструкция определяет порядок подчиненности, квалификационные требования, функциональные обязанности, ответственность и другие существенные аспекты деятельности соответствующего работника склада.

Определение численности персонала может производиться на различных этапах создания и функционирования складского хозяйства (при создании инвестиционного проекта, в процессе разработки технологической части проекта, при реконструкции склада и увеличении его мощности, в ходе эксплуатации складского хозяйства).

На этапе создания инвестиционного проекта не выполняют точные расчеты необходимой численности складского персонала, а используют примерное ее соотношение с каким-либо другим показателем, например, складской площадью. Для остальных этапов создания и функционирования складского хозяйства определение численности основного складского персонала должно осуществляться с использованием специальных нормативных документов. Так, численность основных производственных рабочих склада (грузчики, механизаторы, кладовщики), чел., рассчитывается по следующей формуле [14]:

$$r = \frac{N_{\text{вр}} Q K_1 K_2}{\Phi}, \quad (10.49)$$

где $N_{\text{вр}}$ – норма времени на единицу перерабатываемого груза для конкретного вида работы, выполняемой одним работником, чел·ч;

Q – объем перерабатываемых грузов в смену на каждой операции технологического процесса;

K_1 – коэффициент неучтенных и дополнительных технологических операций с грузами ($K_1 = 1,1$);

K_2 – коэффициент невыхода на работу по болезни, отпускам и др.;

Φ – продолжительность смены, ч.

Норма времени для механизаторов и грузчиков $N_{\text{вр}}$ представляет собой необходимые затраты труда на переработку единицы груза в определенных производственных условиях при наиболее рациональной организации работ и определяется в соответствии с Межотраслевыми нормами времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы. Нормы времени позволяют руководителю склада сформировать конкретные требования к персоналу в каждой зоне склада.

К вспомогательным рабочим относятся рабочие, занятые на операциях по обслуживанию оборудования, работники зарядных станций, ремонтных мастерских и др. Численность руководящих, инженерно-технических ра-

ботников, служащих и других специалистов определяется в зависимости от размеров работы склада.

Для эффективного функционирования складского хозяйства, повышения уровня обслуживания клиентов, важнейшим фактором является применяемая на складе *система мотивации складского персонала*, цель которой – формирование комплекса условий, побуждающих работника к осуществлению действий, направленных на достижение максимального результата.

Система мотивации как функции управления может предусматривать использование организационно-административных, социально-психологических и экономических методов. *Организационно-административные методы* основаны на директивных указаниях, властной мотивации, предполагающей четкое определение прав и обязанностей руководителей и подчиненных, при которых исполнение распоряжения руководства обязательно для подчиненных. *Социально-психологические методы* применяются с целью повышения социальной активности сотрудников. С помощью этих методов воздействуют преимущественно на сознание работников, на социальные, эстетические и другие интересы людей и осуществляют социальное стимулирование трудовой деятельности, используя такие способы и приемы как анкетирование, тестирование и т.п. [14].

Экономические методы управления предусматривают материальную мотивацию – получение экономического вознаграждения или применение экономических санкций в зависимости от определенных результатов выполнения работы. Так, для персонала склада действует определенная *система материальной ответственности*, которая предусматривает ответственность работника за сохранность товарно-материальных ценностей и имущества нанимателя. Материальная ответственность в зависимости от субъекта может быть индивидуальной или коллективной, когда договор о материальной ответственности заключается между руководителем, с одной стороны, и сразу всеми работниками склада, с другой стороны. В зависимости от размера возмещения материальная ответственность может быть полной (возмещается в полном объеме) и ограниченной (возмещается частично в размере не более одного среднего месячного заработка для обычного сотрудника и трех средних месячных зарплат для руководителей организаций, структурных подразделений и их заместителей).

Необходимо отметить, что наиболее частое применение находят именно экономические методы мотивации складского персонала, позволяющие обеспечивать прямую материальную зависимость работника или группы работников (бригады) от конечного результата их деятельности.

10.7 Информационные системы управления складским хозяйством

Информационные потоки представляют собой необходимые для управления и контроля логистических операций сообщения, циркулирующие

внутри логистической системы, а также между логистической системой и внешней средой. Организация информационных потоков на складе должна обеспечивать рациональное осуществление технологического процесса, своевременную обработку и выдачу необходимых сведений, синхронизированные с продвижением материального потока на складе, минимизацию логистических издержек, координацию работы всех складских подразделений. При этом управление информационными потоками может быть как самостоятельной системой, так и составной подсистемой общей информационной логистической системы.

Информационная логистическая система – это определенным образом организованная совокупность данных, оборудования, средств программного обеспечения и технологий, позволяющая соответствующему персоналу решать конкретные задачи по управлению (планированию, регулированию, продвижению, контролю, анализу) материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками. Информационная логистическая система является одним из важнейших компонентов логистической структуры в цепях поставок, обеспечивая связь и координацию закупок, производства и распределения. От степени наполнения информационной системы, качества и своевременности предоставления информации зависит эффективность системы управления соответствующей организации в целом.

Необходимо отметить, что информационные логистические системы отличаются как своими функциональными, так и обеспечивающими подсистемами. В современных условиях требуемый уровень качества выполнения операций на складах реализуется в специальных информационных системах класса «Управление складом», которые в значительной степени ориентированы на реализацию безбумажной технологии работы с применением соответствующих стандартов электронного обмена данными и документооборота.

При всех существующих различиях по многим параметрам информационные системы этого класса подразделяют на две принципиально отличающиеся по базовой ориентации категории [14]:

– учетные информационные системы, предназначенные для решения задач автоматизации классического складского учета. Они не поддерживают интерактивного режима работы, а функционально тесно связаны с информационными системами учетно-бухгалтерского и финансового класса. Для таких систем характерны ориентация на технологию хранения товаров в жестко закрепленных за ними местах и ручной ввод данных из документов на бумажных носителях. Некоторые из информационных систем этой категории поддерживают партионный учет товаров, документооборот и отчетность по выполненным операциям;

– управленческие информационные системы, которые ориентированы на поддержку технологии адресного хранения и автоматизацию таких важных операций, как мониторинг технологических и бизнес-процессов, оператив-

ное управление заданиями в режиме реального времени, дистанционное управление операциями на основе автоматической идентификации товаров, перегрузку товаров (кросс-докинг) и др.

Значительное распространение в мире получили системы ERP-класса, представляющие собой информационные системы эффективного планирования и управления всеми ресурсами субъекта хозяйствования в процессе закупок, производства, распределения и продаж, оказания услуг. Функционирование таких систем основано на формировании и использовании работниками единого хранилища данных организации с необходимой информацией для реализации различных бизнес-процессов. Складские модули этих систем ориентированы прежде всего на учет запасов и движения товаров на складе, но многие из них поддерживают технологию адресного хранения, существенно расширяющую их управленческие возможности.

Наиболее соответствующими для достижения цели эффективного управления складированием и хранением являются системы управления складом *WMS (Warehouse Management Systems)*, относящиеся к категории управленческих информационных систем. Современные *WMS*-системы обеспечивают возможность оперативного управления складскими операциями в режиме реального времени, гибкой настройки технологий хранения и пополнения ячеек (адресное хранение, проектируемые ячейки, виртуальный склад и т.п.), интерактивной (*online*) инвентаризации, управления заданиями и анализа эффективности работы персонала, интеграции с другими управленческими информационными системами и др. Автоматизация управления в *WMS*-системах строится на технологиях: адресного хранения товаров; автоматической идентификации мест хранения, товаров, оборудования и персонала склада; дистанционного управления персоналом и исполнением заданий. Эффективность управления обеспечивается возможностью гибкой настройки информационных систем на особенности технологических процессов, характеристики склада, используемое оборудование, а режим реального времени позволяет непрерывно контролировать все действия работников склада.

Технология автоматической идентификации в *WMS*-системах реализуется с использованием [21]:

- штрихового кодирования, т.е. нанесения на объект в соответствии с применяемой системой кодировки определенного набора штрихов и пробелов;
- переносных и стационарных сканеров (считывателей) штрих-кодов, которые подразделяют на контактные (считывающий карандаш, световое перо) и бесконтактные (с неподвижным лучом, сдвигающимся лучом и светодиодные);
- радиометок и антенн. Радиометки кодируют данные в память, встроенную в метку, и когда такая метка оказывается в пределах досягаемости специальной антенны, информация декодируется и считывается с метки (автоматическая идентификация товаров, мест хранения и техники с помощью

радиометок – технология *RFID*, основанная на использовании радиочастоты и являющаяся бесконтактной технологией);

- пластиковых карточек, которые могут быть магнитными, с оптической памятью и смарт-картами (карты со встроенной микросхемой);

- систем видеораспознавания, камеры которых выполняют снимки объектов и кодов и пересылают изображения в компьютер для распознавания.

Для дистанционного управления персоналом и исполнением заданий применяются различные технологии автоматического обмена (передачи) и представления информации: радиокommunikации (*RF*-коммуникации); прямое голосовое управление (использование работниками головных гарнитур с микрофоном) – *VDT*-системы; проекционные дисплеи, которые выдают информацию в форме виртуальных надписей (схем) на полу, товаре или оборудовании склада; системы светового управления и др.

Развитие *WMS*-систем идет по пути интеграции с *ERP*-системами и расширения функциональных возможностей до уровня поддержки оперативного управления поставками *SCE*. В таких интегрированных системах, позволяющих эффективно решать задачи сквозного управления закупками, продажами, складированием и транспортировкой товаров, *WMS*-контур играет роль связующего звена между *ERP* и *SCE* [14].

Применение функциональных возможностей *WMS*-систем позволяет существенно увеличить пропускную способность склада, оптимизировать управление грузопереработкой, использование площади и объема зоны хранения, обеспечить улучшение организации складских процессов, повысить эффективность использования подъемно-транспортного оборудования, складских мощностей и производительность труда складского персонала.

Необходимо отметить, что в настоящее время на рынке представлены современные *WMS*-системы различного класса, применяемые для управления складским хозяйством, большого числа разработчиков (*1C*, *LogistiX-LEAD WMS*, *SAP*, *Oracle* и др.), которые предлагают разнообразные универсальные и специализированные программные продукты. Например, по уровню сложности решаемых задач такие *WMS*-системы могут быть: начального уровня; среднего уровня; комплексные, которые используются, как правило, крупными компаниями со сложными технологическими процессами складирования, грузообработки и доставки товаров.

11 СКЛАДСКИЕ ЗАТРАТЫ КАК ЧАСТЬ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

11.1 Логистические издержки, связанные со складскими системами

Одним из основных критериев оптимизации работы склада и складской системы в целом являются суммарные логистические издержки. Логистические издержки представляют собой затраты на выполнение различных логистических операций: размещение заказов на поставку товарно-материальных ресурсов, их складирование, внутрискладское перемещение, доставку потребителям и др.

В составе общих логистических издержек, связанных с формированием и поддержанием запасов в складской системе, рекомендуют выделять следующие основные группы:

- капитальные затраты или вложения (инвестиции);
- затраты на хранение;
- затраты по текущему обслуживанию запасов;
- стоимость связанных с запасами рисков;
- потери от упущенных продаж.

Необходимо отметить, что значительной проблемой является невозможность детального анализа различных видов общих затрат, их значимости для системы, характера взаимодействия и взаимного их влияния при использовании традиционных методов учета, применяемых в бухгалтерской практике и основанных на определении затрат по функциональным областям. Более точно формирование затрат, специфику возникающих в различных подразделениях издержек характеризует их учет по бизнес-процессам.

При определении логистических издержек, связанных с работой складских систем, рекомендуют учитывать только влияющие на логистический процесс складирования издержки, которые изменяются при изменении стратегии функционирования логистической системы (стратегии управления запасами). К ним можно отнести следующие [14] издержки, связанные:

- с поставкой (закупкой) товаров на склад;
- с содержанием товарных запасов;
- с выполнением заказов потребителей;
- с дефицитом товарных запасов;
- со сбором, обработкой данных и управлением складской системой.

Наиболее значительную часть затрат на поставку товара на склад составляет, как правило, уплачиваемая за него соответствующему поставщику

денежная сумма (цена товара). Существенная доля в этом виде издержек характерна и для транспортных расходов, которые в зависимости от согласованного сторонами базиса поставки могут входить в цену товара или оплачиваться отдельно.

Важная часть рассматриваемого вида затрат – это транзакционные издержки, т.е. связанные с заключением сделок в логистической системе. Они представляют собой в данном случае расходы на изучение рынка при поиске потенциальных поставщиков, организацию и проведение переговоров, заключение договоров, оформление заказов на поставку и др. Эти издержки включают также затраты, связанные с осуществлением поставок в части выполнения операций по приему, контролю и регистрации поступающих товаров на складе.

Следует отметить, что указанные выше издержки складской системы по размещению заказа подразделяют на две группы – зависящие от размера заказа и не зависящие от него. К первой группе затрат, зависящих от размера партии поставки, относятся транспортные расходы, часть издержек, связанных с получением заказа, и часть издержек контроля поставки на складе. Вторую группу издержек, которые не зависят от размера заказа, составляют расходы на бумагу и бланки, почтовые расходы, затраты на телефонные переговоры с поставщиками, факсимильную связь и т.д., расходы по обработке заказов, а также те части издержек поставки и издержек по контролю, которые не зависят от размера заказа [14].

Издержки, связанные с содержанием запасов, включают такие виды затрат:

- как капитальные вложения (затраты), необходимые для обеспечения содержания запасов, норма которых пропорциональна общим инвестициям в складское хозяйство;

- издержки, связанные с грузопереработкой и хранением партий товаров, к которым относятся заработная плата складского персонала, затраты на электроэнергию, топливо и материалы для работы оборудования и выполнения различных операций грузопереработки на складе, расходы на аренду складского помещения при необходимости, размер которых изменяется при заключении нового договора аренды, и др.;

- затраты по текущему обслуживанию запасов, основную часть которых составляют налоги на запасы, определяемые исходя из уровня этих запасов и взимаемые только в конкретные периоды времени. Кроме них рассматриваемый вид издержек включает страховые платежи, также изменяющиеся не постоянно, а при заключении нового договора страхования;

- потери от логистических рисков, связанные с содержанием запасов, к которым относятся потери, вызванные физическим или моральным устареванием товаров при хранении, риск превышения нормы естественной убыли и др.

В состав издержек, связанных с выполнением заказов потребителей, как правило, входят: издержки на определенные транзакционные, учетные и

складские операции (прием и оформление заявки, отбор товара, комплектация заказа, подготовка к отправке, документальное оформление заказа и т.п.); заработная плата работников склада, занятых выполнением заказов потребителей; расходы на упаковку и транспортировку, если они оплачиваются складской системой. При этом данные затраты, изменяясь при колебаниях интенсивности спроса, в целом не зависят от стратегии управления запасами, вследствие чего их обычно рекомендуют не учитывать при определении издержек, которые меняются с изменением стратегии функционирования логистической системы. В свою очередь, издержки, связанные с дефицитом запасов в складской системе, обуславливающие отказы в удовлетворении поступающих требований клиентов, зависят от указанной стратегии функционирования, так как именно она определяет продолжительность дефицита запасов в логистической системе. При этом следует различать случаи учета и потерь неудовлетворенных требований [14].

Эффективность принятых управленческих решений и функционирования складской системы в целом в значительной степени определяется возможностью использования своевременно поступающих, полных и достоверных сведений о всех протекающих бизнес-процессах. Поэтому особый вид логистических издержек – затраты на организацию и осуществление в таких системах сбора и обработки необходимой информации. В состав этих издержек входят затраты на компьютерный мониторинг, систему контроля запасов, расходы по прогнозированию ожидаемого спроса и т.д.

Таким образом, можно отметить, что часть указанных выше затрат, составляющих логистические издержки, связанные со складскими системами, имеет *постоянный* (условно-постоянный) характер – например, расходы на оплату труда административно-управленческого персонала склада, накладные расходы и др. Другая часть затрат носит *переменный*, т.е. зависящий от объемов работы, характер (расходы на топливо и электроэнергию для работы подъемно-транспортных машин и технологического оборудования на складе, расходы на оплату труда работников, непосредственно выполняющих операции грузопереработки на складе, для которых применяется сдельная система оплаты труда, и т.д.).

11.2 Определение капитальных вложений на строительство или реконструкцию склада

В современных условиях важнейшее значение при принятии решения о строительстве нового или реконструкции существующего склада имеет экономическая оценка инвестиционных операций, связанных с вложением соответствующих денежных средств.

Определение экономической эффективности различных вариантов строительства или реконструкции склада и его последующей эксплуатации, выбор

лучшего из рассматриваемых вариантов осуществляется, как правило, на основе рассчитанных стоимостных показателей.

Стоимостными показателями являются: капитальные вложения (инвестиции) в склад; удельные капитальные вложения; годовые затраты на грузопереработку (эксплуатационные расходы); себестоимость переработки одной тонны (шт., м³) груза; срок окупаемости; приведенные затраты.

При оценке эффективности рассматриваемых вариантов необходимо учитывать:

- сопоставимость показателей и условий различных вариантов строительства или реконструкции склада и его последующей эксплуатации;
- фактор времени при оценке эффективности разновременных затрат;
- комплексность оценки предстоящих затрат;
- изменение цен в период реализации проекта на материалы, оборудование и др. (инфляцию);
- влияние неопределенности и рисков реализации каждого из рассматриваемых вариантов.

При стоимостной оценке затрат можно использовать базисные, прогнозные, расчетные и текущие цены. Под базисной ценой подразумевается цена, сложившаяся в экономике на определенный момент времени, которая считается неизменной в течение всего расчетного периода. Прогнозная цена – это ожидаемая цена с учетом инфляции. Расчетные цены используются, если затраты выражены в прогнозных ценах, что обеспечивает сравнимость результатов, полученных при различных уровнях инфляции [16].

Капитальные вложения на строительство или реконструкцию склада – это инвестиции (денежные средства), необходимые на разработку проекта, приобретение подъемно-транспортного, технологического и вспомогательного оборудования, строительство складов, железнодорожных путей и автопроездов, инженерных коммуникаций и др.

Капитальные вложения на строительство или реконструкцию склада по варианту можно представить в виде следующих основных видов затрат:

- на проектирование и подготовительные работы;
- согласование проекта и проведение экспертиз;
- покупку земельного участка;
- строительство (помещения основного производственного назначения, вспомогательные помещения, подсобные помещения, прочие сооружения);
- оснащение склада (закупка технологического оборудования в зоне основного производственного назначения, закупка подъемно-транспортного оборудования, оснащение погрузочно-разгрузочных фронтов, создание информационной системы склада и др.);
- территории складского комплекса (строительство железнодорожных путей, автодорог и стоянок автотранспорта, установка системы безопасности, благоустройство территории и др.) [14].

Основная часть капитальных затрат связана со стадией непосредственной реализации проекта строительства или реконструкции склада – это затраты на строительство, оснащение склада, а также оснащение территории складского комплекса. Указанные капитальные вложения по рассматриваемому варианту работ определяют, как правило, по укрупненным измерителям:

$$K = \kappa_1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6 + \kappa_7 + \kappa_8 , \quad (11.1)$$

где κ_1 – расходы на приобретение подъемно-транспортного, технологического и вспомогательного оборудования склада с учетом его доставки и монтажа, определяемые путем умножения необходимого количества оборудования на его единичную стоимость;

κ_2 – расходы на устройства дистанционного, полуавтоматического или автоматического управления подъемно-транспортным, технологическим и вспомогательным оборудованием склада, если они не включены в κ_1 ;

κ_3 – расходы на строительство необходимых вспомогательных специальных устройств для обслуживания подъемно-транспортного, технологического и вспомогательного оборудования склада (гаражи, пункты зарядки аккумуляторных батарей, ремонтные мастерские и т.п.);

κ_4 – расходы на сооружение железнодорожных погрузочно-выгрузочных и подкрановых путей, автомобильных дорог, стоянок для автотранспортных средств и т.п.;

κ_5 – расходы на сооружение складов с учетом санитарно-технического оборудования, водоснабжения и канализации, отопления, энергоснабжения, связи, системы пожаротушения, информационной системы, системы безопасности и т.д.;

κ_6 – расходы на строительство подсобных и вспомогательных помещений, бытовых устройств для удовлетворения потребностей работников склада (душевые, раздевалки, комнаты отдыха и т.п.);

κ_7 – расходы на приобретение контейнеров, поддонов и т.п., связанные с использованием определенной системы складирования;

κ_8 – прочие расходы, не включенные в предыдущие семь видов.

Удельные капитальные вложения определяют делением полных капитальных вложений на годовой грузооборот склада Q_T :

$$K_y = K / Q_T . \quad (11.2)$$

11.3 Затраты на грузопереработку.

Расчет себестоимости грузопереработки

Операционные затраты на грузопереработку – это расходы, связанные с выполнением всего комплекса погрузочно-разгрузочных и складских работ технологического процесса. Годовые затраты на грузопереработку могут быть определены по следующей формуле [16]:

$$\Xi = Z + \Xi_{\text{эт}} + A + P + M + R, \quad (11.3)$$

где Z – годовые расходы на заработную плату;

$\Xi_{\text{эт}}$ – годовые расходы на электроэнергию и топливо;

A – годовые расходы (отчисления) на амортизацию;

P – годовые расходы (отчисления) на ремонты;

M – годовые расходы на вспомогательные материалы;

R – годовые расходы на быстроизнашивающуюся оснастку.

Расходы на заработную плату рассчитывают в зависимости от принятой системы оплаты труда:

– при повременной оплате

$$Z = 12\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{п}}(1 + \beta_{\text{н}}/100)ZK_{\text{см}}\sum a_3 + Z_{\text{д}}; \quad (11.4)$$

– сдельной оплате и индивидуальных нормах выработки

$$Z = C_{\text{об}} \cdot 12\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{п}}(1 + \beta_{\text{н}}/100)Q_{\text{гп}} + Z_{\text{д}}; \quad (11.5)$$

– сдельной оплате и комплексных нормах выработки

$$Z = \frac{7\alpha_{\text{п}}\alpha_{\text{вр}}\alpha_{\text{к}}(1 + \beta_{\text{н}}/100)Q_{\text{гп}}}{Q_{\text{см}}^{\text{к}}}(r_{\text{м}}c_{\text{чм}} + r_{\text{р}}c_{\text{чр}}) + Z_{\text{д}}, \quad (11.6)$$

где $\alpha_{\text{вр}}$ – коэффициент, учитывающий надбавку к заработной плате для грузов со специфически сложными условиями переработки;

$\alpha_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий подмены в нерабочие дни;

$\beta_{\text{н}}$ – общий процент начислений на заработную плату, включающий отчисления на социальное страхование, охрану труда и др.;

Z – количество единиц используемого при грузопереработке на складе оборудования;

$K_{\text{см}}$ – число смен работы в течение суток;

$\sum a_3$ – суммарный месячный оклад механизаторов и рабочих, обслуживающих единицу используемого при грузопереработке на складе оборудования;

$Z_{\text{д}}$ – дополнительная годовая заработная плата вспомогательных рабочих, которые обеспечивают устойчивую работу используемого при грузопереработке на складе оборудования (слесари, механики, электрики, наладчики и т. д.), а также управленческого персонала, инженерно-технических работников и служащих;

- $C_{об}$ – суммарная сдельная расценка за переработку одной тонны груза;
 $Q_{гп}$ – годового объема грузопереработки (выполненных тонно-операций);
 α_k – коэффициент, учитывающий надбавки к заработной плате работников, входящих в состав комплексной бригады;
 $Q_{см}^k$ – комплексная норма выработки на бригаду в целом, определяемая в соответствии с Межотраслевыми нормами времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы или расчетом;
 r_m, r_p – количество соответственно механизаторов и рабочих, входящих в бригаду и обслуживающих единицу используемого при грузопереработке на складе оборудования;
 $c_{см}, c_{чp}$ – часовая тарифная ставка соответственно механизатора и рабочего.

Расходы на электроэнергию и топливо включают три составляющие: стоимость силовой электроэнергии для используемого при грузопереработке на складе оборудования с электродвигателем; стоимость топлива для оборудования с двигателем внутреннего сгорания или дизельным; стоимость электроэнергии на освещение мест производства погрузочно-разгрузочных работ и склада. Соответственно эти расходы рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{эТ} = \mathcal{E}_э^с + \mathcal{E}_Т + \mathcal{E}_{осв}, \quad (11.7)$$

где $\mathcal{E}_э^с$ – расходы на силовую электроэнергию для работы используемого при грузопереработке на складе оборудования;

$\mathcal{E}_Т$ – расходы на топливо для работы используемого при грузопереработке на складе оборудования;

$\mathcal{E}_{осв}$ – расходы на освещение склада и мест производства погрузочно-разгрузочных работ.

Величина годовых отчислений на амортизацию и ремонт подъемно-транспортного, технологического и вспомогательного оборудования склада, соответствующих зданий, сооружений и коммуникаций определяется в зависимости от размеров капитальных вложений на них и нормы годовых отчислений на их восстановление и содержание в рабочем состоянии.

Расходы на амортизацию определяются путем суммирования произведений капитальных вложений по укрупненным измерителям на соответствующие нормы амортизационных отчислений:

$$A = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K_i \alpha_i^a), \quad (11.8)$$

где 0,01 – переводной коэффициент;

α_i^a – годовая норма амортизационных отчислений, %.

Расходы на ремонты определяются путем суммирования произведений капитальных вложений по укрупненным измерителям на соответствующие нормы отчислений на ремонты:

$$P = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K_i \alpha_i^p), \quad (11.9)$$

где α_i^p – годовая норма отчислений на ремонты, % .

Расходы на вспомогательные материалы, к которым относятся различного рода обтирочные, смазочные и др. могут быть рассчитаны исходя из расходов на электроэнергию и топливо:

$$M = (0,15 \dots 0,20) \mathcal{E}_{\text{эгр}}. \quad (11.10)$$

Расходы на быстроизнашивающуюся оснастку включают стоимость замены конвейерных лент, канатов, цепей, грузозахватных приспособлений и т.п.:

$$R = (0,05 \dots 0,10) K_1. \quad (11.11)$$

Общую стоимость грузопереработки на складе можно представить и в виде суммы затрат на отдельные выполняемые операции: разгрузку и погрузку; в процессе приемки; в зоне хранения; в процессе комплектации заказа; в приемочной и отправочной экспедициях; при внутрискладском перемещении. Такое выделение затрат по видам операций позволяет принимать определенные технологические решения в зависимости от величины затрат.

Например, возможно значительно уменьшить складские расходы, направляя товар непосредственно из зоны хранения в зону погрузки. Однако вследствие такого решения исключается операция по подбору необходимого потребителям ассортимента в зоне комплектации заказов. В результате сокращается один из видов предоставляемых складом услуг, который может являться важным для определенных клиентов, что приведет к снижению конкурентоспособности и соответственно к экономическим потерям.

Себестоимость грузопереработки, т.е. переработки единицы груза (т, м³, шт.), определяется как отношение величины суммарных годовых затрат на грузопереработку к размеру годового грузооборота склада Q_r :

$$C = \mathcal{E} / Q_r. \quad (11.12)$$

11.4 Оценка экономической эффективности создания складского хозяйства и пути сокращения складских затрат

Оценка экономической эффективности создания складского хозяйства должна проводиться не только для склада как самостоятельной системы, но и с учетом оценки влияния складского хозяйства на конечный результат функционирования всей логистической системы.

Для оценки различных вариантов создания складской системы при определении экономической эффективности исходя из используемых критериев используют две группы методов экономической оценки инвестиций (капи-

тальных вложений): основанные на учетных оценках (не учитывающие фактор времени) и основанные на дисконтированных оценках.

Первую группу методов обычно называют *статистическими*. Они опираются на проектные, плановые и фактические данные о затратах на переработку грузов на складе. Достоинствами таких методов являются их простота, легкая алгоритмизация, минимум исходной информации, необходимой для расчета, что обуславливает их широкое применение на практике. Недостатками методов этой группы являются рассмотрение небольшого периода времени (часто меньше жизненного цикла системы), игнорирование инфляционных процессов и временного аспекта денег, неравномерного распределения денежных потоков в течение расчетного срока функционирования системы, возможных рисков. Поэтому статистические методы оценки эффективности рекомендуется применять в тех случаях, когда эксплуатационные расходы равномерно распределены по годам реализации проекта, а срок его окупаемости равен 5–8 годам [16].

Вторая группа методов учитывает *дисконтирование* капитальных вложений, т.е. определение их величины по отношению к определенному прошлому моменту времени путем умножения на коэффициент дисконтирования. Таким образом, дисконтирование является базой для расчета размера инвестиций с учетом фактора времени. Применение методов второй группы целесообразно при осуществлении крупномасштабных проектов, реализация которых требует значительной продолжительности.

При оценке эффективности инвестиционных проектов рекомендуется использовать четыре основных показателя: чистый дисконтированный доход; индекс доходности; внутреннюю норму доходности; срок окупаемости.

В практике выбора варианта складской системы для реализации наиболее широко используют метод оценки *срока окупаемости инвестиций*, который в данном случае представляет собой период времени от момента начала реализации проекта склада до момента, когда доходы от его эксплуатации становятся равными инвестициям (доходы покрывают затраты на реализацию проекта). Этот период сравнивают с тем сроком, который руководство заказчика считает экономически оправданным.

Срок окупаемости инвестиций в реализацию i -го варианта создания складской системы:

$$T_i = \frac{K_i}{\Pi_{чi} + A_i} \leq T_{\infty}, \quad (11.13)$$

где K_i – полная сумма капитальных вложений на реализацию i -го варианта;

$\Pi_{чi}$ – чистая прибыль в первый год реализации i -го варианта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости;

A_i – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств в расчете на год реализации i -го варианта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости;

$T_{э0}$ – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций.

При выборе наиболее эффективного варианта часто используют метод сравнительной эффективности приведенных затрат. Лучший вариант в этом случае выбирают исходя из *минимума приведенных затрат*, которые представляют собой сумму эксплуатационных затрат и распределенных по годам эксплуатации капитальных вложений с учетом принятой нормы дисконта. Расчет производится по формуле [16]:

$$E_{\text{прив.}i} = \sum_{t=0}^{t_c} K_{ii} \eta_t + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t - K_{\text{ост}} \eta_t, \quad (11.14)$$

где t_c – период суммирования расходов по рассматриваемым вариантам (зависит от принятой нормы дисконта E_n);

K_{ii}, \mathcal{E}_{ii} – капитальные вложения и эксплуатационные расходы по i -му варианту в соответствующем году t ;

η_t – коэффициент приведения (дисконтирования), учитывающий уменьшение значимости затрат, совершаемых через t лет;

$K_{\text{ост}}$ – остаточная стоимость машин, оборудования, сооружений, устройств, заменяемых при внедрении i -го варианта складской системы.

При одноэтапных капитальных вложениях по сравниваемым вариантам и постоянных эксплуатационных расходах по годам расчетного периода, формулу (11.14) можно упростить, и с допустимой точностью рассчитать приведенные затраты по формуле:

$$E_{\text{прив.}i} = E_n K_{0,i} + \mathcal{E}_{0,i}. \quad (11.15)$$

При определении экономической эффективности создания складского хозяйства по приведенным затратам с учетом оценки его влияния на конечный результат функционирования всей логистической системы в формуле (11.15) необходимо учитывать все логистические издержки. Они включают не только складские затраты, но и транспортные расходы, издержки на создание запасов, другие виды затрат и потери, связанные с функционированием логистической системы в целом и учитываемые при принятии решения по созданию складского хозяйства.

Пути сокращения складских затрат за счет повышения эффективности функционирования склада определяются на основе проведения их анализа. Соответствующие мероприятия для достижения этой цели можно объединить в следующие основные группы:

– *организационные* (совершенствование взаимодействия с поставщиками по выполнению заказов; пополнение запасов оптимальными партиями; оптимизация организационной структуры управления складским хозяйством; проведение для товарной номенклатуры склада ABC – XYZ-анализа и др.);

– *технологические* (совершенствование выполнения отдельных операций по приемке, складированию, хранению, отбору, комплектации, формирова-

нию отгрузочных партий, осуществлению погрузочно-разгрузочных работ; максимальное использование основных принципов организации материальных потоков на складе – пропорциональность, параллельность, ритмичность, непрерывность, прямоточность, поточность и т.д.);

– *технические* (оптимизация размеров основных рабочих зон склада; использование современного высокопроизводительного подъемно-транспортного, технологического и вспомогательного оборудования; максимальное использование площади и высоты склада и др.);

– *информационные* (внедрение современных информационных систем учета товарно-материальных ценностей на складе, управления складом и др.);

Необходимо отметить, что *складские затраты*, величина которых в значительной степени зависит от уровня запасов на складе, *оказывают существенное влияние на оборачиваемость и рентабельность активов* организации. Размер запасов, их стоимость, во многом определяющие размер складских затрат, непосредственно влияют на себестоимость производимой продукции, так как наибольшую долю затрат большинства промышленных предприятий составляют расходы именно на создание материальных запасов. Время хранения товаров на складе следует сокращать до необходимого минимума, так как значительные денежные средства, вложенные в них, требуют максимально быстрого оборота. Увеличение размера запасов приводит к увеличению средневзвешенной величины активов организации, в результате чего снижается их рентабельность.

В свою очередь, сокращение величины запасов и экономичное их восполнение в определенные периоды времени приводит к экономии размеров капиталовложений. Уменьшение запасов позволяет снизить потери от иммобилизации вложенных в запасы денежных средств, затраты на создание и содержание складов, оплату труда соответствующего персонала, что положительно влияет на оборачиваемость, рентабельность активов и в целом на финансовое положение субъекта хозяйствования.

12 ОПТИМИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СКЛАДА

12.1 Процедура оптимизации действующего складского хозяйства

Для успешной деятельности субъекта хозяйствования, его надлежущей конкурентоспособности на рынке, достижения высоких экономических результатов и обеспечения устойчивого финансового положения необходимым условием является оптимизация функционирования складского хозяйства. При этом процесс оптимизации может быть связан как в целом со складским хозяйством, так и с отдельными подсистемами и модулями системы складирования (складское здание, подъемно-транспортное оборудование, вид складирования, складская грузовая единица и др.), а также организацией технологических процессов на складе.

В рамках оптимизации функционирования складского хозяйства можно увеличить производительность труда работников склада, эффективность использования складских площадей, оборудования, повысить показатели интенсивности работы склада, качество обслуживания потребителей. В результате уменьшается необходимая численность складского персонала и соответственно фонд заработной платы, снижается себестоимость грузопереработки и др., что позволяет реализовать основную цель оптимизации складского хозяйства – сокращение суммарных затрат, связанных с его деятельностью, а следовательно, увеличение прибыли, возможность снижения общей стоимости активов организации и т.д.

Задачи оптимизации складского хозяйства возникают в двух основных случаях:

- при существенном изменении внешних условий функционирования субъекта хозяйствования;
- определении новых целей и задач логистической системы в целом и непосредственно склада в рамках изменения стратегии организации.

Процедура оптимизации действующего складского хозяйства подробно разработана в трудах В. В. Дыбской. Данную процедуру в соответствии с работами [14, 22] можно представить в виде ряда этапов, которые указаны в таблице 12.1.

В рамках *двух первых этапов* должны быть определены причины, вызывающие изменение эффективности складского хозяйства в логистической системе, и новые цели его функционирования, сформулированные доста-

точно конкретно с возможностью прямого измерения. При этом выделяют глобальные цели, связанные с деятельностью всей логистической системы субъекта хозяйствования, и локальные цели функционирования конкретного складского хозяйства.

Таблица 12.1 – Процедура оптимизации складского хозяйства

Этап	Краткое содержание этапа
1	Определение причин изменения эффективности складского хозяйства в логистической системе
2	Определение новых целей функционирования складского хозяйства в рамках логистической системы субъекта хозяйствования
3	Определение ограничений в рамках деятельности логистической системы на функционирование склада
4	Разработка системы показателей для оценки деятельности склада и выбор критериев оптимизации
5	Разработка процедуры проведения анализа, выбор техники и методов его осуществления
6	Выполнение анализа и оценки результатов
7	Разработка предложений по оптимизации складского хозяйства
8	Разработка проекта по оптимизации складского хозяйства

К возможным общим ограничениям, рассматриваемым в рамках *третьего этапа*, относятся: определенный установленный уровень товарных запасов на складе; невозможность проведения реконструкции склада, изменения его конструктивных особенностей; необходимость использования существующего подъемно-транспортного и технологического оборудования; ограниченный размер погрузочно-разгрузочного фронта; невозможность изменения режима работы склада, штатного расписания складского персонала; отсутствие штрих-кода на поступающем товаре и т.п.

При установлении показателей оценки деятельности склада на *четвертом этапе*, как и для ограничений системы, необходимо определять соответствующую единицу измерения, например, величину складских издержек в руб./т, количество выполненных заказов в процентах и т.д.

Анализ на *пятом этапе* должен выполняться с учетом таких факторов:

- как товарные потоки, проходящие через склад;
- генеральный план складского хозяйства;
- планировочные решения основных видов помещений складского корпуса;
- объемно-планировочные решения зон основного производственного назначения на складе;
- используемое подъемно-транспортное оборудование;
- применяемые технологии грузопереработки;
- используемая информационная система управления складом;
- организационная структура складского персонала и применяемая система мотивации;

- применяемая отчетность работы склада и его оценки при обслуживании клиентов;
- планирование и выполнение планов;
- складские затраты [14].

На *шестом этапе*, целью которого является выявление причин отклонений от критериев оптимизации, осуществляется оценка необходимости оптимизации складской системы в целом или ее отдельных элементов, складских процессов, организационной структуры или информационной системы управления складом и т.д.

Предложения по оптимизации складского хозяйства на *седьмом этапе* оформляются в виде соответствующего технико-экономического обоснования для осуществления соответствующей оптимизации или реорганизации склада. При этом связанные с реорганизацией складского хозяйства процессы выполняются в соответствии с алгоритмом проектирования складского хозяйства.

На заключительном *восьмом этапе* оптимизации складского хозяйства определяются: поэтапный график проведения работ с указанием объема, сроков осуществления, размера финансирования и результатов выполнения по каждому из этапов; необходимые для реализации проекта ресурсы; бюджет проекта.

Следует отметить, что при разработке нескольких вариантов проектных решений выбор оптимального должен осуществляться исходя из оценки их эффективности согласно установленным критериям.

12.2 Основы анализа деятельности складского хозяйства

Одним из важнейших этапов оптимизации складского хозяйства является проведение анализа его деятельности, который в зависимости от решаемых задач может быть полный или выборочный, а также различаться глубиной проработки вопросов. Такой анализ необходим для быстрого обнаружения ключевых причин возникновения проблем обработки материальных и информационных потоков, определения основных путей улучшения процессов, предоставления объективных данных для разработки проекта оптимизации.

Анализ деятельности складского хозяйства основан на необходимости рассмотрения всех анализируемых позиций, учитываемых на пятом этапе оптимизации складского хозяйства и указанных в предыдущем пункте, в их взаимосвязи и взаимозависимости.

В соответствии с работами В. В. Дыбской [14, 22] **основные анализируемые позиции** для действующего складского хозяйства и их содержание следующие:

1 При анализе проходящих через склад *товарных потоков* на основе выделения товарных групп для перерабатываемого груза определяются усло-

вия хранения, средний уровень запасов и необходимая емкость хранения для каждой товарной группы.

2 В рамках рассмотрения *генерального плана складского хозяйства* осуществляется анализ:

- транспортных коммуникаций (маршруты передвижения по территории склада, места для временной парковки транспортных средств, подъездные пути обслуживающих склад видов транспорта и др.);

- погрузочно-разгрузочного фронта (расположение и размеры площадки погрузочно-разгрузочного фронта, количество и оснащение мест погрузки и разгрузки, конструктивные особенности и оснащение рампы);

- существующей инфраструктуры (гаражи для автотранспорта, мест стоянки для транспортных средств, озеленение территории и т.д.).

3 При анализе *планировочных решений по основным видам помещений складского корпуса* выполняется оценка: размещения рабочих зон склада в соответствии с принятой технологией и наличия разметки между ними; рациональности расположения подсобных и вспомогательных помещений относительно основных рабочих зон склада, соответствия этих помещений требованиям СНиП, пожарной безопасности и нормам технологического проектирования; выделения рабочих мест складского персонала и мест для стоянки подъемно-транспортного оборудования в нерабочее время.

4 В процессе анализа *объемно-планировочных решений зон основного производственного назначения* рассматривается:

- выделение зоны основного хранения с учетом товарных групп и соответствие ее размеров потребностям субъекта хозяйствования;

- соответствие технологического оборудования условиям грузопереработки товарных групп и расстановка его с учетом применяемой системы комсионирования;

- соответствие подъемно-транспортного оборудования специфике перерабатываемых грузов и технологическому оборудованию;

- размеры проходов и проездов с учетом используемого оборудования;

- высота стеллажного хранения;

- размеры ячейки хранения с учетом используемой складской грузовой единицы;

- показатели использования площади и объема склада [14].

5 При анализе используемого *подъемно-транспортного оборудования* необходимо учитывать: виды, функциональное назначение и соответствие применяемого подъемно-транспортного оборудования технологическому процессу работы склада; имеющееся количество подъемно-транспортного оборудования и его соответствие расчетным объемам работы; основные технико-эксплуатационные характеристики данного оборудования, включая техническую и эксплуатационную производительность и др.

6 В ходе рассмотрения применяемых на складе *технологий грузопереработки* анализируют:

- выполнение операций технологического процесса бизнес-процесса грузопереработки;
- осуществление идентификации товара;
- обеспечение адресной системы и условий хранения товара;
- выделение мест временного хранения в рабочих зонах;
- соответствие применяемой системы комиссионирования необходимому уровню комплектации и время выполнения заказов;
- используемую информационную систему в управлении грузопереработкой;
- ведение документооборота и др.

7 В рамках анализа *используемой информационной системы управления складом* выполняется оценка: соответствия поставленных и решаемых информационной системой задач; возможность информационной поддержки в режиме реального времени и доступность информации работникам соответствующих подразделений организации; наличие технического обеспечения информационной системы, в том числе на конкретных рабочих местах и т.п.

8 При анализе *организационной структуры складского персонала и применяемой системы мотивации* рассматриваются: принципы создания организационной структуры управления складским хозяйством и численность складского персонала; распределение функциональных обязанностей и ответственности за выполнение технологических процессов, отсутствие дублирования функций, степень загрузки каждого работника; принципы мотивации сотрудников и используемая на складе система материальной ответственности [14].

9 В процессе анализа *применяемой отчетности работы склада и его оценки при обслуживании клиентов* необходимо учитывать:

- используемую систему показателей оценки работы склада и ее связь с общими показателями оценки деятельности организации;
- периодичность измерения показателей и применяемую систему их контроля;
- распределение ответственности за осуществление контроля и оценки показателей;
- стимулирование деятельности складского персонала на основе использования системы показателей;
- порядок подготовки, периодичность выполнения инвентаризации товарных запасов на складе, оформление ее результатов и ответственность.

10 Анализ *планирования и выполнения планов* предусматривает сопоставление запланированных показателей работы склада с фактически выполненными за определенный анализируемый период времени.

11 В ходе анализа *складских затрат* рассматриваются:

- статьи затрат на складирование, включающие заработную плату, расходы на техническое обслуживание и ремонт, амортизационные отчисления, коммунальные платежи, канцелярские расходы и т.п.;

- операционные затраты на грузопереработку, приходящиеся на единицу перерабатываемого груза (1 тонну, 1 поддон и т.п.);
- процент складских затрат в объеме общих логистических издержек;
- установленные нормативные затраты [14].

Следует отметить, что при проведении анализа рекомендуется придерживаться указанной последовательности рассмотрения перечисленных позиций.

12.3 Система показателей оценки эффективной работы склада

Определение системы показателей для оценки эффективности работы является необходимым элементом при формировании логистической системы как организации в целом, так и ее складской системы. Основным критерием эффективности логистических систем является, как правило, минимум совокупных логистических издержек, связанных с управлением материальными и сопутствующими информационными, финансовыми потоками при обеспечении требуемого уровня качества сервиса.

Количественная оценка критерия эффективности работы склада заключается в сопоставлении результатов логистического управления с затратами (логистическими издержками) на их получение. При этом должен применяться многокритериальный подход, сущность которого состоит в том, что критерии оптимизации складской системы и ее отдельных параметров (локальные критерии) должны быть увязаны с глобальным критерием и учтены в общей модели оптимальной логистической системы соответствующего субъекта хозяйствования.

Для оценки эффективности инвестиционной привлекательности проектов склада (складского хозяйства) рекомендуется использовать четыре основных показателя:

- чистый дисконтированный доход, позволяющий дать сравнительную оценку текущей стоимости будущих денежных поступлений от создания склада с необходимыми для реализации его проекта инвестициями;
- индекс доходности, представляющий собой соотношение доходов и затрат от реализации проекта (доходы, деленные на затраты);
- внутренняя норма доходности, определяющая расчетную ставку процентов, при которой капитализация регулярно получаемого дохода равна инвестициям в реализацию проекта склада (капиталовложения окупаются);
- срок окупаемости, представляющий собой период времени от момента начала реализации проекта склада до момента, когда доходы от его эксплуатации становятся равными инвестициям (доходы покрывают затраты на реализацию проекта).

Ключевые факторы и показатели эффективности логистического процесса на складе в соответствии с работами В. В. Дыбской [14, 22], где они рассматриваются более подробно, следующие:

– *качество складского сервиса и удовлетворение потребителей*. Показателями эффективности являются: обеспечение выполнения заказа в указанный срок; полнота удовлетворения заказа; возврат товаров покупателями; оценка потребителями степени удовлетворения сервисом и др.;

– *использование инвестиций*. Показателями эффективности являются: скорость и количество оборотов запасов; использование оборотного капитала; средний уровень запасов на складе; использование инвестиций в складскую инфраструктуру и др.;

– *логистические издержки*. Показателями эффективности являются: затраты на управление складскими запасами; затраты на внутрискладскую транспортировку; затраты, связанные с качеством продукции и сервисом; затраты на складскую грузопереработку и хранение и др.;

– *время логистических циклов*. Показателями эффективности являются: время составляющих цикла заказа; время пополнения запасов; время доставки заказа; время подготовки и комплектации заказа и др.;

– *производительность*. Показателями эффективности являются: количество обработанных заказов в единицу времени; количество операций грузопереработки в час; общие логистические издержки на единицу инвестированного в складские запасы капитала; общие логистические издержки на единицу складского товарооборота и др.

При выполнении анализа и оценки деятельности склада часто используют *технико-экономические показатели работы склада*, которые можно условно подразделить на следующие группы:

1) *показатели, характеризующие объем и интенсивность работы склада*, к которым относятся:

– грузооборот склада

$$\Gamma = Q / T, \quad (12.1)$$

где Q – количество поступивших на склад или отпущенных со склада товарно-материальных ресурсов за период времени T , т, м³;

T – продолжительность периода времени (год, квартал, месяц, сутки);

– удельный грузооборот склада

$$Q_{\text{уд}} = \Gamma / S_{\text{скл}}, \quad (12.2)$$

где $S_{\text{скл}}$ – общая площадь склада, м²;

– грузопоток, представляющий собой количество грузов, проходящих через производственный участок склада за единицу времени;

– коэффициент неравномерности загрузки (работы) склада

$$K_{\text{н.з}} = \Gamma_{\text{max}} / \Gamma_{\text{cp}}, \quad (12.3)$$

где Γ_{max} – максимальный грузооборот за определенный период времени;

Γ_{cp} – средний грузооборот за тот же период времени;

– коэффициент оборачиваемости

$$K_{об} = \Gamma / Z_{ср}, \quad (12.4)$$

где $Z_{ср}$ – средний запас (остаток) товарно-материальных ресурсов на складе за рассматриваемый период времени;

– средний срок хранения товарно-материальных ресурсов на складе

$$T_{ср} = T / K_{об}, \quad (12.5)$$

где T – продолжительность рассматриваемого периода времени;

– грузопереработка, представляющая собой объем перегрузок, перевалок, комплектования и других логистических операций, выполняемых в процессе перемещения груза, выраженный в тоннах; характеризуется грузопереработка соответствующим коэффициентом, рассчитываемым как отношение грузопереработки к грузообороту склада;

2) *показатели, характеризующие эффективность использования площади и объема склада*, к которым относятся:

– вместимость (емкость) склада, т.е. количество груза, которое может одновременно размещаться на складе;

– коэффициент использования вместимости (емкости) склада

$$K_e = E_{факт} / E, \quad (12.6)$$

где $E_{факт}$ – фактически используемая вместимость (емкость) склада, т, м³;

E – вместимость (емкость) склада, т, м³;

– коэффициент использования площади склада

$$K_S = S_{гр} / S_{скл}. \quad (12.7)$$

где $S_{гр}$ – полезная площадь склада, м²;

– коэффициент использования объема склада

$$K_V = V_{гр} / V_{скл}, \quad (12.8)$$

где $V_{гр}$ – полезный объем склада, т.е. объем склада, предназначенный для хранения груза, м³;

$V_{скл}$ – общий объем склада, м³;

3) *показатели, характеризующие эффективность использования подъемно-транспортного оборудования*, к которым относятся:

– уровень механизации (комплексной механизации, автоматизации) работ

$$V_{M(км,а)} = \frac{Q_{M(км,а)}}{Q_{гп}} \cdot 100, \quad (12.9)$$

где $Q_{M(км,а)}$ – объем работ, выполненных на складе механизированным (комплексно-механизированным, автоматизированным) способом за определенный период времени;

$Q_{\text{гп}}$ – общий объем выполненных работ за тот же период времени;
 – коэффициент использования по грузоподъемности

$$K_{\text{гп}} = G_{\text{гп}} / G, \quad (12.10)$$

где $G_{\text{гп}}$ – средняя масса поднимаемого и перемещаемого груза;

G – номинальная грузоподъемность ПТМ;
 – коэффициент использования по времени

$$K_{\text{вп}} = T_{\text{гп}} / T, \quad (12.11)$$

где $T_{\text{гп}}$ – время нахождения ПТМ в работе за определенный период времени;

T – продолжительность рассматриваемого периода времени.

Кроме того, для оценки работы склада могут использоваться показатели, характеризующие финансовые результаты работы склада и уровень сохранности товарно-материальных ресурсов, к которым относятся: эксплуатационные расходы по складу; себестоимость хранения и переработки единицы груза; производительность труда работников склада, равная грузообороту склада в анализируемом периоде времени, деленному на численность работников склада; количество случаев несохранности товарно-материальных ресурсов по вине работников склада и др.

Необходимо отметить, что в зависимости от решаемых задач система показателей может быть дополнена и другими кроме рассмотренных выше. Например, в качестве показателей оценки качества работы склада могут использоваться такие как точность размещения товаров на хранение, точность отбора заказов, точность их отгрузки и т.д.

12.4 Оценка деятельности склада на основе сбалансированной системы показателей

Для обеспечения эффективной работы в современных условиях обострения конкуренции субъекты хозяйствования должны уметь быстро адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и превосходить своих конкурентов по качеству, скорости предоставления услуг, широте ассортимента и цене продукции. Принятие оптимальных решений обусловлено выполнением качественного и оперативного анализа деятельности субъекта хозяйствования, основой которого является принятая система оцениваемых показателей, позволяющая не только контролировать свою работу, но и объективно оценивать реализацию поставленных целей и задач различного уровня. При этом оперативные действия организации должны быть скоординированы и направлены на достижение определенных долгосрочных целей разработанной стратегии.

Одним из наиболее популярных инструментов представления процесса реализации стратегии является *сбалансированная система показателей* (далее – ССП), представляющая собой систему стратегического менеджмента и управ-

ления организацией на основе измерения и оценки ее эффективности по набору оптимально подобранных показателей, отражающих все аспекты деятельности субъекта хозяйствования. Она позволяет рассматривать цели и стратегию организации на основании всесторонней оценки ее деятельности, применения определенной методики для создания системы стратегических критериев и системы управления, переводит общую стратегию субъекта хозяйствования в систему четко поставленных целей, задач и показателей, обеспечивает оценку степени их выполнения. Таким образом, ССП отображает равновесие, которое сохраняется между краткосрочными и долгосрочными целями, финансовыми и нефинансовыми показателями, основными и вспомогательными параметрами, а также внешними и внутренними факторами деятельности в сферах финансов, маркетинга, внутренних бизнес-процессов, обучения и развития.

Для осуществления непрерывного контроллинга логистической деятельности организации в целом и непосредственно складского хозяйства применяют систему ключевых показателей эффективности – *KPI*, представляющих собой числовые показатели деятельности, которые позволяют измерить степень достижения целей или оптимальности процесса, а именно результативность и эффективность. При этом для каждого подразделения логистики разрабатываются свои показатели – *KPIs*.

Таблица показателей *KPIs*, составленная для контроля за деятельностью складского хозяйства должна включать не только показатели, отражающие непосредственно работу склада и складскую грузопереработку, но и тесно связанные с ними показатели: *KPIs* логистического обслуживания потребителей; *KPIs* планирования объема; *KPIs* логистики; *KPIs* управления логистикой и администрирования. *Основные показатели* соответствующих *KPIs* для оценки деятельности складского хозяйства согласно [14, 22] следующие:

– *KPIs складирования*: издержки на складирование; издержки на хранение; емкость склада и процент ее использования; общая площадь склада и площадь хранения; процент использования площади склада; грузооборот склада; издержки на обработку целой паллеты; количество погрузчиков и отработанные часы на 1 погрузчик; затраты на комплектацию и отгрузку; затраты на переупаковку и т.д.;

– *KPIs логистики*: общие логистические издержки; общие издержки на складирование и распределение; отношение общих издержек на складирование и доставку к продажам; логистические активы (включая складское хозяйство) и их отношение к годовым продажам; потери товара и т.д.;

– *KPIs логистического обслуживания потребителей* (определяемые в процентах): выполнение заказов; отсутствие заказываемого товара; претензии потребителей;

– *KPIs планирования объема* (определяемые в процентах): точность прогноза; ошибки прогноза; неликвиды (сырье и готовая продукция);

– *KPIs управления логистикой и администрирования*: общие затраты на управление логистикой и администрирование с выделением затрат на информационное сопровождение и на документальное сопровождение; численность персонала управления, складского персонала и персонала по управлению заказами; общая численность персонала логистики и т.д.;

– *KPIs тары*: общие затраты на тару; общее количество поддонов; годового оборот; возврат тары в процентах; затраты на обработку тары и т.д.

Организацию системы контроля за выполнением показателей на основе ССП поэтапно можно представить следующим образом:

- формализация цели логистической стратегии;
- определение основных измерителей эффективности логистики;
- определение задач в рамках поставленных целей;
- определение методов и алгоритмов расчета системы *KPI*;
- разработка программы по достижению целей и задач логистики, ее согласование с руководством организации;
- интеграция ССП логистики в систему контроллинга на основе создания отчетных форм и информационной поддержки;
- внедрение ССП, организация непрерывного мониторинга выполнения;
- пересмотр состава и стандартов *KPI* в соответствии с изменениями во внешней среде [14, 22].

Следует отметить, что определение ключевых показателей, оценивающих деятельность склада, основывается на разработке при проектировании или описании существующих бизнес-процессов грузопереработки, включая все их составные элементы. В том случае, когда такие показатели определены для конкретных исполнителей соответствующих операций, отвечающих за качество их выполнения согласно своим обязанностям, и закреплены за каждым из них, система *KPI* может непосредственно использоваться для стимулирования деятельности складского персонала. Обеспечивается это материальным поощрением работников в зависимости от уровня достижения соответствующих показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Логистика / И. М. Баско [и др.] ; под ред. И. И. Полещук. – Минск : БГЭУ, 2007. – 431 с.
- 2 **Ивуть, Р. Б.** Теория логистики / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2011. – 328 с.
- 3 Логистика / Б. А. Аникин [и др.] ; под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – М. : Проспект, 2011. – 408 с.
- 4 **Стерлигова, А. Н.** Управление запасами в цепях поставок / А. Н. Стерлигова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 430 с.
- 5 **Дроздов, П. А.** Логистика / П. А. Дроздов. – Минск : Выш. Шк., 2019. – 429 с.
- 6 **Маргунова, В. И.** Логистика / В. И. Маргунова. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 144 с.
- 7 Логистика / Под ред. Б. А. Аникина. – М. : ИНФРА-М, 1997. – 327 с.
- 8 **Гаджинский, А. М.** Логистика / А. М. Гаджинский. – М. : Дашков и К, 2012. – 484 с.
- 9 Логистика в примерах и задачах / В. С. Лукинский [и др.]. – М. : Финансы и статистика. – СПб. : Бизнес-пресса, 2014. – 287 с.
- 10 **Шрайбфедер, Д.** Эффективное управление запасами / Д. Шрайбфедер. – М. : Альпина Паблишер, 2016. – 300 с.
- 11 **Берлин, Н. П.** Логистика складирования и погрузочно-разгрузочные работы / Н. П. Берлин, Е. В. Малиновский, Я. Я. Вербищук. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 119 с.
- 12 Логистика снабжения / В. И. Сергеев, И. П. Эльяшевич ; под общ. ред. В. И. Сергеева. – М. : Юрайт, 2019. – 384 с.
- 13 **Бауэрсокс, Д. Д.** Логистика : интегрированная цепь поставок / Д. Д. Бауэрсокс, Д. Д. Клосс. – М. : Олимп-Бизнес, 2017. – 635 с.
- 14 **Дыбская, В. В.** Логистика складирования / В. В. Дыбская. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 557 с.
- 15 **Краснова, И. И.** Логистика складирования / И. И. Краснова, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2016. – 80 с.
- 16 Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы / Н. П. Берлин [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 502 с.
- 17 **Берлин, Н. П.** Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских работ на железнодорожном транспорте / Н. П. Берлин, В. Я. Негрей, Н. П. Негрей. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 227 с.
- 18 **Волгин, В. В.** Склад: логистика, управление, анализ / В. В. Волгин. – М. : Дашков и К, 2015. – 722 с.
- 19 **Маликов, О. Б.** Склады и грузовые терминалы / О. Б. Маликов. – СПб. : Бизнес-пресса, 2005. – 560 с.
- 20 Управление проектами / И. И. Мазур [и др.] ; под общ. ред. И. И. Мазура и В. Д. Шапиро. – М. : Омега Л, 2010. – 960 с.

- 21 **Фразелли, Э.** Мировые стандарты складской логистики / Э. Фразелли. – М. : Альпина Паблишер, 2017. – 328 с.
- 22 **Дыбская, В. В.** Управление складированием в цепях поставок / В. В. Дыбская. – М. : Альфа-Пресс, 2014. – 720 с.
- 23 Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / А. А. Тимошин [и др.] ; под ред. А. А. Тимошина и И. И. Мачульского. – М. : Маршрут, 2003. – 400 с.
- 24 **Еловой, И. А.** Формирование международной логистической схемы доставки и определение ее параметров / И. А. Еловой, М. А. Гончар. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 157 с.
- 25 **Еловой, И. А.** Логистика / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 163 с.
- 26 **Еловой, И. А.** Разработка модели логистической цепи и определение ее основных параметров / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 81 с.
- 27 Основы логистики / В. А. Гудков [и др.] ; под ред. В. А. Гудкова. – М. : Горячая линия – Телеком, 2019. – 386 с.
- 28 **Демичев, Г. М.** Складское и тарное хозяйство / Г. М. Демичев. – М. : Высш. шк., 1990. – 192 с.
- 29 Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / В. В. Дыбская [и др.] ; под общ. ред. В. И. Сергеева. – М. : Инфра-М, 2008. – 976 с.
- 30 Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом общего пользования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.rw.by/cargo_transportation/services/normative_reference_information/pravila_perevozok_gruzov1/. – Дата доступа : 14.02.2022.
- 31 Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы. – Минск : НИИ труда, 2002. – 116 с.
- 32 **Джонсон, Д.** Современная логистика : пер. с англ. / Д. Джонсон [и др.]. – М. : Вильямс, 2005. – 624 с.
- 33 **Берлин, Н. П.** Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие / Н. П. Берлин, Н. П. Негрей. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 144 с.
- 34 **Волгин, В. В.** Логистика приемки и отгрузки товаров : практ. пособие / В. В. Волгин. – М. : Дашков и К, 2008. – 460 с.
- 35 **Волгин, В. В.** Логистика хранения товаров : практ. пособие / В. В. Волгин. – М. : Дашков и К, 2008. – 368 с.
- 36 **Гаджинский, А. М.** Практикум по логистике / А. М. Гаджинский. – М. : Дашков и К, 2009. – 312 с.
- 37 **Дыбская, В. В.** Логистика складирования для практиков / В. В. Дыбская. – М. : Альфа-Пресс, 2005. – 208 с.
- 38 **Миротин, Л. Б.** Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов : учеб. пособие / Л. Б. Миротин, А. В. Бульба, В. А. Делин. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 408 с.
- 39 Модели и методы теории логистики : учеб. пособие / В. С. Лукинский [и др.] ; под ред. В. С. Лукинского. – СПб. : Питер, 2007. – 448 с.

40 **Неруш, Ю. М.** Логистика : учеб. / Ю. М. Неруш. – М. : ТК Велби, Изд-во «Проспект», 2006. – 520 с.

41 Терминологический словарь-справочник по транспортной логистике / И. А. Еловой [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 167 с.

42 СТБ 2047-2010. Логистическая деятельность. Термины и определения : изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2011–01–01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 24 с.

43 СТБ 2046-2010. Транспортно-логистический центр. Требования к техническому оснащению и транспортно-экспедиционному обслуживанию: изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2011–01–01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 12 с.

44 СТБ 2133-2010. Классификация складской инфраструктуры : изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2011–07–01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 20 с.

45 СТБ 2306-2013. Услуги логистические. Общие требования и процедура сертификации: изд. офиц. / БелНИИТ «Транстехника». – Введ. 2013–11–01. – Минск : Госстандарт, 2013. – 12 с.

Учебное издание

ЕЛОВОЙ Иван Александрович
МАЛИНОВСКИЙ Евгений Викторович
НАСТАЧЕНКО Елена Владимировна

ЛОГИСТИКА ЗАПАСОВ И СКЛАДИРОВАНИЯ
Учебно-методическое пособие

Редактор *Т. М. Маруняк*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 21.10.2022 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 12,32. Уч.-изд. л. 12,91. Тираж 125 экз.
Зак. № 2272. Изд. № 38.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель