

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

М. А. СКУМИНА

**ПРИКЛАДНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
В ЛОГИСТИКЕ**

Учебно-методическое пособие

Часть I

Гомель 2022

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

М. А. СКУМИНА

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛОГИСТИКЕ

Часть I

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 658.7:004.9(075.8)

ББК 32.965+65.40

С46

Р е ц е н з е н т ы: директор Гомельского филиала РТЭУП «БЕЛИНТЕР-ТРАНС – транспортно-логистический центр» Белорусской железной дороги *С. В. Хмелев*; кафедра информатики Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого (зав. кафедрой – канд. техн. наук, доцент *Т. А. Трохова*; доцент кафедры – канд. экон. наук, доцент *Н. В. Ермалинская*)

Скумина, М. А.

С46 Прикладные информационные системы в логистике : учеб.-метод. пособие. В 2 ч. Ч. I / М. А. Скумина ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 102 с.
ISBN 978-985-554-995-7 (ч. I)

Представлен материал, охватывающий основные прикладные информационные системы в логистике: автоматизированные системы, систему управления базами данных, систему управления ресурсами предприятия и цепями поставок, информационно-коммуникационные технологии, цифровые платформы. Рассматриваются проблемы и тенденции развития информационных систем в логистике.

Предназначено для студентов специальности «Транспортная логистика».

УДК 658.7:004.9(075.8)

ББК 32.965+65.40

ISBN 978-985-554-995-7 (ч. I)

ISBN 978-985-554-996-4

© Скумина М. А., 2022

© Оформление. БелГУТ, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1 Теоретические основы информационной логистики и логистических информационных систем | 5 |
| 1.1 Информационная логистика и информационный поток | 5 |
| 1.2 Информационные логистические системы | 10 |
| 1.3 Классификация информационных технологий в логистике | 16 |
| 2 Информационные системы предприятия | 20 |
| 2.1 Технологии бесконтактной идентификации | 20 |
| 2.1.1 Технология штрихового кодирования | 21 |
| 2.1.2 Технология радиочастотной идентификации | 23 |
| 2.2 Системы автоматизации технологии складирования | 25 |
| 2.2.1 Системы автоматизации внутрискладского транспорта и погрузочно-разгрузочных механизмов | 27 |
| 2.2.2 Системы автоматизации технологии хранения и размещения товаров на складе. Робототехника | 29 |
| 2.3 Интегрирующая система управления складом | 33 |
| 2.4 Системы управления базами данных как элемент прикладных информационных систем в логистике | 37 |
| 2.5 Корпоративные информационные системы управления предприятием ... | 43 |
| 2.5.1 Стандарты информационных систем управления предприятием по видам управляемых ресурсов | 43 |
| 2.5.2 Структура и функционал корпоративных информационных ERP-систем | 47 |
| 2.6 Система управления цепями поставок | 50 |
| 2.7 Системы управления взаимоотношениями с покупателями | 53 |
| 2.8 Информационно-аналитические системы поддержки принятия управленческих решений в логистике | 57 |
| 3 Информационно-коммуникационные технологии | 64 |
| 3.1 Информационно-коммуникационные технологии связи, контроля и мониторинга | 64 |
| 3.1.1 Системы наземной радиосвязи | 64 |
| 3.1.2 Спутниковые технологии: системы связи и системы радиочастотной навигации | 67 |
| 3.1.3 Средства и технологии мониторинга | 70 |
| 3.2 Геоинформационные системы | 72 |
| 3.3 Интеллектуальные транспортные системы на основе геоинформационных технологий | 74 |
| 3.4 Развитие электронного обмена документами в международной торговле и на транспорте | 77 |
| 3.5 Применение электронных юридически значимых документов | 83 |
| 3.6 Электронная коммерция в сфере транспортной логистики | 88 |
| 3.7 Цифровые платформы | 94 |
| Список литературы | 99 |

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Прикладные информационные системы в логистике» направлена на изучение функциональных возможностей информационных систем как инструментов для повышения качества работы с информацией и оптимизации бизнес-процессов на предприятиях.

Цель дисциплины состоит в получении студентами навыков применения информационных систем, что подразумевает умение:

- работать с информацией (поиск, анализ);
- использовать информационные системы, что подразумевает возможность быстрого освоения конкретного программного продукта на основе общих знаний о структуре и функциях системы данного типа;
- выбирать экономически целесообразное программное обеспечение в зависимости от поставленных задач логистической деятельности;
- отслеживать тенденции развития информационных технологий в логистике, так как данная сфера характеризуется высокой динамичностью развития.

Первая часть учебно-методического пособия посвящена изучению средств автоматизации логистической деятельности, систем управления потоками на предприятиях и в цепях поставок, информационно-коммуникационных систем.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности «Транспортная логистика» и позволяет систематизировать знания о прикладных информационных системах в сфере логистики по функциональным областям их применения, хронологии развития и иерархии в зависимости от уровня управления. Особое внимание уделяется тенденциям и перспективам развития информационных систем от простых средств автоматизации отдельных операций к цифровым логистическим платформам, цель функционирования которых состоит в системной интеграции интеллектуальных и коммуникационных технологий между всеми участниками логистических цепей и систем.

Понимание принципа работы, знание функций и возможностей информационных систем позволяет правильно выбрать программное обеспечение для предприятия с учетом решаемых задач и располагаемых финансовых, временных и интеллектуальных ресурсов.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКИ И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

1.1 Информационная логистика и информационный поток

В современных условиях информационные ресурсы предприятия определяют его потенциал к повышению эффективности бизнес-процессов и конкурентоспособности [1]. Необходимым условием согласованной работы всех подсистем предприятия является своевременное предоставление информации о параметрах перемещающихся потоков и принятие на их основе управленческих решений. **Логистическая информация** – это целенаправленно собираемая совокупность фактов, явлений, событий, представляющих интерес и подлежащих регистрации и обработке для обеспечения процесса управления логистической системой предприятия [2]. Базовая последовательность действий для управления потоками в логистической системе представляет собой замкнутый цикл следующих операций:

- сбор и анализ информации о состоянии элементов системы;
- принятие управленческих решений на этой основе;
- передача логистическим элементам управляющих команд.

Информационная логистика – область логистики, изучающая и решающая проблемы организации, интеграции и управления информационными потоками для принятия управленческих решений в логистических системах [1].

Отличительная особенность подхода информационной логистики заключается в получении системного эффекта благодаря взаимосвязи между подсистемами для образования интегрированного целого. Разрозненное управление объектами и подсистемами не позволяет достигать такого эффекта. Поэтому организация работы с информацией на предприятии должна обеспечивать все подсистемы логистики необходимой информацией и создавать механизм обратной связи [1].

Информационная логистика позволяет организовать поток данных посредством информационных систем и информационных технологий.

Информационная система – система (или программно-аппаратный комплекс), предназначенная для хранения, поиска и обработки информации, и соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т. д.), которые обеспечивают и распространяют информацию.

Информационная технология – приемы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных.

Сравнение терминов информационной системы и информационной технологии позволяет сделать вывод о том, что понятие информационной системы шире, так как включает не только программно-аппаратный комплекс для реализации совокупности операций с информацией, но и организационные ресурсы. Информационную технологию можно также рассматривать как процесс или как последовательность операций с информацией.

В дисциплине «Прикладные информационные системы в логистике» используется терминология и систем, и технологий как основных инструментов информационной логистики, включающих программно-аппаратный комплекс, организационные ресурсы, а также концепции и принципы организации информации в логистических системах.

Предметом изучения информационной логистики являются особенности построения и функционирования информационных систем, обеспечивающих функционирование логистических систем (логистическая система предприятия, страны и т. д.) [2].

Деятельность логистики имеет финальную цель, которую стали называть шестью правилами логистики.

- 1 Груз – необходимый товар.
- 2 Качество – требуемого качества.
- 3 Количество – в нужном количестве.
- 4 Время – доставка в четко прописанные сроки.
- 5 Место – в определенное место.
- 6 Затраты – с наименьшими затратами.

Целью информационной логистики является построение и эксплуатация информационных систем, обеспечивающих наличие:

- нужной информации (для управления МП);
- в нужном месте;
- в нужное время;
- необходимого содержания (для лица, принимающего решение);
- с минимальными затратами.

Задачами информационной логистики являются:

- организация и структуризация потоков данных, сопровождающих материальный поток;
- доставка их в нужное место, в необходимое время и в требуемом объеме;
- накопление структурированных данных – формирование информационного поля для проведения полномасштабного анализа;
- обеспечение проведения анализа и принятия решений (расчеты, визуализация анализа и результатов, экспертные рекомендации);
- доведение решений до исполнителей и контроль исполнения.

Уровни применения информационной логистики различны: от локально-го уровня подразделения предприятия, предприятия в целом, взаимодействия между предприятиями до международного уровня, например, транснациональных корпораций.

Движение информации в логистической системе осуществляется не хаотично, а в форме информационных потоков, соответственно, они и являются объектом управления информационной логистики [2].

Информационный поток – направленное движение информации внутри логистической системы и между логистической системой и внешней средой.

Информационный поток характеризуется следующими показателями (рисунок 1.1):

- источником возникновения;
- направлением движения потока;
- получателем информации;
- скоростью передачи и приема;
- интенсивностью потока (интенсивность потока информации измеряется количеством символов (алфавитных, цифровых и служебных знаков) или байтов, которые передаются в единицу времени) [3].

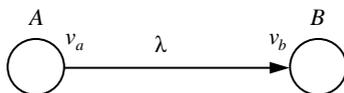


Рисунок 1.1 – Показатели информационного потока

Информационный поток может существовать в виде электронного документа или на бумажном носителе.

Каждому материальному потоку соответствует один или несколько информационных потоков, то есть одна из функций информационных потоков – сопровождение материального и других потоков.

Информационные потоки классифицируются в зависимости от вида связываемых потоков систем, места происхождения, направленности и синхронности относительно материального потока (рисунок 1.2).

1 Опережающий информационный поток во встречном направлении организуется для передачи сведений о заказах, данных о спросе и другой информации, необходимой для планирования материальных потоков.

2 Опережающий информационный поток в прямом направлении – это предварительные, уведомляющие сообщения о логистических операциях, выполняющихся в предыдущих по направлению движения материального потока элементах логистической цепи. Например, сообщение о предстоящем прибытии груза, об отправке груза и т. д.

3 Одновременный информационный поток в прямом направлении содержит информацию о параметрах материального потока. Например, перевозочные документы на грузы.

4 Запоздавающий информационный поток во встречном направлении передает информацию о результатах поступления материального потока,

т. е. подтверждение поступления груза, его качестве, своевременности доставки, претензии.

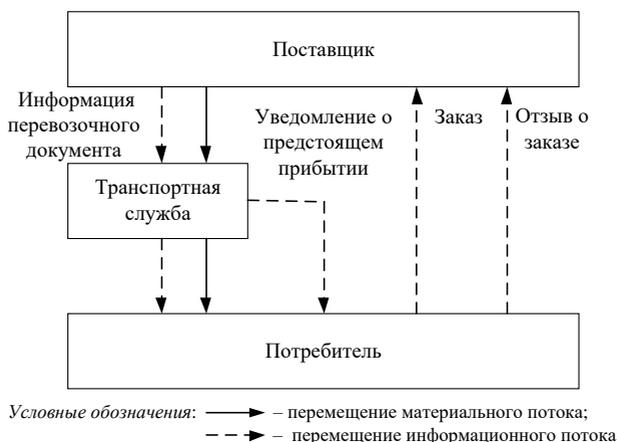


Рисунок 1.2 – Примеры информационных потоков по направленности и синхронности относительно материального потока

В зависимости от связываемых потоком систем информационные потоки классифицируются:

- на горизонтальные, охватывающие сообщения между партнерами по хозяйственным связям одного уровня управления: предприятиями-поставщиками и предприятиями – потребителями материальных ресурсов, либо между ними и посредниками, между цехами одного предприятия по стадиям обработки;

- вертикальные, поступающие из руководящих инстанций в подведомственные, например, из корпораций и холдинга – в дочерние предприятия.

Место происхождения информационных потоков разделяет их:

- на внутренние – внутри предприятия;

- внешние – между предприятием и внешней средой.

Направление по отношению к логистической системе определяет входные информационные потоки, поступающие в информационную систему или подсистему, и выходные.

Таким образом, разнообразные информационные потоки являются теми связями, которые объединяют в единое целое различные функциональные подсистемы. В каждой из этих функциональных подсистем реализуются материальные потоки, соответствующие целям, обеспечиваемым этими подсистемами. Информационные потоки объединяют эти подсистемы в единое целое, так что отдельные цели каждой подсистемы подчиняются

общей цели всего производственно-сбытового комплекса. Именно это является основной концепцией логистики [1].

Управление потоками представляет собой кибернетическую систему с обратной связью (рисунок 1.3), предполагающую реализацию операций управления по замкнутому циклу.

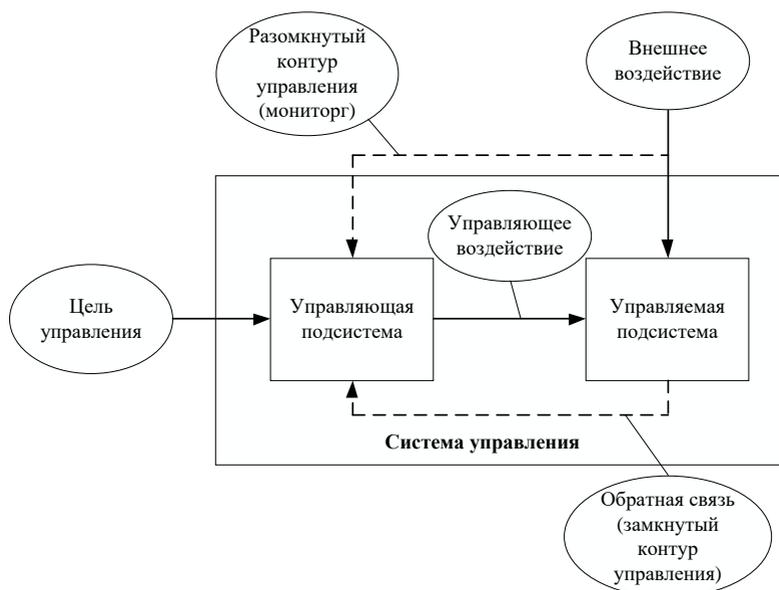


Рисунок 1.3 – Управление процессами в кибернетической системе с обратной связью

Первоначально выбирается цель функционирования системы на основе текущего состояния подсистем и объектов предприятия. Примером выбора цели является разработка стратегии предприятия в зависимости от рыночной ситуации и его ресурсного потенциала. Исходя из выбранной цели устанавливаются значения параметров, которые должны быть достигнуты в результате осуществления процесса или технологии. По окончании реализации действий полученные показатели сравниваются с планируемыми и принимается решение о корректировке элементов, которые влияют на ход процесса и его результаты [4].

Таким образом, выделяются следующие функции управления логистической системой, выполняемые посредством информационной логистики:

- планирование (выработка целей логистической системы, установление нормативных показателей функционирования);
- регулирование (влияние на определенные параметры процесса, управление в режиме реального времени);

- координация (согласование действий отдельных логистических подсистем и элементов);
- контроль (получение информации о значениях контролируемых параметров, сравнение их с нормативными);
- учет и анализ (накопление и обобщение информации о функционировании логистической системы для целей планирования).

От эффективности функционирования информационной системы зависит эффективность работы логистической системы: от достоверности, своевременности и объема передачи информации; результативности анализа информации, точности доведения управляющих воздействий до исполнителей.

1.2 Информационные логистические системы

Логистическая информационная система является частным случаем информационной системы и отличается от неё наличием обязательной оптимизации организации потоков информации. Логистическая информационная система функционирует в соответствии с целями и задачами оптимального управления материальными и сопутствующими им потоками.

Информационная логистическая система должна объединять все логистические подсистемы, включая логистику снабжения, внутрипроизводственную логистику, распределительную логистику.

Логистическая информационная система – гибкая структура, состоящая из персонала, производственных объектов, средств вычислительной техники, методов и процедур (технологий), объединенных связанными информационными потоками, используемыми в управлении организацией для планирования, контроля, анализа и регулирования логистической системы [1].

В узком смысле логистическую информационную систему рассматривают как совокупность вычислительных средств и программного обеспечения, в широком – как технические средства, применяемые методы и персонал.

На микроуровне информационные системы в логистике могут создаваться с целью управления материальными потоками на уровне отдельного предприятия, а могут способствовать организации логистических процессов на территории регионов, стран и даже группы стран.

Функции информационных логистических систем (рисунок 1.4).

1 *Анализ и планирование логистических процессов* в различных аспектах и на разных временных горизонтах, в том числе прогнозирование спроса и планирование потребностей в материалах, управление запасами, стратегическое планирование работы предприятия.

2 *Координация логистических событий, операций и процессов* по всей цепи продвижения материальных ценностей и услуг, предполагает составление графиков производства, планирование сбыта, планирование поставок.

Исходя из сформулированной цели функционирования логистической системы осуществляется определенный алгоритм управления потоками, например, ориентирование производства на спрос предполагает, что выявляется спрос на товары, и в зависимости от него составляется план производства, а в зависимости от плана производства осуществляется снабжение сырьем и комплектующими.

3 *Мониторинг и контроль протекания логистических операций.* Эта функция закладывает основы системы учета запасов, поставок, продаж, затрат и т. п. Текущий мониторинг призван создавать основы для регулирования процессов с целью повышения их бесперебойности и эффективности. Другими словами, это определение параметров функционирования логистической системы в режиме реального времени для последующего оперативного управления.

4 *Оперативное управление логистическими процессами:* поставками, транспортировкой, хранением, физической дистрибуцией и т. д. в соответствии с полученными данными мониторинга и контроля.

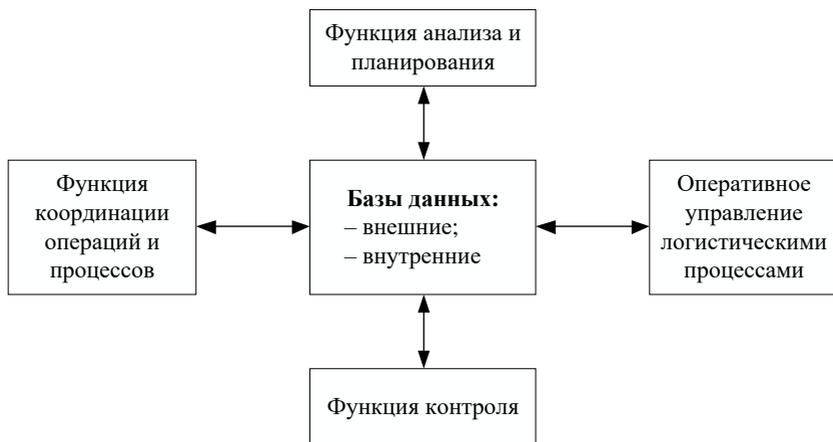


Рисунок 1.4 – Функции логистической информационной системы

Объединение и синхронизация данных, необходимых для выполнения перечисленных функций, осуществляется посредством баз данных (БД), включающих внешние данные от покупателей и поставщиков, а также внутренние данные о параметрах работы подсистем предприятия [3].

Структура логистических информационных систем представляет собой две подсистемы: функциональную и обеспечивающую.

Функциональная подсистема состоит из совокупности решаемых задач, сгруппированных по признаку общности цели (например, функция склады-

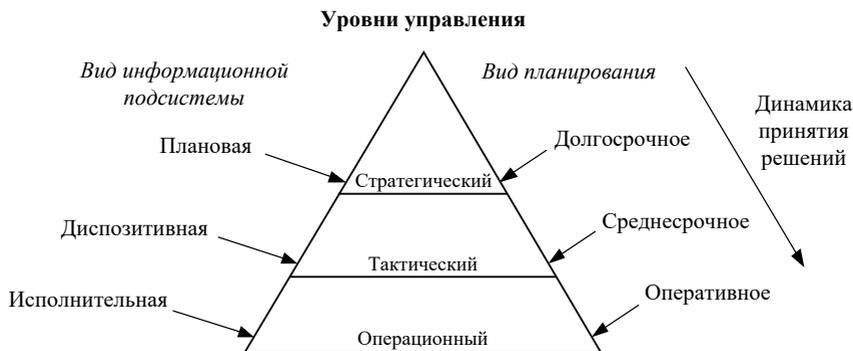
рования, транспортировки, комплектация и т. д.), второе название – ИТ-сервисы.

Обеспечивающая подсистема (второе название – ИТ-инфраструктура) включает следующие элементы:

- техническое обеспечение, т. е. совокупность технических средств, обеспечивающих обработку и передачу информационных потоков, в том числе программное обеспечение, телекоммуникацию, системы связи и передачи данных;
- информационное обеспечение, включающее различные справочники, классификаторы, кодификаторы, средства формализованного описания данных;
- математическое обеспечение, т. е. совокупность методов решения функциональных задач [1].

Любое предприятие является сложным организмом, состоящим из большого числа разнородных объектов и процессов, имеющих собственные управляющие органы. Для согласования функционирования всего предприятия необходима общая многоуровневая система управления. Принято выделять три уровня управления (рисунок 1.5):

- стратегический – реализует долгосрочное планирование, которое осуществляется высшим руководством;
- тактический – включает среднесрочное планирование, осуществляемое руководителями подразделений и менеджерами;
- операционный – предполагает осуществление руководителями функциональных служб оперативного управления.



Каждый из уровней управления характеризуется собственным набором функций, уровнем компетентности и ответственности и нуждается в соответствующей информационной поддержке. На рисунке 1.5 представлена организационная модель управления на основе треугольника Энтони с ука-

занием уровней принятия решений и соответствующих им информационных подсистем [5].

Таким образом, в логистической информационной системе необходимы подсистемы для каждого из трех уровней управления логистической системой. На микроуровне логистические информационные системы подразделяются на три подсистемы:

- плановые;
- диспозитивные (диспетчерские);
- исполнительные (оперативные).

Подсистемы различаются объектами и горизонтом планирования, точностью и детализацией контролируемых показателей, сроками принятия решений. Результаты планирования верхних уровней являются входными данными для более детального планирования подчиненных им.

Исполнительные информационные системы создаются на уровне административного или оперативного управления для принятия решений в режиме реального времени. Указанные системы детализируют намеченные на диспозитивном уровне планы и обеспечивают их выполнение на отдельных производственных участках, на складах, а также на конкретных рабочих местах. К задачам исполнительных систем можно отнести контроль материальных потоков, оперативное управление производством, управление перемещениями товаров и т. п.

Для оперативного контроля необходима преимущественно информация из внутренних источников предприятия (цех, отдельные рабочие места) в текущий момент времени и передача управляющих воздействий на объект управления. Например, сформированный на диспозитивном уровне план производства доводится до конкретных исполнителей, а начальник цеха контролирует выполнение плана в режиме реального времени, следит за выполнением норм продолжительности операций и т. д.

Диспозитивные информационные системы создаются на уровне управления участком, складом или цехом и служат для обеспечения отлаженной работы логистических подсистем. Они позволяют принимать решения на среднесрочную и долгосрочную перспективу, включая следующие задачи:

- детальное управление запасами;
- управление внутрискладским (или внутривозовским) транспортом;
- отбор грузов по заказам и их комплектование;
- учет отправляемых грузов и другие задачи.

Для управленческого контроля в диспозитивной подсистеме необходима информация о производительности объектов, затратах контролируемого звена и данные от соседних элементов логистической цепи.

Плановые информационные системы создаются на административном уровне управления и служат для принятия долгосрочных решений стратегического характера. Для стратегического планирования необходима инфор-

мация о текущих результатах работы логистического элемента и его подразделений и о деятельности конкурирующих логистических систем.

Например, на основании анализа финансового состояния фирмы принимаются решения об увеличении (уменьшении, снятия с продажи) производимой продукции, о выпуске нового продукта, об открытии филиала, об увеличении активов компании, о привлечении кредитов.

Среди решаемых задач могут быть следующие:

- создание и оптимизация звеньев логистической цепи;
- планирование производства;
- общее управление запасами;
- управление резервами и другие задачи.

При этом осуществляется сквозное планирование в цепи «снабжение – производство – сбыт», что позволяет создать эффективную систему организации производства, построенную на требованиях рынка, с выдачей необходимых требований в систему материально-технического обеспечения предприятия.

Плановые системы включают логистическую систему во внешнюю среду, в совокупный материальный поток, поступающий в производство на входе и покидающий его на выходе [3].

В соответствии с концепцией логистики информационные подсистемы интегрируются в единую информационную систему. Различают вертикальную и горизонтальную интеграцию.

Вертикальной интеграцией считается связь между плановой, диспозитивной и исполнительными подсистемами посредством вертикальных информационных потоков.

Горизонтальной интеграцией считается связь между отдельными комплексами задач в диспозитивных и исполнительных системах посредством горизонтальных информационных потоков.

Вертикальная интеграция представлена на рисунке 1.6 [2], стрелками показано, как передаются управляющие воздействия и с помощью обратной связи – информация о результатах. Таким образом, до диспозитивного уровня доводится собранная информация о результативности отдельных рабочих мест, а до планового уровня – систематизированная информация о работе подразделений и предприятия в целом. В зависимости от полученных данных разрабатывается стратегия предприятия на следующие периоды и т. д.

Информационная логистическая система предприятия в системе управления цепями поставок. Цепь поставок состоит из нескольких звеньев: микрологистических систем (отдельных предприятий), перевозчиков, посредников. По цепи поставок перемещается материальный поток (рисунок 1.7). Следовательно, для организации взаимодействия отдельных звеньев логистической цепи необходим обмен информацией.

| Вид информационной системы | Уровень руководства | Решаемые задачи |
|----------------------------|---------------------|--|
| Плановая | Высшее руководство | Выработка стратегии и тактики доведение целей |
| Диспозитивная | Средний менеджмент | Определение способа действий доведение правил, инструкций, заданий |
| Исполнительная | Исполнители | Исполнение инструкций обработка и группировка первичной информации |

Рисунок 1.6 – Схема вертикальных информационных потоков в микрологистических системах

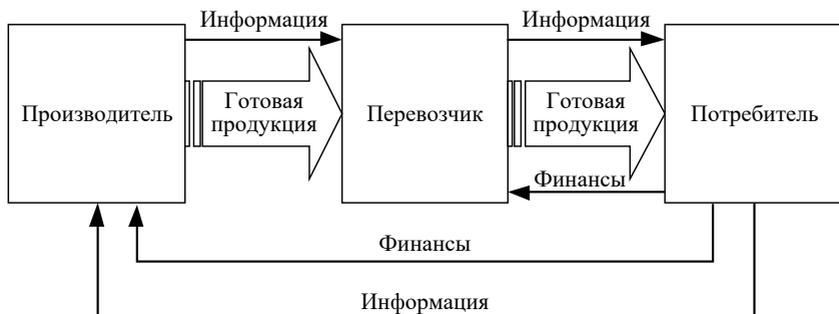


Рисунок 1.7 – Схема перемещения потоков в логистической цепи

Таким образом, необходима организация взаимодействия логистических информационных систем отдельных предприятий между собой посредством внешних сервисов. В задачи внешних сервисов входит обеспечение движения:

- финансовых потоков (взаимодействие участников логистической цепи через посредника – банки);
- сопровождающих и опережающих информационных потоков в прямом направлении (информация перевозочных документов, мониторинг грузов при перемещении);

– сопровождающих и опережающих информационных потоков во встречном направлении (передача информации и отзыв о заказе, заключение договоров поставщиками и потребителями, поставщиками и перевозчиками и т. д.).

Как правило, перечисленные задачи выполняются сервисами, получившими название «информационно-коммуникационные технологии», к ним относятся технологии электронного документооборота, мониторинга, связи и т. д.

Логистические информационные системы для эффективного функционирования должны обязательно иметь связь с внешней средой в пределах логистической цепи. В системе управления цепями поставок формируется целостная логистическая и информационная система, которая выполняет те же функции, что и при оптимизации управления потоками на предприятии, но уже на макроуровне: планирование логистических процессов, координация логистических событий, мониторинг и контроль, оперативное управление.

Таким образом, принципиальным отличием логистического подхода к управлению потоками от традиционного является объединение разрозненных потоков в единый сквозной поток, выделение единой функции управления сквозным материальным потоком, а также информационная, техническая и экономическая интеграция отдельных звеньев логистической цепи в единую систему на макро- или микроуровне [6].

1.3 Классификация информационных технологий в логистике

Единый подход к классификации информационных технологий в логистике ещё не разработан, выделяется несколько вариантов классификации: по виду управляемых ресурсов, по функциональным областям логистики, по назначению и т. д. По мнению автора, наиболее подходящими для формирования целостного представления о применяемых в логистике информационных системах и взаимосвязей между ними являются классификации по назначению и уровню управления предприятием.

Классификация по назначению представлена на рисунке 1.8 [7].

Сервисно-системные продукты относятся к техническому обеспечению логистических информационных систем, большинство из них являются универсальными, то есть используются не только для целей логистики. Часть программных продуктов ежедневно применяется студентами технических вузов: текстовые редакторы, табличные редакторы, системы автоматизированного проектирования, например, *AutoCAD*. Возможны другие варианты, например, *CAM – Computer-aided manufacturing* – автоматизированные системы для подготовки управляющих программ для станков.

| Информационные технологии в логистике | | |
|---|--|--|
| По назначению | | |
| Сервисно-системные (программные средства общего назначения) | Операционные системы, средства компьютерного проектирования (САПР), <i>SAM, FMS</i> (система управления парком ТС), АСУТП системы — средства управления технологическим процессом; средства управленческого моделирования; офисные приложения — текстовые редакторы, табличные редакторы, средства создания презентаций, органайзеры и т. д.; СУБД, прочие программные средства; | |
| Специализированные программные средства | Управленческие | КИС (корпоративные информационные системы), <i>WMS</i> (система управления складом), <i>SCM</i> (системы управления цепями поставок) |
| | Аналитические | <i>OLAP</i> (интерактивный анализ данных), <i>Data Mining</i> (распознавание данных), <i>CASE</i> (технология проектирования бизнес-процессов) |
| Информационно-коммуникационные технологии | Геоинформационные технологии, технологии связи, контроля и мониторинга (телематика), таможенные и правовые информационные технологии, системы электронного обмена данными, технологии штрихкодирования и сканирования. | |

Рисунок 1.8 – Классификация информационных технологий в логистике по назначению

Из всех представленных сервисно-системных технологий в учебно-методическом пособии представлены только системы управления базами данных (далее – СУБД), все остальные программные продукты по причине их универсальности используются для реализации широкого диапазона задач. Однако не следует забывать, что данные универсальные программные продукты могут использоваться для целей логистики, например, табличный процессор *Microsoft Excel* является универсальным инструментом для обработки и анализа данных.

Специализированные программные средства разработаны для целей логистики и направлены на управление потоками и анализ данных для стратегических целей планирования: системы управления складом, корпоративных систем управления предприятием, системы поддержки принятия управленческих решений и т. д.

Информационно-коммуникационные технологии являются сервисами для взаимодействия участников логистических цепей и также рассматриваются в учебно-методическом пособии: геоинформационные системы (на основе географической информации), технологии мониторинга, системы электронного документооборота и другие.

В свою очередь, **специализированные программные средства** классифицируются *по уровню управления*. Информационная логистическая система каждого отдельного предприятия может быть представлена как совокупность функциональных подсистем, интегрированных в единую модель.

Функциональные подсистемы предприятия можно представить в виде иерархии (рисунок 1.9).

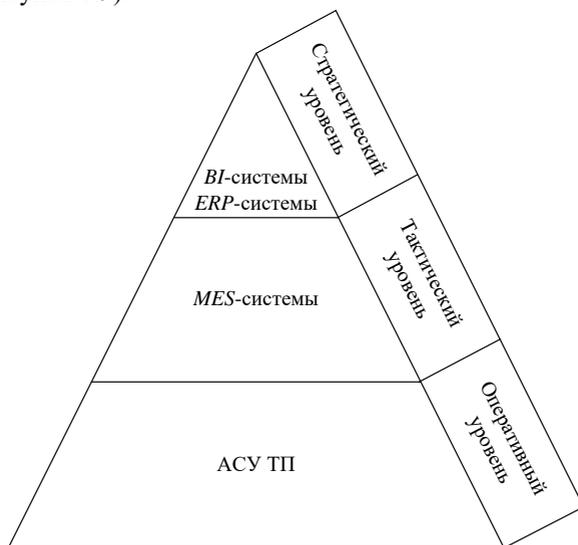


Рисунок 1.9 – Уровни информационных систем предприятия

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (далее – АСУ ТП) представляют собой комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. Выделяют управляющие, информационные и вспомогательные функции АСУ ТП, позволяющие вести программное управление группой оборудования, технологическими режимами или отдельными участками процессов, а также контролировать и измерять технологические параметры процессов. К техническим средствам автоматизации можно отнести автоматизированные склады, конвейеры, системы считывания штрихкодов и системы радиочастотной идентификации, программируемые станки и т. д. АСУ ТП позволяют вести сбор и обработку технологических данных в режиме реального времени, которые в дальнейшем будут переданы на уровень *MES*-систем.

Система *MES* (*Manufacturing Execution System* – управление производственными процессами) применяется для оперативного планирования и управления производством. Данные системы позволяют в режиме реального времени планировать, оптимизировать, контролировать и документировать производственные процессы от формирования заказа до выпуска готовой продукции. Выделяют такие функции *MES*-систем как контроль состояния и распределения ресурсов, оперативное и детальное планирование, диспетчеризация производства, управление качеством продукции, производственными

процессами, техобслуживанием и ремонтом оборудования, а также анализ производительности. *MES*-системы решают задачи по оптимизации планирования на основе численных методов, например, с учетом взаимозаменяемости и переналадок оборудования. Частным случаем *MES*-системы являются *WMS* – системы управления складом, *TMS* – системы управления транспортовками, *CTMS* – системы управления контейнерным терминалом.

Уровень *ERP*-систем управления предприятием или корпоративных информационных систем создан для финансово-хозяйственного управления финансами, кадрами, бухгалтерией, поставками, производством и т. д. В таких системах осуществляется сбор информации о показателях работы всех функциональных подсистем предприятия в общей базе данных, управление отдельными подразделениями, планирование ресурсов предприятия.

Самый верхний уровень иерархии занимают системы аналитики и поддержки принятия управленческих решений (*BI – Business Intelligence*), которые помогают анализировать большие массивы данных, находить взаимосвязь между факторами и показателями, предлагать варианты решений.

Стратегический уровень обеспечивает выработку управленческих решений, направленных на достижение долгосрочных стратегических целей организации. Поскольку результаты принимаемых решений проявляются спустя длительное время (месяцы, годы), особое значение на этом уровне имеет такая функция, как стратегическое планирование. Ответственность за принятие управленческих решений достаточно велика и определяется не только результатами анализа с использованием специального математического аппарата и информационных систем поддержки принятия управленческих решений, но и профессиональной интуицией менеджеров. С технической точки зрения, данный класс систем представим хранилищем данных (*Data Warehouse*), базой знаний (*Data Based Knowledge*) и средствами анализа, интерпретации, предсказания. *BI*-системы, которые часто называют *BW*-решениями (*Business Information Warehouse*), по определению требуют интеграции с учетной системой, обеспечивающей ее необходимыми транзакционными данными [8].

Таким образом, правильное формирование информационной инфраструктуры компании, развитие и активное применение информационных технологий с учетом особенностей бизнес-процессов способствует не только активизации коммерческой деятельности и повышению конкурентоспособности, но и расширению рынка логистических услуг, появлению новых способов ведения бизнеса, повышению качества управленческих решений [6].

2 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1 Технологии бесконтактной идентификации

Идентификация – установление тождественности неизвестного объекта известному на основании совпадения признаков.

Идентификатор – признак, по которому определяется объект.

Бесконтактная идентификация – идентификация и/или прямой сбор данных в компьютер без использования клавиатуры.

Технология бесконтактной идентификации – технические средства, организационные мероприятия, последовательность действий, обеспечивающие бесконтактную идентификацию.

Различают следующие виды бесконтактной идентификации:

- карточные технологии;
- биометрические технологии;
- технологии штрихового кодирования;
- технологии радиочастотной идентификации [1].

Общая схема работы системы автоматической идентификации представлена на рисунке 2.1.

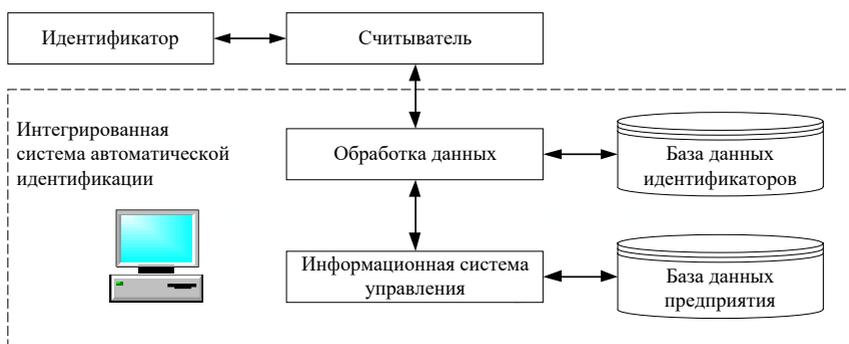


Рисунок 2.1 – Схема работы системы автоматической идентификации

Данные идентификатора (признака) объекта идентификации распознаются считывателем и передаются для обработки. Далее осуществляется обработка данных идентификатора с использованием базы данных идентификаторов. По базе данных выявляется информация, соответствующая данному идентификатору.

Назначение технологии бесконтактной идентификации состоит в том, что она позволяет в режиме реального времени получать необходимую информацию об объектах (товары, грузы) и вести учет выполненной работы и потребляемых ресурсов [9].

2.1.1 Технология штрихового кодирования

Штриховой код представляет собой символ, состоящий из рисунка полос (штрихов) и пространства между ними (пробелов), отображающий машинный код букв и чисел в двоичной системе. Элементы штрихового кода наносятся на поверхность носителя, имеющего определенные светотехнические характеристики. При этом штрихи, наносимые с помощью красителей или каких-то других средств, хорошо поглощают свет на определенных длинах волн, а фоновая поверхность хорошо его отражает, что и используется при оптическом считывании [1].

Плотность или разрешение штрихкода зависит от самого узкого элемента и может варьироваться от высокого разрешения (до 0,23 мм), среднего (0,23–0,5 мм) до низкого (более 0,5 мм). Низкое разрешение позволяет повысить надежность считывания [9].

Штрихкоды также различаются по кодируемым данным: только цифры, кодируют буквы, цифры и знаки препинания.

Структура штрихкода влияет на объем кодируемой информации и порядок ее считывания. Выделяют линейные и двухмерные штрихкоды (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Виды штрихкодов по структуре:

а – линейные; б – двухмерные многрядные; в – двухмерные матричные

Линейные штриховые коды состоят из темных штрихов и светлых пробелов между ними, соотношение ширины которых и определяет закодированную информацию (от 15 до 50 символов).

Двухмерные штриховые коды разработаны для повышения количества кодируемой информации (от 2000 до 4000 символов). Подразделяются на многорядные и матричные.

В *многорядных кодах* данные представлены в виде нескольких строчек обычных одномерных штриховых кодов, находятся друг над другом и составляют форму прямоугольника, но при этом содержат единое информационное сообщение. Многострочные символика включают в себя специаль-

ные механизмы по сжатию и защите данных от повреждений, похожие на принцип выбора контрольного числа в номере вагона.

Матричный код изображается в виде черных элементов одинакового размера внутри матрицы, данные кодируются в зависимости от позиции элемента. Матричные коды обеспечивают максимальную плотность информации, по форме бывают круглыми, шестиугольными, квадратными [1].

Технология сканирования штриховых кодов обеспечивает преобразование изображения кода (двоичного – полоса белая/черная) в компьютерные данные.

Для считывания данных штрихкода используются специальные **сканеры**, которые позволяют перенести информацию, закодированную в штрихкоде, в информационную систему предприятия. По техническому исполнению корпуса сканеры подразделяются на *стационарные, ручные и комбинированные* и имеют свою сферу применения [9]. Например, при продаже небольших товаров в магазине целесообразно использовать стационарные сканеры, для больших и крупногабаритных товаров, а также в случае необходимости перемены приемщика товаров по складу используются ручные сканеры.

Технология считывания штрихкодов сканерами влияет на предельное расстояние их считывания, их стоимость, а также способ передачи данных в информационную систему предприятия.

Ручные оптические карандаши и *CCD*-сканеры – наиболее дешевые и простые в использовании считыватели, использующие в качестве источника излучения светодиоды. Сканеры вручную перемещаются на близком расстоянии через поле штрихкода, чтобы выполнить считывание. *CCD*-сканеры легче, чем большинство лазерных сканеров, и более ударопрочные. Основным недостатком технологии считывания заключается в том, что поверхность штрихкода должна быть ровной.

Лазерные сканеры широко распространены, используют в качестве источника излучения маломощные лазеры. Лазерные сканеры проецируют сканирующий луч на штрихкод от зеркала или призмы в виде красной линии. Такие лазеры используются в магазинах: настольный, встраиваемый (монтируется в стол кассира), биоптический (позволяет осуществлять взвешивание).

Переносные сканеры (локальные) собирают информацию, после чего подсоединяются к компьютеру и обрабатываются.

Радиотерминалы могут принимать и обновлять данные в режиме реального времени, используя радиочастоты.

При выборе считывающих устройств необходимо учитывать расстояние считывания, плотность штрихкода, температурный режим помещения и другие факторы.

Применение систем штрихового кодирования в логистике включает выполнение следующих функций:

- идентификации электронных документов и бланков строгой отчетности, например, на товарно-транспортных накладных, электронных билетах и т. д.;
- идентификации сотрудников по корпоративным штрихкодам, карточкам со штрихкодом в качестве пропусков);
- организации систем регистрации времени, например, в аэропортах для багажа;
- применения в складской инвентаризации при ведении учета товаров с привязкой товара по штрихкоду к месту его нахождения;
- контроля за наличием и продвижением товаров в магазинах, обеспечение их сохранности и др. [1].

2.1.2 Технология радиочастотной идентификации

Технология *Radio Frequency Identification* (далее – *RFID*-технология) основана на взаимодействии *RFID*-метки (или транспондера) и *RFID*-считывателя посредством радиосигналов.

RFID-метка представляет собой чип, содержащий информацию, и состоит из двух частей: первая – интегральная схема для хранения и обработки информации, вторая – антенна для приема радиочастотного сигнала. По исполнению *RFID*-метки могут представлять собой пластиковые карты, брелоки, корпусные метки, а также самоклеящиеся этикетки из бумаги или термопластика. Примерами могут служить радиочастотные метки, которые размещаются на книгах в книжных магазинах, элементы системы оплаты дорог (устройства в виде пластиковой коробки) и т. д. (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Примеры радиочастотных меток

Транспондеры, или радиочастотные метки, различаются по источнику питания:

- активные работают от присоединенной или встроенной батареи, могут быть многократно считаны или перезаписаны;
- пассивные функционируют без источника питания, получая энергию от сканера: индуцированный в антенне электромагнитным сигналом электрический ток обеспечивает функционирование чипа для передачи ответного сигнала.

Полупассивные *RFID*-метки работают по тому же принципу, что и пассивные, но оснащены батареей для питания чипа. Можно сказать, что такое

решение является компромиссным в плане стоимости, размера и характеристик *RFID*-меток.

Активные и пассивные транспондеры могут обладать различным типом организации памяти:

- с однократной записью только для чтения;
- чтение-запись [1].

Для считывания данных с радиочастотных меток могут использоваться стационарные считыватели (настольные, портальные) и переносные терминалы сбора данных, аналогичные сканерам штрихового кода.

Технология радиочастотной идентификации при использовании пассивных радиочастотных меток осуществляется в следующей последовательности (рисунок 2.4):

- 1) считыватель непрерывно или с заданным интервалом времени излучает радиосигнал на определенной частоте (синхроимпульсы);
- 2) транспондер, попадая в зону действия радиосигнала, использует его энергию для электропитания, считывает код из запоминающего устройства и модулирует ответный радиосигнал;
- 3) считыватель принимает данные от транспондера, при необходимости расшифровывает и проверяет их и передает в приложение, управляющее системой;
- 4) компьютерное приложение анализирует полученные данные, заносит их в базу данных и при необходимости формирует управляющие воздействия в системе [13].



Рисунок 2.4 – Последовательность радиочастотной идентификации

Классификация *RFID*-меток по рабочей частоте выглядит следующим образом:

– метки диапазона *LF* (125–134 кГц) характеризуются доступными ценами и определенными физическими характеристиками, которые позволяют использовать такие *RFID*-метки для чипирования животных. Обычно это – пассивные системы, которые работают только на маленьких расстояниях;

– метки диапазона *HF* (13,56 МГц) используются в основном для идентификации личности, в платежных системах, для решения простых бизнес-задач (например, для идентификации продукции на складе). Большинство *RFID*-систем, работающих на частоте 13,56 МГц, работает в соответствии со стандартом *ISO 14443 (A/B)* – именно на этом стандарте работает, к примеру, система оплаты проезда в общественном транспорте Парижа;

– метки диапазона *UHF* (860–960 МГц) разработаны специально для работы с товарами на складах и в логистических системах, при этом к особенностям *RFID*-меток указанного диапазона относятся высокая дальность, скорость работы и наличие антиколлизийных механизмов. Сегодня стоимость *RFID*-меток диапазона *UHF* является минимальной, однако цена прочего оборудования для работы в обозначенном диапазоне достаточно велика [10].

Основные преимущества *RFID*-технологии заключаются в отсутствии необходимости непосредственной видимости метки при сканировании, быстродействии и точности считывания данных, возможностях редактирования и защиты информации.

Наряду с неоспоримыми достоинствами, радиочастотной идентификации присущи недостатки: относительно высокая стоимость по сравнению со штриховым кодированием, невозможность размещения под металлическими и электропроводными поверхностями, подверженность помехам в виде электромагнитных полей [1, 9].

Функции *RFID*-технологий в логистике включают:

- предотвращение краж товаров;
- отслеживание товарных и транспортных потоков;
- осуществление транспортных платежей за платные дороги.

Сравнение штрихкодов и систем радиочастотной идентификации показывает, что для каждой из технологий сформировалась своя сфера применения в зависимости от целей идентификации. При использовании кодирования информации на бумажных носителях и для уменьшения стоимости упаковки товаров эффективнее использовать штрихкоды. Для целей безопасности и мониторинга, автоматического списывания средств за услуги эффективнее использовать радиочастотные метки.

Дальнейшим развитием систем идентификации является кодирование транспортных и других документов на носителях информации, располагающихся непосредственно на самом товаре, а именно технология «интернет вещей». В настоящее время осуществляется активное развитие различных систем идентификации информации и объектов: идентификация надписей, номеров автомобилей и других транспортных средств, что в будущем позволит осуществлять автоматизированный учет технологических операций при организации перевозок.

2.2 Системы автоматизации технологии складирования

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий

или информации либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций.

Основная тенденция развития систем автоматизации идет в направлении создания автоматических систем, которые способны выполнять заданные функции или процедуры без участия человека. Роль человека заключается в подготовке исходных данных, выборе алгоритма (метода решения) и анализе полученных результатов.

Система автоматизации технологии работы склада позволяет с помощью комплекса технических средств автоматизировать следующие операции: погрузочно-разгрузочные, идентификации товара и его места размещения, перемещения товаров внутри склада, разукрупнения и консолидации, упаковки.

На рисунке 2.5 представлены основные функции управления на складе: оптимизация применения технических средств и координация перемещения товаров на складе. Эти функции управления возложены либо на систему управления складом (далее – WMS), либо на нескольких операторов, которые со своего автоматизированного рабочего места принимают решения.

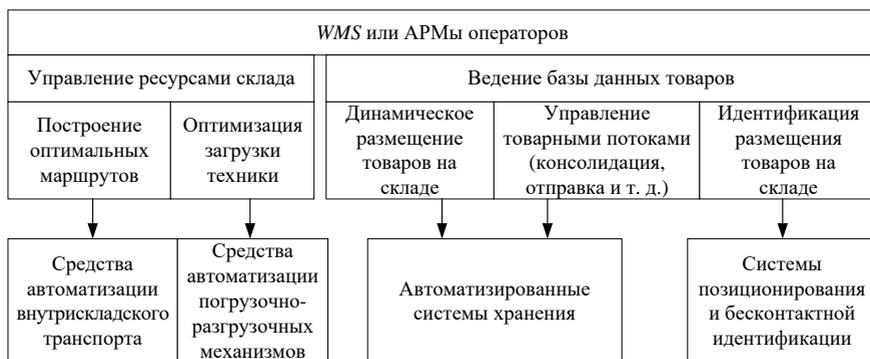


Рисунок 2.5 – Автоматизация функций управления потоками на складе

Динамическое размещение товаров на складе предполагает выбор места хранения в зависимости от предполагаемого срока отгрузки и срока хранения, контроль параметров хранения (параметры температуры, влажности), выбор места в зависимости от совместимости различных товаров.

Управление товарными потоками включает консолидацию и разукрупнение грузовых единиц, то есть комплектацию отправки из товаров разной номенклатуры, разделение партии на отдельные группы товаров для отправки различным получателям.

Идентификация размещения товаров на складе необходима для быстрого поиска товара для комплектации или отгрузки, а также для правильного выбора места хранения на складе: существуют товары, несовместимые для

перевозки или хранения, например, зловонные и легко аккумулирующие посторонние запахи [11].

2.2.1 Системы автоматизации внутрискладского транспорта и погрузочно-разгрузочных механизмов

Выбор технических средств для автоматизации технологических операций перемещения, погрузки, выгрузки и других операций на складе при переработке материальных потоков зависит от параметров товаров, их свойств и способов складирования. На открытых площадках, преимущественно контейнерных, используются различные технические средства (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Технические средства для перемещения и перегрузки на контейнерном терминале:

а – автоматически управляемые тележки (*Automated guided vehicle – AGV*); б – автоматические козловые контейнерные краны на рельсовом ходу (*Auto-mated Rail-Mounted Gantry Crane – ARMG*); в – порталные контейнеровозы

Тележки *AGV* на контейнерных терминалах используются для быстрой и экономичной транспортировки контейнеров между причалом и контейнерной площадкой. Двигаются благодаря встроенной бортовой навигационной системе по так называемым транспондерам или электромагнитным маркерам, вмонтированным в асфальт по всему периметру терминала.

В движение *AGV* приводятся с помощью дизель-электрического двигателя. Точный контроль движения и местонахождения осуществляется с помощью управляющего и навигационного программного обеспечения. Заправка некоторых моделей тележек топливом может реализовываться автоматически. В настоящее время возможно применения опыта в автоматизации перемещения беспилотных транспортных средств для *AGV*.

Автоматизированные козловые краны на рельсовом ходу или *ARMG* обеспечивают автоматическое перемещение и штабелирование контейнеров. Специальная система позиционирования позволяет распознавать четыре угла контейнера, а при перемещении контейнера краном система подвижных зеркал и лазерных лучей выполняет объемное сканирование пространства и позволяет избежать столкновений.

Команды о месте перемещения контейнера автоматизированные краны получают от системы управления контейнерным терминалом или от опера-

тора. Таким образом, последовательность работ с контейнерами может определяться для каждого крана как оператором, так и системой управления терминалом [12].

Автоконтейнеровоз содержит высокий портал, который размещается на двух параллельно установленных шасси с ходовыми колесами. На поперечных балках портала крепится канатный привод механизма подъема рамы и автоматического захвата.

Принцип работы: автоконтейнеровоз совершает наезд на контейнер; затем, опуская подъемную раму, спереди захватывает контейнер за угловые фитинги и транспортирует его к месту складирования.

Штабель по высоте может быть сформирован из трех контейнеров. Автоконтейнеровоз может осуществлять эффективную обработку контейнеров путем подъема «*twinn*» (два контейнера вдоль) и «*tandem*» (два контейнера рядом).

Управление автоматическими автоконтейнеровозами осуществляется с использованием сети встроенных под поверхность терминала магнитных датчиков или оператором из кабины автоконтейнеровоза.

Первый в мире экологически чистый, безопасный и высокоэффективный полностью автоматизированный контейнерный терминал *Euromax* был введен в эксплуатацию в 2006 году в Нидерландах.

В Циндао в 2017 году запустили крупнейший автоматизированный контейнерный терминал в Китае.

На крытых складах для перемещения и перегрузки тарно-упаковочных и штучных грузов используются следующие технические средства:

- автоматически управляемые тележки (далее – *AGV*);
- робокары (роботкары) (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Роботкар

Робокар (роботкар) – это автоматизированный электрический погрузчик, который обеспечивает операции по перемещению грузов без участия водителя. Управление реализуется системой лазерной навигации по заранее запрограммированным маршрутам или задаваемым дистанционно [14].

AGV для крытых складов представляют собой транспортер с электроприводом, предназначенный для перемещения грузов, а также для погрузки/разгрузки без участия человека. За процесс движения отвечает блок управления с программируемым контроллером. Движение тележки может осуществляться по запрограммированному маршруту или согласно командам управляющей системы.

Автоматически управляемые тележки распознают груз с помощью камеры и инфракрасных маркеров, которые оценивают расстояние до груза и его расположение.

Основные методы навигации автоматических тележек.

1 Навигация по встроенным в пол проводам, при этом провода становятся источником энергии для движения *AGV*. Преимуществом метода является отсутствие необходимости в зарядке, а недостатком – отсутствие мобильности при перестройке линии.

2 Навигация по магнитной ленте предполагает, что на поверхность пола наклеивается магнитная лента (не препятствующая проезду транспорта) и движение осуществляется по ней. Это наиболее востребованный и дешевый метод. Преимуществом метода является возможность создания развилок, остановок и поворотов, а недостатком – истираемость ленты в условиях длительной эксплуатации транспорта.

3 Инерциальная навигация работает без меток и внешних ориентиров. Особенность этого решения – накопление ошибки инерциальными системами.

4 Лазерная навигация. В помещении заранее устанавливаются метки, с помощью лазерной навигации местоположение *AGV* определяется методом триангуляции по ним (ориентирование на три точки и измерение расстояния между ними) [13].

2.2.2 Системы автоматизации технологии хранения и размещения товаров на складе. Робототехника

Автоматизация технологии хранения товаров на складе направлена на решение задачи размещения товаров на местах хранения, позволяющее значительно ускорить операции формирования партий грузов для отправки и обеспечить их сохранность, и задачи идентификации товаров и места их хранения, позволяющие вести учет в режиме реального времени. Указанные задачи представлены системами хранения и позиционирования.

Система позиционирования товаров на складе обеспечивается адресным хранением с помощью следующих вариантов:

- нумерации мест хранения, достигаемой за счет привязки в базе данных номера ячейки к номеру товара. Пример такой технологии организации хранения представлен в крупных книжных магазинах, которые имеют базу данных с возможностью поиска покупателями информации о местоположении и количестве каждой книги по номеру отдела, стеллажа, полки и т. д.

- применение на контейнерах для хранения товаров ярлыков с кодом, который считывается оптическим устройством;

- координатное позиционирование контейнеров – в системе вводятся координаты размещения конкретного контейнера;

– применение электронных датчиков, которые срабатывают в ячейке стеллажа при помещении в нее контейнера с товаром.

Система хранения товаров на складе может включать системы распределения, комплектации и консолидации товаров.

Системы распределения грузов по складу состоят из устройств:

– депаллетизации и расформирования паллет, позволяют разрезать и снимать пленки, покоробочно и послойно разбирать паллеты;

– сортировки и транспортировки (конвейерные линии, позволяющие транспортировать товары в зону хранения). Используя конвейеры разного типа, например, с наклонными роликами или круговые ленточные, система сбора координирует и контролирует все потоки грузов, поступающих на основную конвейерную линию, подающую грузы на сортировку. В эту же систему входят поворотные столы, рольганги, подвесные конвейеры, подвесные монорельсовые дороги, кантователи для переворота товаров при их сортировке [11].

Системы комплектации и консолидации заказа могут быть построены по двум принципам подбора заказов: «человек к товару» или «товар к человеку».

Полуавтоматизированная система подбора заказов «человек к товару» (*Man To Goods*) представлена двумя вариантами технологии:

– *pick-to-Light*. Оператор комплектует заказ, выбирая товары из стеллажей согласно показаниям световых идентификаторов, которые указывают, из какого контейнера какую единицу товара надо взять и в каком количестве;

– *pick-by-Voice* – голосовая технология для подбора заказов. Оператор посредством телефона получает голосовые команды по комплектации заказа из информационной системы, после окончания операции с помощью головного микрофона оператор уведомляет об этом систему.

Использование технологий полуавтоматического подбора заказов позволяет достигать различной производительности в зависимости от конфигурации станции подбора.

Автоматизированные системы хранения и поиска (*Automated storage and retrieval solutions – AS/RS*) работают по принципу «товар к человеку» (*Goods To Man*). Идеально подходят для операций с высокооборотистыми складскими запасами с коротким циклом заказа. Они обеспечивают быстрый доступ как к стандартным, так и нестандартным продуктам [15].

Автоматизированные системы хранения и поиска состоят из стеллажей, подъемно-транспортных устройств (кран-штабелер), вертикальных мачт и горизонтальных направляющих, вдоль которых движется собирающий грузы челнок, систем доставки материалов для загрузки в склад и выгруженных товаров из склада. Все подъемно-транспортные устройства имеют систему питания, систему адресования и систему информационной связи.

Система питания крана-штабелера выполняется с помощью гибкого силового кабеля.

Интеллектуальное управление включает:

- расчет требуемой траектории движения;
- передвижение одновременно по вертикальной и горизонтальной оси;
- расчет скорости перемещения и длины траектории движения.

Управление краном-штабелером осуществляется с помощью промышленных контроллеров. Каждая выполняемая операция проверяется датчиками безопасности и позиционирования для обеспечения максимальной надежности работы системы.

Возможно использование следующих грузозахватных механизмов (манипуляторов):

- с боковыми захватами и выдвижной платформой;
- с выдвижными вилочными захватами для перемещения сразу нескольких единиц хранения;
- со специальными подвижными манипуляторами для глубоких стеллажей.

Управление автоматизированными складскими системами может производиться как программой в полностью автоматическом режиме, так и с помощью удаленного оператора.

Типы автоматизированных систем хранения и поиска (рисунок 2.8):

- карусельный;
- лифтовой.

а)



б)



Рисунок 2.8 – Автоматизированные системы хранения и поиска:
а – карусельного типа; *б* – лифтового типа

Лифтовая система хранения и поиска – система из параллельно расположенных стеллажей, обслуживаемых кранами-штабелерами, которая автоматически доставляет поддоны с товарами к окну доступа.

Каждая единица груза управляется контролируемым компьютером-манипулятором, который доставляет необходимый поддон к месту выгрузки и возвращает его на свободную полку.

Система хранения и поиска карусельного типа – система хранения, в которой ячейки стеллажа для хранения товара движутся по замкнутому кругу. Весь товар находится внутри большого шкафа со специальными многофункциональными полками, размеры которых подбираются под размеры хранимого груза. Эти полки перемещаются внутри шкафа по принципу элеватора с помощью электродвигателя и роликовых цепей.

Автоматизированные складские системы особенно эффективны при стандартных размерах тары и небольшом ассортименте товаров, поэтому в розничной торговле они применяются довольно редко. Поэтому целесообразность использования *AS/RS* нужно оценивать в каждом случае отдельно [16].

Применение роботов на крупных складах является необходимой мерой, потому как существует ряд функций, которые человек не способен выполнять с одинаково высокой регулярностью и эффективностью:

- перемещение тяжелых грузов;
- сортировка и погрузка груза в транспортные средства;
- проведение инвентаризации склада без остановки его работы;
- упаковка товаров.

Роботы-беспилотники могут использоваться для инвентаризации склада с высокими стеллажами: дроны при движении по проходам по заранее запрограммированной траектории сканируют штрихкоды и выявляют нарушения в хранении товара.

Промышленные роботы для отбора и упаковки товаров на складе включают роботы-паллетайзеры, роботы-сортировщики, роботы-подборщики, роботы-грузчики.

Роботы-паллетайзеры представляют собой промышленные манипуляторы, предназначенные для автоматического захвата и укладки товара на паллеты. Роботы-сортировщики применяются при упаковке товаров, с помощью их точного распознавания по трехмерным изображениям из базы данных.

Роботы-подборщики на основе искусственного интеллекта способны снять предмет, положить его в специальный контейнер и доставить в необходимое место, так же выполнить ту же операцию в обратном порядке: взять, подвезти и поместить на нужную полку.

Экзоскелеты, известные также как роботы-помощники или внешние скелеты, – это электромеханические поддерживающие устройства, которые надеваются на тело человека. Роботы-помощники применяются при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, когда сотрудникам необходимо поднимать и перемещать тяжелые грузы.

Процесс автоматизации складских операций принято рассматривать с двух сторон. Использование промышленных роботов в производстве может значительно повысить эффективность работы, но при этом уменьшается роль человека в управлении роботами и происходит сокращение числа рабочих мест.

В заключении можно сделать вывод, что робототехника становится неотъемлемой частью производственного процесса, ускоряя и упрощая его. Она имеет перспективы развития во многих отраслях и в ближайшем времени роботы станут незаменимы на любом складе. Однако необходимо учитывать отрицательные последствия этого явления [25, 26].

2.3 Интегрирующая система управления складом

Автоматизация отдельных физических операций на складе, реализуемая с помощью рассмотренных в п. 2.2 технических средств, является недостаточной для оптимального использования ресурсов склада и повышения эффективности технологических процессов без системного управления. Согласно рисунку 2.6 функции по оптимизации использования ресурсов склада для реализации технологических операций может выполнять АРМЫ операторов, или системы управления складом, или *WMS*. В условиях роста числа складских терминалов применение *WMS*-систем становится актуальным для обеспечения их конкурентоспособности за счет ускорения обработки материальных потоков на складе, снижения издержек хранения и повышения качества терминальных услуг.

WMS (Warehouse Management System) – аппаратно-программный комплекс, позволяющий планировать операции размещения и перемещения грузов на складе в режиме реального времени с оптимизацией управления ресурсами склада [1].

Система позволяет при организации работы склада с помощью задаваемых в системе правил, ограничений, приоритетов ответить на вопросы: что? кому? когда? в какой последовательности делать?

Например, есть три автопогрузчика, одновременно приезжает два автомобиля, которые необходимо выгрузить. Задача системы выяснить, сколько погрузчиков можно отправить на разгрузку автомобилей, в какой последовательности разместить на складе выгруженную продукцию, выбрать место хранения продукции. Для этого нужно задавать ограничения, правила и приоритеты. Очевидно, что на любом складе в зависимости от сложившейся практики работы и опыта персонала все перечисленные процессы будут в той или иной мере оптимизированы. Но если есть возможность автоматизации принятия решения на основе специфики технологии работы, то можно сэкономить время при введении в эксплуатацию нового склада, а также улучшить уже существующую технологию.

WMS-система обеспечивает выполнение следующих функций:

- планирование работы склада – создание графиков работы склада на определенный период планирования и отслеживание выполнения графиков;
- управление производственными мощностями и трудовыми ресурсами склада – оптимизация маршрутов движения погрузочно-транспортного оборудования и формирование заданий с учетом оптимальной загрузки техники и персонала;

- биллинг – автоматизированный расчет стоимости хранения, основанный на текущем учете загрузки ячеек;
- динамическое адресное размещение товаров – в размещении товара на местах, наиболее подходящих для данного товара в данный момент времени в зависимости от изменения ряда показателей, в том числе интенсивности отгрузок, удобства расположения, сроков хранения, весогабаритных характеристик товара и других признаков;
- формирование отчетности [1].

В зависимости от объекта управления системы управления складом можно разделить на три вида:

- система управления складом (*WMS*);
- система управления терминалом (*TOS – Terminal Operating System*);
- система управления контейнерным терминалом (*CMS – Container Management System*) [6].

Так как *WMS*-системы представляют собой программно-аппаратный комплекс, их структуру следует рассмотреть с точки зрения обеспечивающей части и применяемых технических средств.

Обеспечивающая часть систем управления складом состоит:

- из программных средств управления складскими функциями, а именно средств для обмена информацией о заданиях и их выполнении с персоналом, складским транспортом и погрузочно-разгрузочными механизмами;
- инструментов аналитического характера, то есть встроенных алгоритмов с применением определенных математических методик для анализа текущей ситуации и принятия оперативных решений;
- программных средств экономического и маркетингового анализа, применяемых методик расчета показателей работы склада.
- средства автоматизации документооборота.

Основными компонентами *WMS* являются:

- клиентская часть, представляющая собой радиотерминалы или мобильные АРМы участников рабочего процесса для сбора первичной информации и получения управляющих команд;
- стационарные АРМы операторов для мониторинга и управления потоками;
- сервер приложений, осуществляющий инициированную пользователем обработку данных и возвращающий обработанные данные в БД, иногда может быть объединен на уровне используемой платформы с сервером управления базами данных;
- сервер управления базой данных [30].

При этом автоматизация склада объединяет системы управления складом, технологию штрихкодирования, радиотерминалы, сканеры, складское и транспортно-погрузочное оборудование, производственные процедуры и персонал в единый рабочий комплекс, который должен эффективно взаимодей-

ствовать со всеми другими бизнес-процессами в пределах единого логистического цикла. Система управления складом – основа данного комплекса.

Возможна настройка внешнего взаимодействия WMS-системы с системой управления предприятием (например, для оптимального распределения системой управления предприятием товаров между складами, для осуществления управления запасами), а также с системой управления цепями поставок для формирования цепей поставок товаров, для которых склад является лишь промежуточным звеном формирования добавочной стоимости.

Классификация WMS-систем в зависимости от сложности разработки и внедрения представлена в таблице 2.1 [6].

Таблица 2.1 – Классификация WMS-систем в зависимости от сложности разработки и внедрения

| Тип систем | Сфера применения | Площадь и особенности склада | Стоимость | Количество пользователей | Сроки разработки и внедрения |
|--------------|---|---|---|--------------------------|------------------------------|
| Коробочные | Для небольших и средних компаний со стандартными складскими операциями. Оптовых коммерческих складов с типовыми технологическими процессами и простой топологией склада | Склады 1000–10000 м ² с большой номенклатурой, но невысоким товарооборотом | «Легких» 5–10 тыс. дол. «Средних» 20–25 тыс. дол. (max 50 тыс. дол.). Стоимость внедрения 40–180 тыс. дол. | 10–25 | 2,5–6 мес. |
| Заказные | Для крупных складских комплексов со сложными (нестандартными) технологиями хранения и грузообработки | Складские комплексы со сложной иерархией разнообразных операций | От 1 млн дол. | Более 50 | 1–2 года |
| Адаптируемые | Для крупных и средних компаний со сложными технологиями на основе стандартных складских операций | Склады от 5000 м ² | Базовое решение 40–50 тыс. дол. Дополнительные модули и рабочие места – от 70 до 100 тыс. дол. Проект внедрения от 200 до 400 тыс. дол. | От 10–15 | 4–10 мес. |

Коробочные системы полностью готовы к установке без изменения под бизнес-процессы предприятия.

Главная задача заказного решения состоит в том, чтобы учесть все сложившиеся особенности бизнес-процессов конкретной компании. Такие системы создаются на основе коробочных решений, но при этом в программный код вносятся значительные изменения и часто создается новая функциональность.

Построение адаптируемых систем основано на существовании центрального модуля, автоматизирующего основные функции системы управления складом и дополнительных модулей для реализации функций, специфичных для склада.

При внедрении WMS-системы территория склада разбивается на зоны по видам технологических операций в целях автоматизации процедур: приёма, размещения, хранения, обработки и отгрузки товаров, что позволяет упорядочивать работу персонала на различных участках и эффективно распределять сферы ответственности.

На стадии внедрения в систему заносится описание физических характеристик склада, погрузочной техники, параметры всего используемого оборудования и правила работы с ним.

От того, насколько подробно описаны все технические средства и ресурсы, которые используются при реализации технологических процессов, зависит успешность управления ими. Все перечисленные параметры задаются еще на стадии разработки и внедрения системы управления складом.

Типовая технология работы склада с использованием системы управления складом включает следующие операции.

1 По прибытию груза на склад осуществляется автоматическая идентификация товаров с использованием технологии радиочастотной идентификации (*RFID*) для считывания кодов *RF*-меток или технологии штрихкодирования.

2 Информация о товаре (назначение, свойства товара, предполагаемый срок хранения и т. д.) используется WMS-системой для выбора места хранения груза, учитывая при этом заданные правила размещения (специфические требования к хранению товара, архитектуру склада, параметры мест хранения и т. д.).

Примеры правил размещения: на одном месте хранения нельзя хранить разные виды товара; товар определенного вида должен храниться только в определенной зоне склада; нельзя размещать рядом продовольственные товары и бытовую химию; товар определенной группы можно размещать не выше второго яруса.

3 Выбор места хранения WMS-система выдает в виде адреса. Информация передается на ТСД оператору или автоматизированному транспортному средству.

4 Применяется алгоритм WMS-системы по оптимизации внутренних перемещений по складу:

- устанавливается объем работ по перемещению и их характеристика (затраты времени, сложность, срочность);
- соотносятся объемы работ и имеющиеся транспортные средства (персонал);
- планы по перемещению доводятся до исполнителей;
- исполнители передают сигнал о выполнении работы (обратная связь).

5 Отбор и комплектация заказа в системе *WMS* осуществляется с формированием оптимального порядка с минимальным числом перемещений по складу.

Аналогично механизму правил размещения, система поддерживает возможность задания правил отбора – задаваемых пользователем условий, определяющих партии и/или места хранения, из которых должен производиться отбор товара. При этом учитываются затраты на хранение каждого груза.

В качестве примеров правил отбора можно привести: отгрузку определенных групп товаров, имеющих ограничения по сроку годности, по методу *FIFO*; отгрузку товара только из зоны отбора; отгрузку товара только из ячеек с определенным статусом.

6 После разработки оптимального алгоритма перемещения товаров для комплектации аналогично размещению задания передаются исполнителям: транспортным и погрузочно-разгрузочным устройствам [20].

Применение *WMS*-систем позволяет сократить издержки компании и улучшить качество клиентского сервиса за счет:

- оптимизации использования ресурсов склада (оптимизации использования складских площадей и увеличения пропускной способности склада);
- размещения груза в наиболее подходящем месте, снижая риски его порчи, потери и затрат на его подбор;
- эффективного управления товаром, имеющим ограниченные сроки годности;
- повышения эффективности работы персонала: увеличение производительности труда;
- увеличения точности подбора и комплектации заказов;
- сокращения времени комплектации и сортировки товара на складе;
- увеличения точности выполнения заказов.

Особенностями развития *WMS*-систем в Республике Беларусь являются их приобретение и установка в качестве модуля *ERP*-систем, например, 1С Предприятие, Галактика, *SAP* и др.

2.4 Системы управления базами данных как элемент прикладных информационных систем в логистике

Базы данных являются неотъемлемой частью любой прикладной информационной системы, применяемой в логистике. Именно в базах данных накапливается и структурируется информация для работы одной или не-

скольких информационных систем. В настоящее время наибольшую полезность для работы с информацией показали два принципа:

1) интеграции данных: однократный ввод и многократное использование информации, централизованное ее хранение, организация по определенной структуре, которая является наиболее удобной для записи, хранения и извлечения информации;

2) независимости прикладных программ от данных, то есть отделение модели данных от средств управления ими. Другими словами, база данных существует независимо от типов информационных систем, которые работают на ее основе [21].

База данных – набор сведений, хранящихся некоторым упорядоченным способом, систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью компьютера [22].

База данных создается, как правило, с определенной целью для обеспечения потребностей информационной системы, пользователя в информации.

Фиксированная и строго оговоренная структура хранения данных и их типизация отличает базу данных от текстовых и табличных процессоров. Выделение базы данных как особой части программного обеспечения выполняет следующие цели:

- эффективная структуризация информации;
- сведение к минимуму повторяющихся данных;
- обеспечение быстрого доступа к информации;
- удобство внесения новой информации в базу;
- обеспечение целостности данных;
- предотвращение несанкционированного доступа к информации;
- облегчение автоматизации обработки данных и ведения отчетности [21].

Для функционирования информационной системы необходимо наличие специальных средств для взаимодействия ее с базой данных: единая управляющая программа для манипулирования данными – система управления базой данных (далее – СУБД) [23].

Основная функция СУБД – это предоставление пользователю БД возможности работы с ней, не вникая в детали на уровне аппаратного обеспечения. Все запросы пользователя к БД, добавление и удаление данных, выборки, обновление данных обеспечивает СУБД.

Современная СУБД содержит программные средства для создания баз данных, средства работы с данными и сервисные средства.

С помощью средств создания БД проектировщик переводит логическую модель данных в установленную структуру. Структура данных определяет модель данных или языком описания данных.

Для каждой модели данных есть набор правил работы с данными: порядок формирования запросов, порядок создания новой записи и т. д. Для установления правил работы с данными используется язык манипуляции

данными, который позволяет запрограммировать эти правила работы с данными: для заполнения БД данными и операций обновления (запись, удаление, модификация).

Язык запросов – язык поиска наборов величин в файле в соответствии с заданной совокупностью критериев поиска и выдачи затребованных данных без изменения содержимого файлов и БД (язык преобразования критериев в систему команд).

Средства работы с данными предназначены для пользователей базы данных. Они позволяют установить удобный интерфейс взаимодействия, а также ограничения по доступу конкретного пользователя к информации.

Сервисные средства позволяют использовать другие системы и информацию из них для работы с БД. Например, получение данных для БД из табличного процессора или с системы бесконтактной идентификации [24].

Основным признаком классификации СУБД является используемая модель данных, которая определяет структуру хранения информации, правила и порядок формирования запросов. Классификация СУБД по модели данных:

- иерархическая;
- сетевая;
- реляционная;
- объектно-ориентированная;
- объектно-реляционная;
- многомерная.

Иерархическая модель данных использует древовидную (иерархической) структуру, состоящую из объектов (данных) различных уровней. Ее особенность в том, что каждый узел на более низком уровне имеет связь только с одним узлом на более высоком уровне, такая связь называется «один ко многим». Примером использования иерархической модели данных является код вагона, в котором обозначение характеристики вагона каждой последующей цифрой зависит от значения предыдущей.

Базы данных иерархической модели появились одними из самых первых, но в настоящее время не востребованы.

Сетевая модель данных – логическая модель данных, являющаяся расширением иерархического подхода. Отличием от иерархической модели является наличие связи «многие ко многим»: в иерархических структурах запись-потомок должна иметь в точности одного предка, а в сетевой структуре данных у потомка может иметься любое число предков. Например, один преподаватель может работать со многими группами, а одна группа может учиться у многих преподавателей.

Недостатком сетевой модели данных являются высокая сложность и жесткость схемы БД, построенной на ее основе. Поскольку логика процедуры выборки данных зависит от физической организации этих данных, то эта модель не является полностью независимой от приложения. Другими сло-

вами, если необходимо изменить структуру данных, то нужно изменить и приложение. Последние СУБД, работающие на основе такой модели данных, разрабатывались в 70-е гг. XX в.

В **реляционной модели данных** информация представлена в виде простых таблиц, разбитых на строки и столбцы, на пересечении которых расположены данные. Пример структурирования информации по реляционной модели данных представлен на рисунке 2.9. Таблицы в реляционных базах данных обладают рядом свойств:

- в таблице не может быть двух одинаковых строк;
- у каждого столбца есть уникальное имя (в пределах таблицы), и все значения в одном столбце имеют один тип (число, текст, дата);
- на пересечении каждого столбца и строки может находиться только атомарное значение (одно значение, не состоящее из группы значений).

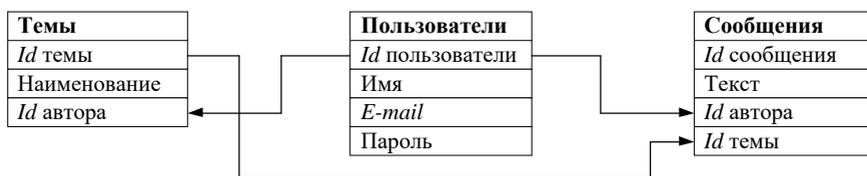


Рисунок 2.9 – Пример представления данных с помощью реляционной модели

Для того чтобы в пределах таблицы не было одинаковых строк, ее разделяют на несколько таблиц и связывают их через ключи – поля, значения которых одинаковы для всех таблиц, то есть тип данных и наполнение не меняется. Логика применения правил создания реляционной модели данных хорошо представлена в примере [25].

Достоинство реляционной модели данных заключается в простоте, понятности и удобстве физической реализации на компьютере, что и стало основной причиной их широкого использования. Такие СУБД используются с 70-х гг. XX в. по настоящее время. Большая часть прикладных информационных систем в логистике работает на основе реляционных баз данных: *Oracle Database, IBM DB2, Microsoft SQL Server, Pervasive SQL Server*.

Основными недостатками реляционной модели являются отсутствие стандартных средств идентификации отдельных записей и сложность описания иерархических и сетевых связей.

Дальнейшее развитие СУБД обусловило рост объемов данных в сети Интернет, как следствие, появилась необходимость в модели данных, позволяющей с высокой скоростью обрабатывать большие массивы информации.

Объектно-ориентированные модели данных представляют данные как абстрактные объекты, наделённые свойствами и использующие методы взаимодействия с другими объектами окружающего мира.

Пример представления данных с помощью объектно-ориентированной модели представлен на рисунке 2.10.

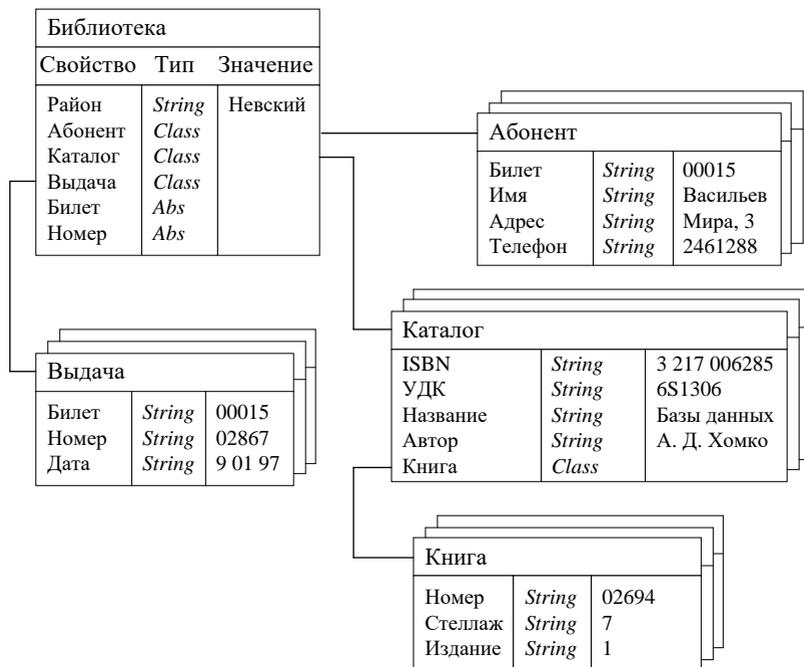


Рисунок 2.10 – Пример представления данных с помощью объектно-ориентированной модели

Для выполнения действий над данными в рассматриваемой модели БД применяются логические операции, усиленные объектно-ориентированными механизмами инкапсуляции, наследования и полиморфизма.

На рисунке 2.10 объект Библиотека является родителем для объектов-экземпляров классов Каталог, Абонент и Выдача. У разных объектов типа Книга может быть один или разные родители. У объектов типа Книга, которые имеют одного и того же родителя, должны быть по крайней мере разные инвентарные номера (уникальные для каждого экземпляра книги), но одинаковые значения свойств Автор, Название, УДК и ISBN.

Инкапсуляция ограничивает область видимости имени свойства пределами того объекта, в котором оно определено. Например, если в объект типа Каталог добавить свойство, задающее телефон автора книги и имеющее название Телефон, при этом у объекта Абонент свойство под названием Телефон по-прежнему будет означать номер телефона абонента.

Наследование, наоборот, распространяет область видимости свойства на всех потомков объекта. Так, всем объектам типа Книга, являющимся потомками объекта типа Каталог, можно приписать свойства объекта-родителя: ISBN, УДК, Название и Автор.

Полиморфизм в объектно-ориентированных языках программирования означает способность одного и того же программного кода работать с разнотипными данными. Другими словами, он означает допустимость в объектах разных типов иметь методы (процедуры или функции) с одинаковыми именами.

Поиск в объектно-ориентированных базах данных состоит в выяснении сходства между объектом, задаваемым пользователем, и объектами, хранящимися в БД.

Основным достоинством объектно-ориентированной модели данных в сравнении с реляционной является возможность отображения сложных взаимосвязей объектов, то есть в отличие от реляционной модели данных отсутствует жесткие взаимосвязи через ключевые поля. Объектно-ориентированная модель данных позволяет идентифицировать отдельную запись базы данных и определять функции их обработки.

Основными недостатками объектно-ориентированной модели данных являются высокая понятийная сложность, неудобство обработки данных и низкая скорость выполнения запросов.

Объектно-ориентированные базы данных постепенно развиваются и начинают использоваться в логистике, однако на настоящий момент в большинстве прикладных систем используются реляционные базы данных. Для выполнения целей анализа большого количества данных, формирования сложной аналитики реляционная база данных преобразуется в другие виды данных: объектно-реляционную, постреляционную, многомерную.

Объектно-реляционная СУБД – реляционная СУБД, поддерживающая некоторые технологии, реализующие объектно-ориентированный подход: объекты, классы и наследование реализованы в структуре баз данных и языке запросов.

Постреляционная модель данных допускает многозначные поля, значения которых состоят из подзначений. Набор значений многозначных полей считается самостоятельной таблицей, встроенной в основную таблицу.

Многомерность модели данных означает не многомерность визуализации цифровых данных, а многомерное логическое представление структуры информации в виде многомерного куба и в операциях манипулирования данными. Основным достоинством такой модели данных является удобство и эффективность аналитической обработки больших объемов данных, связанных со временем. Поэтому многомерная модель данных используется в системах аналитики данных и поддержки принятия управленческих решений.

Недостатком многомерной модели данных является ее громоздкость для простейших задач обычной оперативной обработки информации. По сравнению с реляционной моделью многомерная организация данных обладает более высокой наглядностью и информативностью.

Более подробно с новыми видами баз данных можно ознакомиться в [26].

2.5 Корпоративные информационные системы управления предприятием

2.5.1 Стандарты информационных систем управления предприятием по видам управляемых ресурсов

Корпоративные системы управления представляют собой комплекс информационных технологий, направленных на системную оптимизацию бизнес-процессов предприятия. В основе корпоративной информационной системы лежит определенная стратегия управления предприятием или стандарт.

Целью данного пункта является изучение эволюции стандартов управления предприятием по видам управляемых ресурсов от простых учетных систем к современным корпоративным информационным системам, представленным стандартом *ERP* [27].

В 60-х гг. XX в. в послевоенное время наблюдался активный рост массового производства товаров в США, тогда появилась необходимость в первой системе управления ресурсами. Например, при реализации проекта «Боинг-747» требовалось сотни тысяч документов и деталей. Поэтому при формировании первых систем составлялись спецификации на изделие с целью расчета потребности в материалах. Первой реализацией возможностей использования средств вычислительной техники стало формирование систем обработки состава (спецификации) изделия или *BOMP (Bill of Material Processing)* [5].

Параллельно с автоматизацией составления спецификаций на изделия в 60 гг. XX в. появился первый стандарт управления ресурсами предприятия – управление календарным планированием, или *Master Planning Scheduling* (далее – *MPS*). Стандарт *MPS* предназначен для составления плана производства или закупок для торгового предприятия на основании планируемого спроса по календарным периодам. При этом в функции стандарта *MPS* не входило планирование поставок сырья и комплектующих производства, поэтому стандарт полностью подходил для узкономенклатурного простого производства и оптовых продаж. Таким образом, **стандарт *MPS* предполагает планирование производства и закупок** [20, 27].

Естественным развитием стандарта *MPS* стало появление стандарта *Material Requirement Planning* (далее – *MRP*) – планирование потребностей в материалах с возможностью планирования запасов на складах и учетом продолжительности выполнения операций. В результате получается план закупок и план производства, а также возможность исправления планов при изменении спроса.

Стандарт разрабатывался преимущественно для предприятий-производителей с длительным циклом изготовления, широкой номенклатурой продукции и сложным составом изделий [20].

Алгоритм функционирования – определение количества и времени, необходимого для производства конечной продукции, далее формирование производственной программы, определение времени и необходимого количества материальных ресурсов для выполнения производственного расписания и составление плана закупок с поддержанием низкого уровня запасов.

Цель *MPR*-систем состоит в удовлетворении потребностей в материалах, компонентах и комплектующих для планирования производства и доставки потребителю, при этом важным является поддержание низких уровней запасов материальных ресурсов и готовой продукции [1].

Таким образом, стандарт ***MRP* = *MPS* + планирование поставок сырья и комплектующих + учет сроков поставок.**

К основным недостаткам стандарта можно отнести возрастание издержек из-за стремления поддерживать запасы на низком уровне, значительный объем вычислений.

С целью повышения эффективности планирования в конце 1970-х гг. была реализована идея учета помимо планирования потребностей в ресурсах, еще и планирования производственных мощностей, а именно *Capacity Requirement Planning* (далее – *CRP*), а также учет результатов деятельности на всех этапах поставки и производства материальных ресурсов. Таким образом, появился новый стандарт – планирование производственных ресурсов, или *Manufacturing Resource Planning* (далее – *MRP II*) : $MRP II = MRP + CRP$.

Алгоритм функционирования *MRP II*-систем:

- прогнозирование спроса;
- оценка и прогнозирование производственных мощностей;
- разработка расписания производства с учетом минимизации загрузки производственных ресурсов;
- планирование потребностей в материалах;
- управление заказами по приоритетности;
- управление запасами.

Таким образом, окончательный расчет включал временную последовательность операций закупки и производства с учетом приоритетов заказов и мощностей производства [1].

С середины 80-х гг. XX в. стали развиваться системы класса *Enterprise Requirement Planning* (далее – *ERP*), или системы планирования ресурсов предприятия, охватывающие финансовую, хозяйственную, производственную и прочие деятельности компании, включая управление персоналом, финансовый менеджмент и управление активами, ориентированные на непрерывную оптимизацию ресурсов предприятия.

Стандарт *ERP* представляет собой корпоративную информационную систему предприятия и включает в себя следующие стандарты $ERP = MRP II + FRP$ (*Finance Requirement Planning*) + *HRP* (*Human resource planning*).

В основе систем *ERP* лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего всю корпоративную информацию: плановую, финансовую, производственную, данные по персоналу. Такая система организации обеспечивает одновременный доступ к информации всех сотрудников предприятия, консолидируя управленческие функции различных служб предприятия, позволяет управлять им в целом, планируя все составляющие производственно-хозяйственной деятельности.

Результаты применения *ERP*-систем: сокращение сроков выпуска продукции; снижение уровня запасов; снижение логистических издержек; оптимизация финансов.

С появлением сети Интернет новым этапом в развитии КИС стало появление систем, ориентированных на потребителя, в которых управление ресурсами осуществляется на основе действительных покупательских заказов, а не на прогнозах. Стандарт получил название «планирование ресурсов предприятия», ориентированное на потребителя, или *Customer Synchronized Resource Planning* (далее – *CSRP*): $CSRP = ERP + \text{маркетинг}$.

В отличие от стандарта *ERP* ориентирован на планирование всего жизненного цикла изделия – от его проектирования с учетом требований заказчика до гарантийного и сервисного обслуживания после продажи, а также динамичное изменение последовательности исполнения заказов в режиме реального времени.

Выгоды от применения систем *CSRP*: снижение времени поставки; повышение качества обслуживания покупателя; повышение качества товаров; снижение логистических издержек.

В начале 2000-х гг. был разработан стандарт «управление цепями поставок», или *Supply Chain Management* (далее – *SCM*), который предполагает интегрированный подход к управлению ресурсами по всей цепи поставок при превращении товара из сырья в готовое изделие и перемещении его к конечному потребителю. Подробнее рассмотрен в п. 2.7 [27].

Перечисленный перечень стандартов корпоративных информационных систем не является исчерпывающим, так как в данном пункте рассмотрены только наиболее известные стандарты управления ресурсами предприятия для понимания тенденций их развития и предпосылок появления корпоративных информационных систем. С 2000-х гг. в условиях экспоненциального развития вычислительных мощностей, распространения сети Интернет, появления большого количества разработчиков КИС на настоящий момент нет единого подхода к классификации новых стандартов и их соотношения [5].

Пример подхода к классификации стандартов КИС (автора Зайцева Е. И.) и их функционала (рисунк 2.11) [6]:

- *B2B (B2C) Business to Business (Customer)* – системы и технологии электронной коммерции (*e-commerce*);
- *MES (Manufacturing Execution System)* – система оперативного планирования и контроля за производственными процессами;
- *VET (Viewpoint Experienced Technology)* – интерактивная технология 3D-визуализации виртуальной реальности;
- *VR Virtual Enterprise (Reality)* – системы и технологии виртуальных предприятий и виртуальной реальности;
- *CALS-технологии* (англ. *Continuous Acquisition and Lifecycle Support*) – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий *APS Advanced Planning & Scheduling* – усовершенствованное (точное) планирование при ограниченных ресурсах;
- *EDI Electronic data interchange* – электронный обмен данными;
- *M2M Mobile to Mobile* – системы мобильного взаимодействия и коммерции;
- *Business intelligence (BI)* – обозначение компьютерных методов и инструментов для организаций, обеспечивающих перевод транзакционной деловой информации в человекочитаемую форму, пригодную для бизнес-анализа.

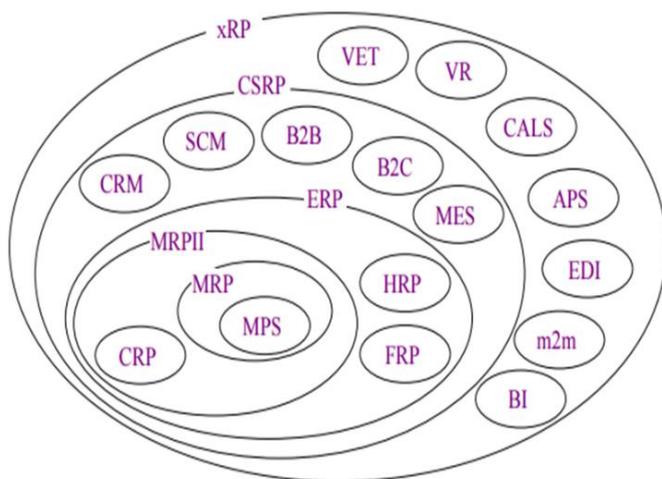


Рисунок 2.11 – Эволюция систем автоматизации управления ресурсами

В настоящее время осуществляется интеграция КИС с элементами электронной коммерции и приложениями, работа которых основана на интеллектуальном анализе данных и методиках искусственного интеллекта.

2.5.2 Структура и функционал корпоративных информационных *ERP*-систем

Стандарт *ERP*-систем стал началом формирования корпоративных информационных систем.

Корпоративная информационная система – это открытая интегрированная автоматизированная система реального времени по автоматизации бизнес-процессов компании всех уровней, в том числе и бизнес-процессов принятия управленческих решений.

Основа структуры построения КИС – интегрированная информационная среда, позволяющая осуществлять однократный ввод информации и ее многократное использование, а также обуславливает обязательное наличие в составе КИС единой БД.

Также отличием КИС от других информационных систем является ориентирование на эффективное управление конкретным объектом, а не отдельными процессами или подсистемами. Согласно теории систем, если система состоит из подсистем, то совокупный эффект функционирования системы не равен сумме эффектов отдельных систем.

Интегрированная информационная среда представляет собой единое информационное пространство с совокупностью баз и банков данных, технологий их ведения и использованием, информационно-коммуникационных систем и сетей, функционирующих на единых принципах и по общим правилам. Такое пространство обеспечивает защищенное информационное взаимодействие всех участников, а также удовлетворяет их информационные потребности в соответствии с иерархией обязанностей и уровнем доступа к данным. Интегрированная информационная среда рассматривается как комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих информационных подсистем (рисунок 2.12) [5].

Таким образом, *ERP*-система – это набор интегрированных приложений, позволяющих создать интегрированную информационную среду для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-операций предприятия.

Структура *ERP*-систем строится по модульному принципу и охватывает все ключевые процессы деятельности компании. Существует набор базовых функциональных модулей, представляющих собой стандарт *ERP*, а также ряд дополнительных модулей, которые появились с развитием *ERP*-систем и не являются базовыми для *ERP*-стратегии управления предприятием. Базовые модули *ERP*-системы:

- управление финансами и бухгалтерский учет;
- управленческий учет (составление бюджета, калькуляция, управление затратами, калькуляция затрат по видам деятельности);
- управление персоналом;
- управление производственными ресурсами;
- управление заказами (снабжением или сбытом);
- управление складом.

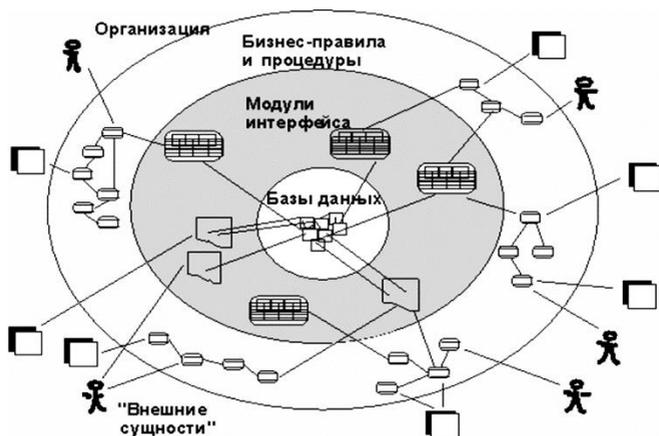


Рисунок 2.12 – Концептуальная модель интегрированной информационной среды

К дополнительным можно отнести управление цепями поставок, управление проектами, управление взаимоотношениями с клиентами и т. д.

Системы ERP классифицируются аналогично системам управления складом по сложности внедрения на коробочные, заказные и конфигурируемые.

Коробочные системы являются готовым типовым решением для предприятий конкретной отрасли. Преимуществами внедрения такой ERP-системы является использование мирового опыта и достаточная апробированность системы, а также организационная стандартизация. К недостаткам можно отнести наличие рисков того, что система не подойдет для существующих бизнес-процессов предприятия.

Заказные системы предполагают разработку под бизнес-процессы предприятия. К преимуществам можно отнести полное удовлетворение требований заказчика к функциональности, интерфейсам, платформам, отсутствие избыточности (нет лишних функций). Главными недостатками при внедрении таких систем являются высокая стоимость и длительность внедрения.

Конфигурируемые системы позволяют осуществлять настройку под бизнес-процессы предприятия при наличии квалифицированного специалиста по настройке систем, а также последовательное внедрение модулей системы по мере необходимости или внедрение отдельных модулей, например, только бухгалтерский учет или управление персоналом.

Классификация ERP-систем по характеристикам и компонентам представлена в таблице 2.2.

Модульность структуры ERP-систем предопределила основную тенденцию политики разработчиков: предложить как можно больше функций и возможностей для управления предприятием в своих программных продуктах, которые значительно расширяют функционал первоначального стан-

дарт *ERP*. При этом конкретная функциональность у одинакового модуля может различаться от разработчика к разработчику, что следует обязательно учитывать при выборе поставщика услуг [1, 5, 20].

Таблица 2.2 – Классификация *ERP*-систем по различным признакам

| Характеристика | Варианты характеристики |
|---|--|
| Используемая платформа – базовая среда для работы модулей и компонентов | – <i>Xafari</i> – <i>Atlantis</i> – <i>Java</i> |
| Используемая СУБД | По модели данных: – реляционная – объектно-ориентированная. Примеры: <i>Microsoft SQL Server, Oracle, Pervasive SQL</i> |
| Поддерживаемые операционные системы | – <i>Windows</i> – <i>Lynex</i> |
| Способ хранения информации | На сервере. На облаке |
| Масштабируемость | Возможность изменения количества пользователей. Невозможность изменения количества пользователей |

Платформа для разработки *ERP*-систем включает в себя программную среду и совокупность справочников и функций. Параметры *ERP*-систем, такие как используемые платформы и СУБД определяют возможность интеграции их с другими системами.

К дополнительным характеристикам *ERP*-систем, значительно влияющим на конкурентоспособность конкретного программного продукта, относятся:

- возможность применения на мобильных устройствах;
- стоимость и доступность обучающих программ;
- качество работ по установке и настройке, консалтингу (анализ бизнес-процессов для выбора и настройки функционала);
- возможность обеспечения обслуживания системы без участия фирмы-разработчика или качество обслуживания системы в процессе эксплуатации;
- уровень безопасности и конфиденциальности информации (применение ЭЦП, при применении облачных технологий ниже).

Среди российских компаний разработчиков наиболее известны ПАРУС, Галактика, 1С Предприятие, *Anaplan* и др.

Следует отметить высокую динамичность рынка информационных технологий, которая влияет на постоянное обновление ассортимента программных продуктов, поглощение мелких ИТ-компаний более крупными. Также в последнее время приобретают популярность онлайн-сервисы и облачные системы.

2.6 Система управления цепями поставок

Система управления цепями поставок (*SCM*-система) – прикладное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации и управления всеми этапами снабжения и сбыта предприятия и для контроля всего товародвижения: закупки сырья и материалов, производства, распространения продукции.

Возникновение теории и практики *SCM* в мире связано с прогрессом информационных технологий, который позволил перейти от управления информационным потоком одного предприятия к объединению информационных потоков сети предприятий.

Выделяют шесть основных областей, на которых сосредоточено управление цепями поставок:

- производство, а именно решение на основе изучения и прогнозирования спроса: что производить, как и в каком количестве;
- поставки и управление заказами, которые включают задачи выбора поставщиков по качеству их услуг, и обеспечение производства сырьем;
- месторасположение – принятие решений о месторасположении производственных мощностей, складов, поставщиков;
- запасы;
- транспортировка – формирование схем доставки;
- информация – обеспечение оперативного обмена данными между участками цепи поставок.

Встречаются случаи, когда работа системы управления цепями поставок направлена на решение только одной из перечисленных задач, например, управление запасами по всей цепи поставок.

В состав *SCM*-системы обычно входят две подсистемы:

- планирование цепей поставок, или *Supply Chain Planning* (далее – *SCP*), предназначенное для формирования календарных графиков, решения для совместной разработки прогнозов, проектирования сетей поставок, моделирования различных ситуаций, анализа уровня выполнения операций;

- исполнение цепей поставок, или *Supply Chain Execution* (далее – *SCE*), предназначенное для отслеживания логистических операций и контроля их выполнения в режиме реального времени [28].

В таблице 2.3 представлены задачи, решаемые подсистемами *SCM*, а также структура включаемых в них стандартов.

Некоторые аналитики выделяют еще и третью подсистему, функция которой может выполняться в рамках одной из двух перечисленных подсистем: анализ эффективности и оптимизации управления поставками, или *Chain Performance Management* (далее – *CPM*) [6].

Специализированные системы для формирования прогнозов *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* позволяют формировать ка-

лендарные графики, прогнозировать спрос и поставки продукции, синхронизировать планирование для пары «поставщик – покупатель».

Таблица 2.3 – Характеристика подсистем *SCM*

| Характеристика | <i>SCP</i> | <i>SCE</i> |
|-----------------|---|--|
| Решаемые задачи | Прогноз спроса. Управление запасами. Планирование поставок. Планирование и оптимизация использования оборудования. Планирование использования сырья и материалов. Планирование операций и продаж. Анализ выполнения поставок | Планирование маршрутов поставок, необходимых операций и ресурсов. Мониторинг операций и товарных потоков. Поддержка выполнения складских операций. Учет и оценка операций. Аналитика и реорганизация использования загрузки ресурсов |
| Структура | Расширенное планирование и формирование календарных графиков, или <i>Advanced Planning and Scheduling</i> (далее – <i>APS</i>). Стандарт совместного планирования, прогнозирования и пополнения запасов (<i>Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment</i>). Компоненты, отвечающие за моделирование и оптимизацию цепей поставок | <i>WMS</i> . Системы для управления перевозками, или <i>Transportation Management Systems</i> (далее – <i>TMS</i>). Системы для управления заказами, или <i>Order Management Systems</i> (далее – <i>OMS</i>) |

APS-системы позволяют оптимизировать план производства и график выпуска продукции на основе анализа данных с учетом технологических и ресурсных ограничений. Итогом работы системы является календарный график пополнения запасов по всем узлам цепи поставок и формирование требований на производство и транспортировку необходимой продукции. При изменении какой-либо информации *APS*-система позволяет оперативно проанализировать перемены и внести необходимые коррективы в расписание поставок и производства.

Компоненты, отвечающие за моделирование и оптимизацию цепей поставок, позволяют моделировать процессы поставок и просчитывать издержки, также осуществлять ряд симуляций с изменением входных параметров, которые помогают выбрать модель оптимизированной логистической сети [29].

В состав *SCE*-системы входит решение для прогнозирования продаж компании на текущий момент времени, решение для управления запасами и логистическое решение для менеджмента пополнения. *SCE*-системы представлены тремя видами программных продуктов: $SCE = WMS + TMS + OMS$.

Системы для управления перевозками, или *Transportation Management Systems* (далее – *TMS*), позволяют сформировать оптимальный план транспортировки товаров и материалов с учетом необходимых сроков поставок, возможных видов транспорта, графиков работы и т. д., подготовить оптимальную схему загрузки транспортных средств, отслеживать грузы, находящиеся в пути.

Системы для управления заказами, или *Order Management Systems* (далее – *OMS*), помогают покупателю сформировать заказ с учетом его индивидуальных требований, а также позволяют оценить возможность выполнения заказа и могут предложить альтернативные варианты, используя данные о наличии продукции и запланированных поступлениях. В случае производственной необходимости *OMS*-система передает информацию о заказе в *APS*-систему для оценки возможности его выполнения. После того как заказ размещен, *OMS*-система позволяет его отслеживать на всех стадиях с помощью информации, полученной из *WMS*-, *TMS*-систем [28].

В *SCE*-системы могут быть интегрированы технические средства контроля параметров товаров: спутниковые технологии мониторинга (*GPS*, ГЛОНАСС), технологии бесконтактной идентификации (штрихкоды и радиочастотная идентификация), БПЛА; технологии дополненной реальности, беспилотные транспортные средства [30].

SCM-системы могут выполняться в различных вариантах:

- как самостоятельные, тиражируемые *SCM*-системы;
- как решения, реализуемые в виде составных частей *ERP*-систем;
- как уникальные системы, создаваемые для конкретных предприятий.

Многие современные *ERP*-решения имеют встроенный модуль *SCM*. В связи с этим нередко возникают споры касательно места *SCM*-системы в информационной инфраструктуре предприятия: *SCM*-система должна интегрироваться в имеющуюся на предприятии *ERP*-систему или *SCM*-модулем, поставляемым вместе с *ERP*-решением. Первый вариант дешевле за счет отсутствия необходимости интеграции, а второй будет обладать большей функциональностью и гибкостью настройки.

Важным вопросом для внедрения *SCM*-систем является сфера их применения: многие эксперты считают, что применение таких систем эффективно для крупных компаний с разветвленной сетью дистрибуции. Однако известны случаи внедрения *SCM*-модулей даже в интернет-магазине для распределенного планирования ресурсов.

При этом действительно комплексным *SCM*-решением, реализующим как операционные, так и тактические функции по управлению цепями поставок в полном объеме, не обладает практически ни одна компания в мире, не говоря уже о российском рынке. Если рассматривать системы российского рынка информационных технологий, то часть из них:

– направлена больше на управление запасами (прогнозирование спроса, определение оптимальной партии поставки, ее периодичности и т. д., определение оптимальных уровней запаса). Пример такой системы – компания «Астор»;

– направлена на управление транспортом и заказами;

– основана на стандарте *APS* для оптимизации планирования производства и другие сочетания функций.

Зарубежные системы с каждым годом все ближе к реализации в программном обеспечении полной концепции управления цепями поставок.

Ниже представлены основные модули зарубежных *SCM*-систем.

1 Управление запасами. Программное обеспечение предоставляет инструменты для управления наличием запасов и материалов, а также их количеством.

2 Управление складом. Эта функция позволяет управлять всеми операциями на складе товаров и такими ресурсами, как место для хранения и рабочая сила.

3 Ориентирование на потребности клиента. Включает в себя наблюдение за требованиями клиентов путем мониторинга операций, связанных с прибытием сырья, обработкой доставки конечного продукта.

4 Логистика. Программное обеспечение для управления цепями поставок также создает пространство для будущего расширения бизнеса в соответствующей области, устраняя необходимость приобретения нового, что может вызвать некоторый простой.

5 Управление возвратами. Контролирует любой возврат поврежденных товаров, следит за осуществлением возмещения, а также проверяет и оформляет любые страховые претензии.

6 Управление ресурсами и снабжением. Предлагает инструменты, которые помогают определять надежных поставщиков и организовывать взаимодействие с ними.

7 Аналитика с применением искусственного интеллекта. Позволяет анализировать любые проблемы и находить их причины, а также предоставлять рекомендации по управлению рисками.

Следует подчеркнуть, что на настоящем этапе системы управления цепями поставок используются в масштабах отдельных предприятий: холдинговых компаний, дистрибьюторских и транснациональными корпорациями. Будущее развития данных систем заключается в интеграции нескольких предприятий в эффективную цепь поставок [31].

2.7 Системы управления взаимоотношениями с покупателями

В эпоху массового производства и массовых продаж ориентация экономики на продукт утратила актуальность. У покупателей зачастую есть широкий диапазон выбора товаров и услуг аналогичного качества и по анало-

гичной цене. Единственный способ обеспечения конкурентоспособности продукта является персонализация, то есть выявление и удовлетворение индивидуальных потребностей клиента.

Для укрепления связей с клиентами и оптимизации их обслуживания была разработана стратегия управления взаимоотношениями с клиентами, или *customer relationship management* (далее – *CRM*), которая направлена на повышение ценности каждого потребителя, а следовательно, к росту конкурентоспособности компании [32].

CRM – прикладное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации и оптимизации всех процессов взаимодействия с покупателями путем эффективного управления информацией для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов.

Достигается это за счет сохранения информации о клиентах, истории взаимоотношений с ними, улучшения соответствующих бизнес-процессов и последующего анализа результатов [33].

CRM используются предприятиями для продажи товаров и услуг, а также посредниками между клиентом и производителем, например, экспедиторами.

Функции *CRM* реализуются:

- через объединение информации из разных каналов взаимодействия: электронной почты, полей для краткой записи результата звонка, аналитики посещения сайтов и т. д.;

- автоматизацию маркетинга путем рассылки информации о продуктах, анализе потребности и прогнозе поведения клиентов с помощью исследований и опросов;

- формирование истории взаимодействия с клиентами (все сведения о клиенте: история о покупках, запросы, заказы, претензии, профиль и статус клиента, его надежность и платежеспособность);

- автоматизацию процесса продаж через контроль всех этапов сделки, отслеживание текущего статуса в режиме реального времени, а также автоматизацию документооборота;

- управление обслуживанием клиентов после совершения сделки – автоматизацию процессов планирования и контроля доставки товаров, обеспечение обратной связи, работу с претензиями, отслеживание запросов на сервис;

- анализ работы компании, контроль и мотивацию сотрудников компании.

Анализ показателей деятельности позволяет ранжировать клиентов и услуги, а на основе этого ранжирования разработать дальнейшую стратегию по привлечению клиентов и развитию ассортимента товаров или услуг, оптимизировать штат персонала.

Возможности *CRM* позволяют разрабатывать эффективные модели мотивации прибыльных клиентов, предлагая им скидки и бонусы. Это в конечном

итоге повышает лояльность покупателей и способствует укреплению клиентской базы. В то же время автоматический анализ данных помогает выявить разовых заказчиков, за счет чего экономятся ресурсы компании, снижаются издержки [32].

Структура CRM-систем представлена в таблице 2.4.

В полной комплектации CRM-система позволяет вести как оперативный учет и управление закупками, продажами, за что отвечает оперативный модуль CRM, так и осуществлять стратегическое прогнозирование на основе анализа данных, за что отвечает аналитический модуль CRM. Система CRM может содержать как один из перечисленных модулей, так и оба.

Операционные CRM находят наибольшее применение среди исполнителей – менеджеров по продажам, сотрудников сервисных служб, операторов call-центров и др.

Таблица 2.4 – Структура приложений CRM-систем

| Приложение системы CRM | Функции приложения |
|--|---|
| <i>SFA (sales force automation</i> – автоматизация продаж) | Управление рассылками. Создание сценариев продаж для разных типов клиентов. Анализ хода продаж. Анализ результатов работы агентов. Автоматическая генерация тарифов и коммерческих предложений. Составление отчетности по продажам |
| <i>MA (marketing automation</i> – автоматизация маркетинга) | Анализ целевой аудитории и формирования круга собственной клиентуры. Выявление и анализ требований клиентов. Разработка планов маркетинговых кампаний. Анализа результатов кампаний для каждой группы клиентов |
| <i>CSS (customer service&support</i> – автоматизация службы поддержки и обслуживания клиентов) | Аналитика базы данных с подробной информацией о клиентах. Анализ времени и затрат на цикл продаж, веб-технологии. Выявление приоритетных каналов сбыта по различным критериям. Выявление типичных проблем клиентов и отработка реакции на их обращения. Выявление проблемных подразделений и мест продаж путем сравнительного анализа каналов продажи |

Аналитические CRM обеспечивают отчетность и анализ информации в различных разрезах (воронка продаж, анализ результатов маркетинговых мероприятий, анализ эффективности продаж в разрезе продуктов, сегментов

клиентов, регионов и другие возможные варианты). Аналитические CRM используются преимущественно в сфере стратегического менеджмента.

Выделяют также коллаборативные CRM, позволяющие автоматизировать контакты компании с клиентами путем интеграции используемых каналов связи: телефонии (входящие и исходящие звонки *call*-центра, SMS-оповещения), интернета (электронная почта, корпоративный веб-сайт), личных встреч (системы планирования контактов). Коллаборативные CRM так же, как и операционные, востребованы сотрудниками, взаимодействующими с клиентами напрямую [32, 33].

Для понимания принципа работы CRM-систем следует также рассмотреть структуру информационных процессов, представленную на рисунке 2.13.

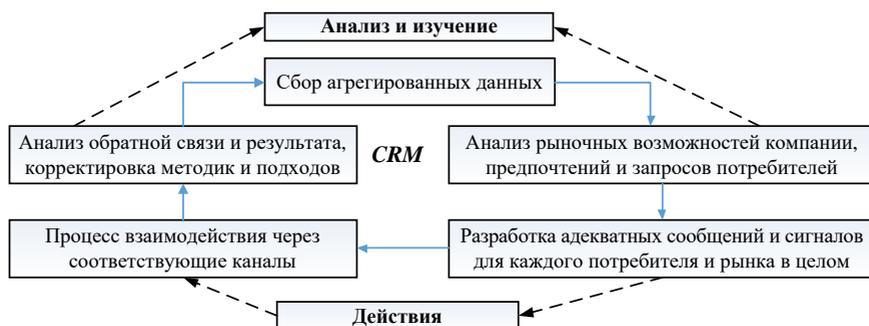


Рисунок 2.13 – Структура информационных процессов в CRM

При проведении маркетинговых кампаний необходимо обеспечить обмен информацией, используемой отделом маркетинга и отделом продаж, для того, чтобы этот процесс был эффективным и оптимальным. При этом может использоваться автоматическое распределение списка потенциальных клиентов между торговыми агентами или автоматическое назначение задач сотрудникам отдела продаж.

Для реализации непосредственного взаимодействия с клиентами должна использоваться уже ранжированная информация о предпочтениях клиента, его история и т. д.

Далее при взаимодействии необходима регистрация ключевых моментов взаимодействия. Соответственно, CRM должна предусматривать средства ввода информации в единую базу данных (как служащими компании, так и самим клиентом, например, через *web*-сайт при регистрации или покупке), причем данные должны централизованно обновляться при каждом новом контакте.

Следующим уровнем являются средства обработки данных (ранжирование, кластеризация, агрегирование, визуализация и т. д.). По результатам анализа результатов работы с клиентом формируется дальнейшая стратегия взаимодействия.

То есть *CRM* допускает разную форму представления информации для разных целей и разных подразделений.

Согласно представленной структуре информационных процессов в рамках *CRM* представлен пример технологии взаимодействия с клиентами. Основные этапы:

- сегментация клиентской базы;
- оценка прибыльности клиентских запросов;
- оценка удовлетворенности клиентов работой компании;
- оптимальное распределение маркетинговых расходов и выбор стратегических альтернатив по управлению клиентскими сегментами [34].

Результаты внедрения *CRM*:

- сегментация клиентской базы позволяет выявить наиболее прибыльных потребителей, что напрямую ведет к росту продаж;
- прибыль компании увеличивается за счет эффективного осуществления перекрестных продаж – предложения существующим клиентам дополнительных товаров и услуг;
- на основе анализа статистических данных достигается оптимизация каналов продвижения товаров/услуг, благодаря чему снижаются издержки;
- улучшение качества обслуживания способствует повышению удовлетворенности клиентов, что косвенно приводит к увеличению доходов;
- растет уровень подготовки и мотивации сотрудников, их работа становится более результативной;
- анализ продаж помогает увеличивать прибыль от текущих сделок, разрабатывать успешные управленческие стратегии;
- за счет автоматизации бизнес-процессов повышается результативность продаж, растет число удачных сделок;
- доступ к единой базе данных экономит время, затрачиваемое на поиск потенциальных покупателей и сбор данных о клиентах [32].

2.8 Информационно-аналитические системы поддержки принятия управленческих решений в логистике

Как показывает практика, любые данные или знания не имеют большую ценность, если не являются руководством к действиям, при этом данные нужно использовать правильно: выявлять реальные, а не надуманные взаимосвязи между показателями, делать правильные выводы на основе имеющихся количественных характеристик.

Часть предприятий составляет стандартные формы отчетности, которые не предоставляют руководству информацию, не позволяющую увидеть существующие взаимосвязи между различными показателями и процессами. Новые возможности работы с информацией позволяют пересмотреть существующие принципы анализа и использования данных о работе предприятий.

Не все нужные для принятия решений данные содержатся в *ERP*-системах в нужном виде. Полезную информацию приходится извлекать из большого количества данных. То есть данные должны быть в форме, максимально удобной для восприятия человеком, а также быть достаточно наглядными для принятия на их основе решений.

Системы интеллектуального анализа данных в совокупности получили название *Business intelligence*.

Business intelligence (далее – *BI*) – обозначение компьютерных методов и инструментов для организаций, обеспечивающих перевод транзакционной деловой информации в человекочитаемую форму, пригодную для бизнес-анализа, а также средства для массовой работы с такой обработанной информацией.

Цель *BI* – интерпретировать большое количество данных, заостряя внимание лишь на ключевых факторах эффективности, моделируя исход различных вариантов действий, отслеживая результаты принятия решений.

BI поддерживает принятие множества бизнес-решений – от операционных до стратегических.

В первую очередь *BI* можно классифицировать по решаемым задачам.

Системы анализа данных решают следующие задачи:

- аналитические – вычисление заданных показателей и статических характеристик на основе информации баз данных;

- визуализация данных – наглядное графическое и табличное представление;

- извлечение знаний (*Data Mining*) – определение взаимосвязей и взаимозависимостей бизнес-процессов через проверку статистических гипотез, нахождения ассоциаций и временных шаблонов;

- имитационные – проведение на компьютере экспериментов с формализованными (математическими) моделями, описывающими поведение систем в течение заданного интервала;

- синтез управления – используется для определения допустимых управляющих воздействий, обеспечивающих достижение заданной цели;

- оптимизационные – основаны на интеграции имитационных, управленческих, оптимизационных и статистических методов моделирования и прогнозирования [5].

Теперь рассмотрим структуру *BI*-систем или аналитических систем, с помощью какого вспомогательного программного обеспечения и технологий обеспечивается анализ данных (рисунок 2.14).

Основой получения информации является СУБД (преимущественно реляционная). Информация накапливается в базах данных благодаря системам оперативной обработки информации, которые получили название «системы оперативной обработки транзакций в режиме реального времени», или *On-Line Transaction Processing* (далее – *OLTP*).

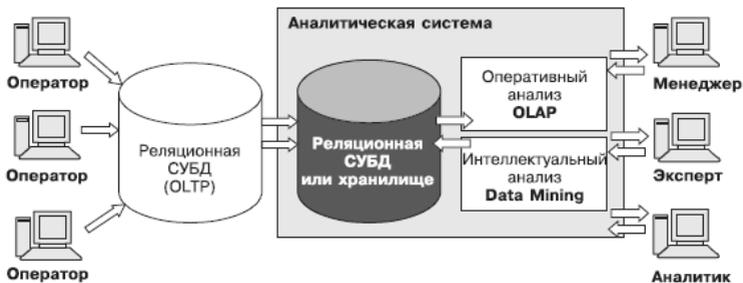


Рисунок 2.14 – Структура *Business intelligence*

Типичным примером применения *OLTP*-систем является массовое обслуживание клиентов, например, бронирование авиабилетов или оплата услуг телефонных компаний. Обе эти ситуации имеют два общих свойства: очень большое число клиентов и непрерывное поступление информации, что обуславливает структуру базы данных, которая должна оптимизировать время обработки текущих транзакций. Особенностью регистрации информации в базе данных посредством *OLTP*-систем является фиксирование всех событий, процессов и их параметров в хронологическом порядке за определенный период.

Передача информации из СУБД в хранилище данных, или *Data Warehouse*, предполагает структурирование информации для более эффективного анализа и обработки запросов.

Хранилище данных (далее – ХД) – разновидность систем хранения, ориентированная на поддержку процесса анализа данных, обеспечивающая целостность, непротиворечивость и хронологию данных, а также высокую скорость выполнения аналитических запросов. Ключевые различия СУБД *OLTP* и хранилищ данных указаны в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Сравнение СУБД для регистрации оперативных данных и хранилища данных

| Характеристика | СУБД <i>OLTP</i> | Хранилище данных |
|-----------------------------|---|---|
| Цели использования, примеры | Регистрация операций | Анализ динамики показателей за период |
| Динамика изменения данных | Высокая динамика изменения записи | Данные не удаляются, пополнения по регламенту |
| Объемы данных | Накопление данных о транзакциях за установленный период | Накопление информации за большой период времени |

Важнейшим элементом хранилища данных является семантический слой – механизм, позволяющий аналитику оперировать данными посредством биз-

нес-терминов предметной области. Семантический слой дает пользователю возможность сосредоточиться на анализе и не задумываться о механизмах получения данных.

При организации хранилищ данных используются различные концепции: многомерные модели, гибридные, витрины данных и т. д. [35].

Для понимания механизма преобразования данных из СУБД в хранилище данных необходимы знания процесса *ETL* (от англ. *Extract, Transform, Load* – дословно «извлечение, преобразование, загрузка») – один из основных процессов в управлении хранилищами данных, который включает в себя извлечение данных из внешних источников, их трансформацию и очистку, чтобы они соответствовали потребностям бизнес-модели, и загрузку их в хранилище данных.

Обобщенная структура процесса *ETL*.

1 Извлечение. Данные извлекаются из источников и загружаются в промежуточную область.

2 Поиск ошибок. Производится проверка данных на соответствие спецификациям и возможность последующей загрузки в ХД.

3 Преобразование. Данные группируются и преобразуются к виду, соответствующему структуре ХД.

4 Распределение. Данные распределяются на несколько потоков в соответствии с особенностями организации процесса их загрузки в ХД.

5 Вставка. Данные загружаются в хранилище-получатель.

Хранилища данных являются источником для анализа данных в системах *OLAP* и *Data Mining* (рисунок 2.15) [35].

OLAP (англ. *online analytical processing* – интерактивная аналитическая обработка) – технология обработки данных, заключающаяся в подготовке агрегированной информации на основе многомерной модели данных.

В основе работы *OLAP*-системы лежит обработка многомерных массивов данных, в которых каждый элемент массива имеет множество связей с другими элементами.

Рассмотрим базовые понятия многомерной модели данных.

Измерения – это категориальные атрибуты, критерии, наименования и свойства объектов, участвующих в некотором бизнес-процессе. Измерения качественно описывают исследуемый бизнес-процесс. На рисунке 2.15 измерениями являются товар, покупатель, дата.

Факты – это данные, количественно описывающие бизнес-процесс, непрерывные по своему характеру, то есть они могут принимать бесконечное множество значений. Пример фактов – цена товара, их количество и т. д.

Принцип организации многомерного куба поясняется на рисунке 2.15. В ячейке 1 будут располагаться факты, относящиеся к продаже цемента ООО «Спецстрой» 3 ноября, в ячейке 2 – к продаже плит ЗАО «Пирамида» 6 ноября, а в ячейке 3 – к продаже плит ООО «Спецстрой» 4 ноября.

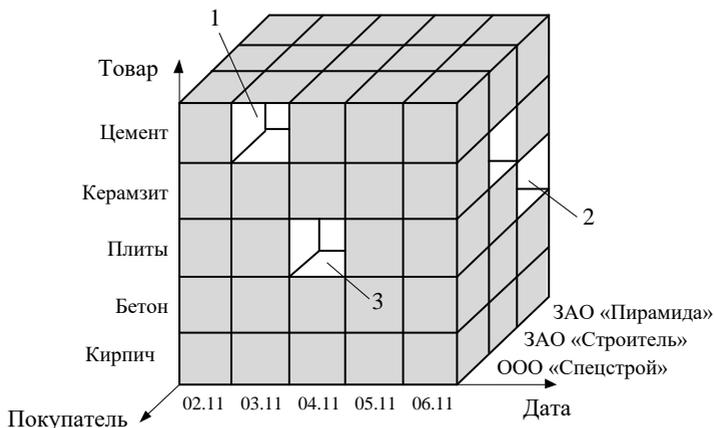


Рисунок 2.15 – Пример многомерного массива данных

Преимущества анализа информации с помощью *OLAP* по сравнению с СУБД с реляционной моделью данных:

- представление данных в виде многомерных кубов более наглядно;
- более широкие возможности построения аналитических запросов к системе;
- использование многомерной модели позволяет уменьшить продолжительность поиска в хранилище данных. Это связано с тем, что агрегированные данные вычисляются предварительно и хранятся в многомерных кубах вместе с детализированными, поэтому тратить время на вычисление агрегатов при выполнении запроса уже не нужно.

Форма представления информации в *OLAP*-системе для пользователя: последовательность интерактивных форм, экранных форм, динамическое изменение уровней агрегации и срезов.

Сложность применения *OLAP* состоит в создании запросов, выборе базовых данных и разработке схемы, в результате чего большинство продуктов *OLAP* поставляются вместе с огромным количеством предварительно настроенных запросов. Самые популярные *OLAP*-системы: *Microsoft SQL Server Analysis*, *Business Objects*, *SAP BW*, *IBM Cognos* и т. д. [35].

Data Mining (добыча данных, интеллектуальный анализ данных, глубокий анализ данных) – собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [36].

Результаты анализа должны отражать неочевидные, неожиданные закономерности в данных, составляющие так называемые скрытые знания. Результаты, которые могли бы быть получены более простыми способами

(например, визуальным просмотром), не оправдывают привлечение мощных методов *Data Mining*.

Задачи интеллектуального анализа данных включают классификацию, кластеризацию, ассоциацию, последовательность, прогнозирование, оценивание, анализ связей, визуализацию, подведение итогов. Подробнее с каждой задачей можно ознакомиться в [37].

Основу методов *Data Mining* составляют методы классификации, моделирования и прогнозирования, основанные на применении деревьев решений, искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов, эволюционного программирования, ассоциативной памяти, нечёткой логики и т. д. [5]. Следует подчеркнуть, что *Data Mining* носит мультидисциплинарный характер, поскольку включает в себя элементы численных методов, математической статистики и теории вероятностей, теории информации и логики, искусственного интеллекта и машинного обучения.

Примеры применения бизнес-приложения *Data Mining* в розничной торговле:

- анализ покупательской корзины позволяет выявить товары, которые покупатели стремятся приобрести вместе, и впоследствии настроить рекомендации для покупателей по приобретению сопутствующих товаров;

- исследование временных шаблонов помогает торговым предприятиям принимать решения о создании товарных запасов [38].

Дальнейшее развитие технологий *OLAP* и *Data Mining* позволило сформировать системы поддержки принятия решений (далее – СППР). В системах СППР данные для формирования вариантов решений и стратегий используются уже структурированные определенным образом.

СППР (англ. *Decision Support System, DSS*) – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. Это означает, что она выдаёт информацию (в печатной форме, или на экране монитора, или звуком), основываясь на входных данных, помогающую людям быстро и точно оценить ситуацию и принять решение. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

Для анализа и выработок предложений в СППР используются разные методы: информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др.

Особенности СППР:

- работа со всеми типами данных (формализованные, неформализованные, динамические модели, многомерные данные);

- аналитические исследования;

- построение моделей и разыгрывание сценариев;

- гибкость использования, адаптируемость и быстроту реакции;
- управление входными и выходными данными;
- сложный многомерный и многофакторный анализ.

По взаимодействию с пользователем выделяют три вида СППР:

- 1) пассивные помогают в процессе принятия решений, но не могут выдвинуть конкретного предложения;
- 2) активные непосредственно участвуют в разработке правильного решения;
- 3) кооперативные предполагают взаимодействие СППР с пользователем.

Выдвинутое системой предложение пользователь может доработать, усовершенствовать, а затем отправить обратно в систему для проверки. После этого предложение вновь представляется пользователю, и так до тех пор, пока он не одобрит решение.

СППР обеспечивают поддержку процесса принятия решений на каждом из выделенных этапов:

- на этапе инициирования решения СППР предоставляют доступ к данным, необходимым в качестве вводных для процесса принятия решений (статистическим, нормативно-правовым, финансово-экономическим, организационно-техническим и т. д.);

- на этапе структурирования решения СППР обеспечивают средства и модели для упорядочивания данных, позволяющие оценить потребности заинтересованных сторон, возможные последствия и их вероятностные значения и другие элементы контекста;

- на этапе принятия решения СППР способны автоматизировать полностью либо частично данный процесс, производя оценку и сравнение нескольких альтернатив с точки зрения оптимального соотношения заданных критериев с помощью таких инструментов, как экспертные системы и модели с элементами искусственной интеллекта [38, 39].

На основе СППР можно проводить обучение и подготовку кадров. Данные информационные системы позволяют повысить контроль над деятельностью организации, при этом открываются новые подходы к решению повседневных и нестандартных задач.

3 ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основное назначение информационно-коммуникационных технологий состоит в обеспечении взаимодействия между участниками логистической цепи: через электронный обмен, обработку и анализ взаимной информации. Большинство информационно-коммуникационных технологий, способы их применения и обеспечивающие их функционирование технические средства общеизвестны. Цель данного раздела – изучить способы их применения на транспорте и в логистике. В разделе рассматриваются следующие технологии: спутниковые и радионавигационные системы связи, наземные системы связи, системы мониторинга, технологии электронного документооборота, геоинформационные системы.

3.1 Информационно-коммуникационные технологии связи, контроля и мониторинга

Основные назначения технологий связи, контроля и мониторинга:

- управление движением крупных транспортных и человеческих потоков: поиск дорожных пробок и перенаправление потоков, соблюдение ограничений пропускной способности транспортных коммуникаций, определение нарушений скоростного режима, информирование участников дорожного движения;

- управление коммерческими грузовыми перевозками: контроль местоположения и выполнения сроков доставки;

- стратегическое планирование транспортных систем: дистанционное исследование состояния магистралей, потребности жителей в транспорте, разработка индивидуальных маршрутов и графиков движения;

- организация устранения последствий чрезвычайных ситуаций.

Технологии связи представлены спутниковыми системами, применяемыми для передачи информации на большие расстояния на территориях с малой плотностью населения, а также системами наземной радиосвязи – на малые расстояния на территориях с большой плотностью населения.

3.1.1. Системы наземной радиосвязи

Современные системы наземной подвижной радиосвязи делятся на две категории:

- системы двухсторонней подвижной радиосвязи;

– системы односторонней подвижной радиосвязи, называемые также системами персонального радиовызова, – пейджинговые системы.

Системы двухсторонней подвижной радиосвязи по способам использования частотного ресурса делятся на следующие классы:

– конвенциональные системы, предполагающие закрепление каналов связи за определенной группой абонентов, «каждый со всеми»;

– тракинговые системы, в которых все пользователи делят между собой общую группу радиоканалов, а выделение свободных каналов осуществляется по требованию абонентов;

– сотовые системы, использующие пространственно-разнесенное повторное использование частот.

Первые два класса (конвенциональные и тракинговые) относятся к системам профессиональной мобильной радиосвязи (далее – ПРМ), использующим диапазон ультракоротких волн.

Структура ПРМ (рисунок 3.1) включает абонентские и базовые станции. Базовые состоят из контроллеров и ретрансляторов, которые устанавливаются на высоких точках местности и соединяют два или более радиопередатчика, удаленных друг от друга на большие расстояния. Абонентской станцией является любое подключаемое к сети подвижной связи техническое средство формирования сигналов электросвязи для передачи или приема информации по радиоканалам.

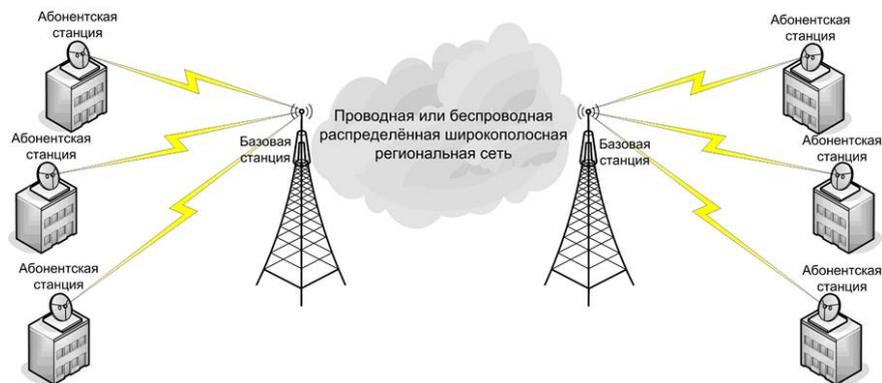


Рисунок 3.1 – Структура ПРМ

Развитие стандартов ПРМ от конвенциональных систем к цифровым тракинговым системам было обусловлено потребностью в увеличении количества пользователей, минимизации времени установления соединения, контроля качества связи и передачи данных. Конвенциональные сети обеспечивают связь нескольких десятков абонентов, простейшие тракинговые – до нескольких сотен, в многозонавых и цифровых тракинговых сетях

количество обслуживаемых абонентов не ограничено. Также основным отличием конвенциональных ПРМ от тракинговых является закрепление за группой абонентов одного диапазона частот, которые могут быть перегружены, в то время как другие не используются, а в тракинговых ПРМ абоненту выделяется свободный в настоящий момент канал.

Особенностью технологий ПРМ является наличие спроса на все разработанные стандарты связи, при этом отдельные поставщики технических средств предлагают дополнительный функционал к связи, например, функция «одинокый работник» предполагает передачу периодического звукового сигнала, при этом работник должен нажать определенную кнопку для подтверждения своего присутствия, если не нажимает, передается тревожный вызов [1].

Сотовая связь основана на разделении территории на соты, в каждой из которых действует свой передатчик, называемый базовой станцией, на своей фиксированной частоте. Эта же частота может использоваться и в других сотах. Базовая станция является связующим звеном между сотовым телефоном абонента и коммутационным центром. Установление соединения осуществляется путем использования управляющего канала при вызове абонента.

Этапы развития сотовой связи называют *поколениями*, которые различаются по качеству сигнала, а также возможности и скорости передачи данных, на настоящий момент используется сотовая связь 3-го и 4-го поколения с высокой скоростью передачи информации, благодаря чему возможно использование мобильного интернета.

ПРМ и сотовая связь имеют разную сферу применения за счет различий в техническом оснащении, дальности действия и возможностей использования, сравнение ПРМ и сотовой связи представлено в таблице 3.1 [1].

Таблица 3.1 – Сравнение ПРМ и сотовой связи

| Критерий сравнения | Сети ПРМ | Сотовые сети |
|--|--|---|
| Пользователи | Ограниченные группы пользователей | Индивидуальные пользователи |
| Виды связи | Групповая, индивидуальная, приоритетные и аварийные вызовы, динамическая перегруппировка абонентов, циркулярный вызов, обмен пейджинговыми сообщениями | Преимущественно индивидуальная, услуга конференц-связи. Передача данных, выход в интернет, обмен короткими текстовыми сообщениями |
| Требования к техническим характеристикам | Надежность устройства, функционирование в широком диапазоне условий эксплуатации: температура, влажность, вибрации. Срок службы 5–7 лет | Технические характеристики рассчитаны на короткий срок службы |

Окончание таблицы 3.1

| Критерий сравнения | Сети ПМР | Сотовые сети |
|------------------------|---|--|
| Скорость соединения | Не более 0,5 с | 5–10 с |
| Назначение | Ведомственные сети связи с ограниченным доступом | Индивидуальная связь между двумя абонентами |
| Аппаратное обеспечение | Малогабаритные, носимые, автомобильные и стационарные радиостанции, диспетчерские пульта, групповые зарядные устройства | Мобильное малогабаритное устройство с ограниченным сроком службы |

В настоящее время ПРМ применяются на крупных предприятиях в целях управления оперативной работой и при проведении работ на территориях с ограниченной сотовой связью, например, под землей.

Основными функциями сотовой связи в логистике являются передача оперативных данных с помощью приложений или мессенджеров, а также возможность определения местоположения абонента в сети для мониторинга транспортных и товарных потоков, устранения последствий аварийных ситуаций.

3.1.2 Спутниковые технологии: системы связи и системы радиочастотной навигации

Под спутниковыми технологиями прежде всего понимается создание и эксплуатация следующих систем:

- спутниковых систем связи (далее – ССС);
- спутниковых радионавигационных систем (далее – СРНС);
- диспетчерских систем коммерческого управления транспортом (далее – ДСКУТ), прежде всего – автомобильным, основанных на использовании ССС и/или СРНС.

Спутниковые системы связи необходимы для установления связи в местах, труднодоступных для сотовой связи: море, горы и т. д. Еще на начальном этапе развития сотовой связи для спутниковой связи сформировалась своя ниша по сфере применения. Также в настоящее время актуально использование спутниковой связи для подключения интернета к мобильным устройствам.

Структура ССС включает:

- космический сегмент ССС – искусственные спутники Земли (далее – ИСЗ), выведенные на определенные орбиты;
- наземный сегмент ССС, состоящий из центров управления системой связи для управления ИСЗ, земных станций для передачи и приема радиосигналов на участке «Земля – ИСЗ» и другие компоненты.

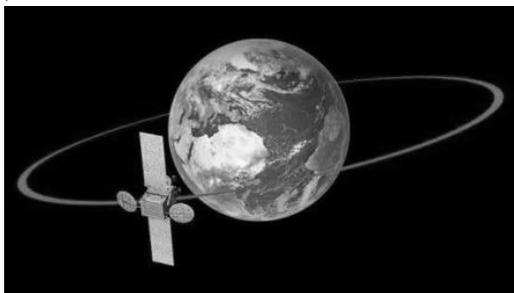
Основным критерием классификации ССС является тип размещения ИСЗ на орбите, который влияет на площадь покрытия земной поверхности связью и длительность радиовидимости земных станций (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Тип размещения ИСЗ на орбите

| Тип орбиты | Площадь покрытия связью | Длительность радиовидимости | Задержки в передаче сигнала, мс | Количество спутников для связи по всей территории Земли |
|------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|---|
| Геостационарная | 1/4 площади Земли | Постоянная за счет одновременного вращения с Землей | 230–280 | 3 |
| Эллиптическая | 1/3 площади РФ | 8–10 часов | 130 | От 6 |
| Средневысотная | Диаметр покрытия от 10000 до 15000 км | 1,5–2 часа | 50 | 8–12 |
| Низкоорбитальная | Диаметр покрытия до 8000 км | 10–15 минут | 20–25 | От 48 |

Преимущество спутников на геостационарной орбите заключается в большой площади покрытия и достаточном количестве нескольких спутников для развертывания связи над всей территорией Земли, а также меньшая изнашиваемость спутников за счет отдаленного расположения от атмосферы Земли (рисунок 3.2).

а)



б)

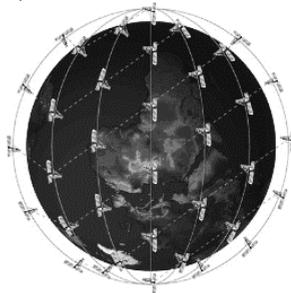


Рисунок 3.2 – Тип размещения ИСЗ на орбите:
а – геостационарной; б – низкой

Низкоорбитальные спутники требуются в большом количестве, однако за счет сокращения расстояния до Земли сокращается время задержки сигнала [1].

Наиболее известными ССС с применением ИСЗ на геостационарной орбите являются первая глобальная спутниковая система подвижной связи *Inmarsat* и региональная спутниковая система связи *Thuraya*, созданная по заказу Объединенных Арабских Эмиратов [40].

По сравнению с указанными системами связи у глобальных систем связи *Globalstar* и *Iridium* с применением низкоорбитальных спутников являются: низкие энергозатраты, высокая комфортность связи за счет меньших задержек при распространении сигналов. При этом к недостаткам можно отнести небольшую продолжительность сеансов связи и короткое времени активного существования ИСЗ.

Для всех ССС характерны следующие тенденции:

- ССС обеспечивают телефонную и пейджинговую связь, обмен данными, а также определение местоположения абонента;
- мобильные абонентские терминалы, как правило, совмещены с сотовыми телефонами, когда сотовая связь недоступна, осуществляется связь с помощью спутников.

Различием ССС является сфера их применения: например, ССС *Inmarsat* используется исключительно в мирных целях, а система *Iridium* широко используется Министерством обороны США.

Типичными пользователями ССС являются морское судоходство, авиация, нефтяная отрасль, государственные органы, а также ученые и путешественники. СРНС имеют другую сферу применения по сравнению с ССС [41].

СРНС являются специализированными системами, которые предоставляют возможность определять координаты с очень высокой точностью и большой надежностью, существенно превосходящей ту, которая предоставляется системами связи.

Определение координат в них осуществляется пассивным способом, что позволяет существенно уменьшить габариты и стоимость аппаратуры потребителя, возможность определять координаты в СРНС предоставляется на бесплатной основе всем обладателям аппаратуры потребителя, в то время как в спутниковых системах связи необходимо платить абонентскую плату.

Совокупность информации, которую можно получить в результате обработки сигналов СРНС, позволяет создавать автоматизированные системы управления транспортными, грузовыми и пассажирскими потоками.

Принцип определения объектом места в глобальной системе позиционирования посредством СРНС заключается в одновременном измерении расстояния до нескольких навигационных спутников (не менее трех) с известными параметрами их орбит на каждый момент времени, и вычислении по измененным расстояниям своих координат.

Система спутниковой навигации работает измеряя время, за которое радиосигнал доходит от спутника до нас, а затем по этому времени вычисляет расстояние. Если мы можем точно определить момент времени, в который спутник начал посылать свой радиосигнал, и момент, когда мы его получили, можно будет выяснить, как долго он шел до нас. И тогда, умножая скорость сигнала на время, мы сможем получить искомое расстояние от нас до спутника.

Наиболее известными глобальными СРНС с преимущественным использованием среднеорбитальных ИЗС являются:

- *GPS* (от англ. *Global Positioning System*) и ГЛОНАСС, используемые для мирных и военных целей;

- *Galileo* – европейский проект спутниковой системы, используемой исключительно в мирных целях;

- *BeiDou* – разрабатываемая Китаем изначально местная спутниковая система навигации с использованием также геостационарных спутников [1].

СРНС позволяют определять в реальном масштабе времени три составляющие скорости, точное время и направление движения, эти возможности позволяют оценивать оптимальность маршрутов перемещения транспорта и/или груза, соблюдение правил движения и договорных обязательств [41].

3.1.3 Средства и технологии мониторинга

Мониторинг – система постоянного наблюдения за явлениями и процессами. Понятие мониторинга является достаточно широким, в рамках рассматриваемой дисциплины имеется в виду мониторинг транспортных и грузопотоков.

Спутниковый мониторинг транспорта – система мониторинга подвижных объектов, построенная на основе систем спутниковой навигации, оборудования и технологий сотовой и/или радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт [42].

Технические средства мониторинга включают:

- транспортное средство, оборудованное *GPS* или ГЛОНАСС контроллером или трекером, который получает данные от спутников и передает их на серверный центр мониторинга посредством *GSM*, *CDMA* или реке спутниковой и УКВ связи;

- контроллеры и трекеры (*GPS*/ГЛОНАСС), имеющие схожие функциональные возможности по вычислению собственного местоположения, скорости и направления движения, подключению внешних датчиков и считывания с них данных, хранению определенного объема данных и передаче полученных данных в серверный центр.

- датчики для получения дополнительной информации о параметрах работы транспортного средства для контроля расхода топлива, нагрузки на оси транспортного средства, уровня топлива в баке, температуры в рефри-

жераторе, а также для фиксирования факта открывания двери или капота, наличия пассажира и т. д.;

– серверный центр с программным обеспечением для приема, хранения, обработки и анализа данных, представляющий собой как обычный компьютер с установленным программным обеспечением для простых систем мониторинга, так и распределенную серверную систему с использованием нескольких серверов, выполняющих разные задачи, способную вести одновременный мониторинг десятков тысяч автомобилей и обеспечивать подключение к серверному центру нескольких тысяч пользователей (диспетчеров) одновременно [43].

Также программное обеспечение мониторинга может передавать информацию в КИС (например, о фактическом расходе топлива, местоположении ТС) или в системы управления транспортом, которые позволяют построить оптимальный маршрут перемещения и другие варианты.

Функции мониторинга транспорта и грузопотоков:

– отслеживание текущих координат, направления и скорости движения транспортного средства в реальном времени для нужд диспетчерских служб;

– учет пройденного километража и расхода топлива нужен для своевременного технического обслуживания, обоснования списания горюче-смазочных материалов бухгалтерией и пр., например, в системах *TMS* с помощью *GPS* производится автоматический учет доставки грузов в заданные точки;

– контроль соответствия фактического маршрута автомобиля плановому, позволяющий повысить дисциплину водителей;

– обеспечение быстрого поиска автомобиля при аварийных ситуациях.

Различаются системы мониторинга по виду транспорта (автомобильный и железнодорожный), а также по количеству одновременно отслеживаемых транспортных средств, которые могут исчисляться десятками или десятками тысяч. Способ представления информации о местоположении транспортных и их состоянии может быть в виде перемещающегося на карте объекта или в текстовом виде посредством указания координат и необходимых численных параметров. В некоторых системах мониторинга предусмотрена возможность построения графиков изменения численных параметров, измеряемых датчиками. Передача информации о местоположении объекта в разных системах мониторинга может осуществляться непрерывно, через интервалы или по запросу диспетчера.

К дополнительным функциям систем мониторинга можно отнести:

– обмен сообщениями между водителем и диспетчером;

– возможность оформления и передачи электронных документов;

– подачу и прием сигнала тревоги в чрезвычайной ситуации и др.

Наиболее известными европейскими системами мониторинга являются *PC VTRAK* и *GPS/AVL SUBSYSTEM*, на железнодорожном транспорте – *WagonTracker-GPS*.

3.2 Геоинформационные системы

Геоинформационная система, или *geographic(al) information system* (далее – ГИС), – автоматизированная информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, доступа, отображения и распространения пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация.

Общее назначение ГИС состоит в картографировании и анализе объектов реального мира, происходящих и прогнозируемых событий и явлений с помощью средств визуализации и географической информации. Самым известным примером ГИС в настоящее время являются сервисы Яндекс и Google, предоставляющие услуги навигации и поиска объектов: магазинов, кафе, учреждений здравоохранения с указанием режима работы и других параметров.

ГИС-технология объединяет два различных типа данных:

- пространственные данные определяют форму и местоположение объекта или явления. Их можно разделить на векторные, представляющие географические объекты с помощью графических примитивов (точек, линий и полигонов), и растровые, представляющие географическое пространство в виде регулярной матрицы, состоящей из одинаковых по размеру ячеек;

- атрибутивные данные, которые содержат дополнительные сведения о географическом объекте, проживающих там людях, другую связанную с ним описательную информацию.

Данные в ГИС необходимо рассматривать с учетом трех аспектов:

- пространственный аспект связан с определением местоположения;
- временной аспект связан с изменением объекта или процесса в течение времени;

- тематический аспект обусловлен включением в информационную систему тематической информации некой предметной области.

Структуру ГИС обычно представляют как набор:

- информационных слоев или многослойных моделей данных; под слоем подразумевается совокупность однотипных пространственных объектов или их характеристик, относящихся к одной теме в пределах некоторой территории или в системе координат, для описания природных и социальных феноменов;

- СУБД для хранения атрибутивных данных, получаемых из системы управления предприятием или других источников;

- графического представления объектов и их атрибутов, представляемых четырьмя типами пространственных объектов, а именно точками, линиями, областями и поверхностями. Графическое представление объектов определяется выбранной тематикой слоя, например, точки, линии и области могут представляться соответствующими символами, поверхности же представляются либо высотами точек, либо контурами рельефа.

Как вывод из всего описанного следуют функциональные особенности ГИС:
– геокодирование – привязка атрибутивных данных к пространственным (адрес);

– применение тематических слоев (природные среды, урбанизированные ландшафты);

– синхронизация с системами спутниковой радионавигации;

– связь с базами данных предприятия, внешними базами данных.

Сфера применения ГИС очень широкая: управление земельными ресурсами, организация бизнес-процессов, размещение объектов инфраструктуры, стратегическое планирование и моделирование, охрана окружающей среды, геологии и горнодобывающей промышленности, прогнозирование чрезвычайных ситуаций и т. д.

Функции ГИС для решения задач транспорта и логистики:

– оптимизация оперативного управления пространственными объектами (подвижными или неподвижными), например, управление автомобильным парком с визуализацией и оптимизацией маршрутов перемещения;

– разработка проектных решений используя методы автоматизированного проектирования;

– моделирование размещения объектов инфраструктуры;

– поддержка принятия стратегических решений, например, отслеживания текущего состояния и тенденций изменения области рынка при планировании маркетинговой активности и продаж; выбор оптимального по разным критериям местоположения новых торговых точек, складов, филиалов фирмы, производственных мощностей.

К классическим ГИС профессионального уровня относятся широко известные системы фирм *Intergraph*, *ESRI*, и др. Они поддерживают многочисленные приложения, включают блоки векторизации картографического материала, работу с большим числом внешних устройств.

ГИС настольного типа ориентированы на ПК и предназначены для использования широким кругом пользователей, например, *ArcGIS*, *AtlasGIS*, *MapInfo*, *ArcView*, *Microstation*, *WinGIS*, *Geograph/Geodraw*, ПАРК и т. д. Перечисленные ГИС обладают меньшим набором функций. Они имеют низкую цену, на их базе организуются рабочие места в больших ГИС-проектах, где ГИС строится как многоуровневая система.

ГИС *ERSI* позволяет отображать и анализировать бизнес-информацию новыми методами, выявлять скрытые ранее взаимосвязи, закономерности и тренды. Специальные исследования показали, что порядка 80–90 % всей информации, используемой в бизнесе, включает в себя геоданные.

Программные ГИС-продукты помогают ответить на следующие вопросы: где живут потребители тех или иных товаров и услуг, что им нужно, какими средствами они располагают, куда им удобнее пойти за покупками, как это все им доставить с наименьшими затратами, где выгоднее открыть

новый магазин или сервисный центр, где находятся партнеры и конкуренты определенной фирмы.

Пример ГИС для управления транспортными потоками *ArcLogistics* представлен на рисунке 3.3 и позволяет осуществлять управление грузопотоками и транспортными потоками для выбора эффективных путей распределения продукции, кратчайших или наиболее безопасных маршрутов перевозок, мониторинг транспортных и грузовых потоков, определение транспортных издержек.

Таким образом, ГИС – это интегрированная система, объединяющая в единый комплекс многообразный набор методов и технологий на базе единой географической информации.

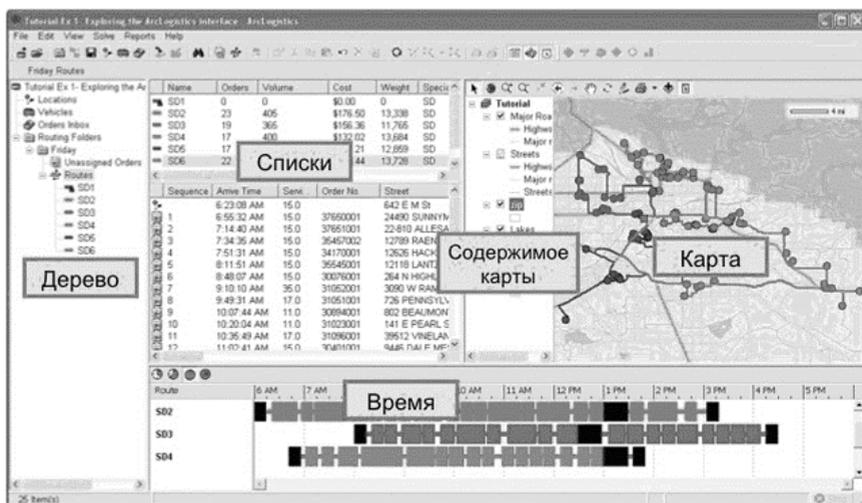


Рисунок 3.3 – ГИС для управления транспортными потоками *ArcLogistics*

Главное преимущество ГИС перед другими информационными технологиями заключено в наборе средств создания и объединения баз данных с возможностями их географического анализа и наглядной визуализации в виде различных карт, графиков, диаграмм, таблиц, прямой привязке друг к другу всех атрибутивных и графических данных [66].

3.3 Интеллектуальные транспортные системы на основе геоинформационных технологий

Интеллектуальные транспортные системы (далее – ИТС) – информационные, коммуникационные системы (средства) и системы автоматизации в совокупности с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами

и пользователями, обеспечивающие эффективность перевозочного процесса, повышение его безопасности, использующие инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющие конечным потребителям большую информативность, а также качественно повышающие уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами.

Неотъемлемой частью ИТС являются ГИС. Развитие ИТС в настоящее время актуально, потому что по всему миру наблюдается рост транспортных потоков и при этом повышаются требования к скорости их перемещения.

Следует отметить, что чаще всего термин ИТС подразумевает автомобильный транспорт, а также в настоящее время ИТС комплексно внедряются только в отдельных районах, городах, на некоторых дорогах, в регионах. При этом внедрение осуществляется по отдельным элементам и подсистемам ИТС.

ИТС различаются по применяемым технологиям:

- системы автомобильной навигации;
- системы регулирования светофоров;
- системы регулирования грузоперевозок;
- системы оповестительных знаков (включая информационные табло);
- системы распознавания автомобильных номеров;
- системы регистрации скорости транспортных средств;
- системы видеонаблюдения;
- комплексные системы, интегрирующие информационные потоки и потоки обратной связи из большого количества различных источников, например, из систем управления парковками, метеослужб, систем разведения мостов и прочих. Такие ИТС могут применяться для прогнозирования потоков на основе моделирования и накопленной ранее информации.

Таким образом, ИТС могут моделировать транспортные системы, оперативно регулировать транспортные потоки и просто регистрировать информацию о транспортных потоках.

Исходя из сказанного ИТС можно разделить на функциональные подсистемы:

- системы видеонаблюдения и мониторинга движения, реализующие функции регистрации происшествий и правонарушений, сбор данных о транспортных потоках (скорость, интенсивность), классификации транспортных средств;

- системы управления дорожным движением, предполагающие поиск и прогнозирование заторов и пробок, оптимизацию работы перекрестков, перераспределения транспортных потоков на дорожной сети посредством установления допустимых скоростей, управления светофорами и шлагбаумами;

– системы обеспечения безопасности дорожного движения, использующие предупреждения о перекрестном движении, о скорости движения на поворотах, потенциально опасных препятствиях в виде пешеходов, скоплениях машин, дорожных работ, автомобиля на встречной полосе, а также программа *e-call*, позволяющая в случае аварийной ситуации при нажатии в автомобиле экстренной кнопки с помощью спутниковой навигации точно определить местоположение автомобиля;

– информирование участников дорожного движения о пробках, скоростных режимах, параметрах дорожного полотна через навигаторы, мобильные приложения, дисплеи подключенных к смарт-системе транспортных средствах, модульные светодиодные табло и другие системы оповещения;

– системы обеспечения платных транспортных услуг, например, белорусская система *BelTol* для оплаты проезда по платным магистралям;

– стратегические системы прогнозирования транспортных потоков и моделирования транспортных систем. По данным об интенсивности транспортного потока и потока пешеходов можно разрабатывать проекты по реконструкции транспортной инфраструктуры.

Структура ИТС включает:

– технические средства регистрации данных и передачи данных – детекторы транспорта и радары; системы видеонаблюдения; в рамках отдельных транспортных средств: радиолокационные датчики для идентификации пешеходов и препятствий;

– технические средства связи и передачи данных – контроллеры, ССС и СРНС;

– информационное обеспечение анализа данных – СУБД, ГИС, СППР;

– техническое обеспечение анализа данных – оснащение диспетчерских центров;

– технические средства передачи управляющих воздействий – светофоры, шлагбаумы, элементы беспилотных транспортных средств.

Таким образом, ИТС осуществляет сбор данных посредством индукционных, петлевых, радиолокационных и видеодетекторов транспорта, которые позволяют обнаружить присутствие транспортного средства и измерить скорость его движения, оценить занятость полосы и рассчитать другие параметры потока, такие как интенсивность, среднюю скорость и т. д.

Дорожные контроллеры (вид промышленных компьютеров) при этом осуществляют сбор данных с детектора транспорта для передачи их в центр управления с последующим получением команд по переключению сигналов светофоров. При использовании контроллеров локального управления переключение сигналов светофоров осуществляется с помощью встроенных алгоритмов с учетом только местных условий.

Далее собранные данные о транспортных потоках передаются в диспетчерские центры или на сервер информационной системы посредством сле-

дующих видов связи: CCC, CPHC, радиосвязи, технологии *WiMAX*, *GSM*, *3G*, *4G* или *5G*.

Оперативное управление движением может осуществляться диспетчерским центром со следующим техническим оснащением: устройствами центрального управляющего пункта, контроллерами координации светофорной сигнализации, дисплейными пультами оперативного управления, табло коллективного пользования и т. д.

Уровень информационного обеспечения для принятия решений по управлению транспортными потоками зависит от поставленных задач и может включать ГИС, СППР, интеллектуальный анализ данных, технологии моделирования и машинное обучение и др.

После принятия решений и выработки управляющих воздействий непосредственное управление транспортными потоками может быть реализовано через информирование водителей транспортных средств, управление показаниями светофоров и шлагбаумов, а также через элементы беспилотного управления транспортными средствами [45, 46].

Примером ИТС является проект «умный город» в Сингапуре, где более 1500 точек интеллектуального видеонаблюдения контролируют, в том числе ситуацию на дорогах. В этом проекте задействовано 1450 серверов для облачного анализа данных, работа которых построена на единой управляющей платформе. Сингапур – это один из наиболее показательных примеров в мире с точки зрения развития ИТС, эффективного использования видеосистем для управления транспортными потоками и обеспечения бесперебойного движения наземного пассажирского транспорта [46].

ИТС РБ в настоящее время включает электронную систему сбора платы за проезд *BelToll*, сбора данных и информирования водителей о метеоусловиях и состоянии дорожного покрытия, системы видеонаблюдения для мониторинга ситуации на республиканских автомобильных дорогах общего пользования [47].

3.4 Развитие электронного обмена документами в международной торговле и на транспорте

Технология электронного документооборота появилась для того, чтобы преодолеть недостатки традиционных способов обмена данными: посредством бумаги, по телефону, факсу и т. д.

Электронный документооборот, или *Electronic Data Interchange* (далее – *EDI*), – обмен между компьютерами структурированной информацией по взаимосогласованным правилам.

В настоящее время преимущество электронного документооборота перед бумажным очевидно и с точки зрения скорости передачи информации, и с точки зрения ее достоверности. Однако на начальном этапе развития *EDI* в

1960-х гг. технические возможности не позволяли организовать электронный документооборот с тем уровнем качества и надежности, который наблюдается в настоящее время. Ввиду ограничений технических средств связи для передачи данных прокладывались проводные линии связи и создавались специальные системы кодирования информации.

На рисунке 3.4 представлена хронология развития *EDI* с анализом основных этапов развития, обусловленных техническими и организационными ограничениями.



Рисунок 3.4 – Хронология развития электронного документооборота

Впервые *EDI* начал применяться в середине 60-х годов XX в. в сфере железнодорожных и автомобильных перевозок. К концу 60-х годов в США уже существовало четыре индустриальных стандарта для обмена данными в системах управления авиационным, железнодорожным и автомобильным транспортом. Поскольку такая множественность не способствовала развитию экономики, работа по объединению форматов данных была выполнена *American National Standards Institute* (далее – *ANSI*). Примерно в те же годы аналогичные события произошли и в Англии в сфере торговли. Выработанный здесь набор форматов и протоколов называется *General-purpose Trade Data Interchange* (далее – *GTDI*) был принят Европейской экономической комиссией ООН в качестве стандарта обмена данными в международных торговых организациях.

Первый унифицированный стандарт, разработанный благодаря работе комитета в 1970-х гг., должен был отвечать следующему требованию: каждый байт должен был нести максимум информации. Таким образом, от «читаемости» электронного документа отказывались в пользу «плотности информации» (количество информации в 1 байте). Скорость передачи данных в то время составляла 300–1200 бит/с.

Следующим этапом развития стало обеспечение целостности передачи данных. В то время коммуникации между компаниями были далеки от иде-

ала, и нередко были случаи «обрыва» линии и потери данных. Поэтому формат электронных документов разрабатывался в том числе с целью сохранения целостности данных, для чего были использованы механизм «конвертов» и контрольные числа, которые позволяли проверять, что переданные данные не были нарушены или потеряны.

Дальнейший этап развития заключался в расширении сферы применения электронного документооборота на международном уровне. В 80-х годах XX в. начались работы по объединению европейских и американских спецификаций. На базе *GTDI* международная организация по стандартизации *ISO* сформировала новый стандарт *Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport (EDIFACT, ISO 9735)*, использующий в качестве транспортного протокол электронной почты X400. В 1987 году, после сближения предложений ООН и США / *ANSI* по синтаксису, правила синтаксиса ЭДИФАКТ ООН были утверждены Международной организацией по стандартизации в качестве стандарта *ISO 9735*.

С 1990-х гг. возрастает конкуренция со стороны интернета как альтернативного способа обмена информацией в электронной форме, поэтому стандарт *EDIFACT* дорабатывается для того, чтобы осуществлять электронный документооборот через сеть интернет по уже созданной структуре.

Особенностью передачи информации через интернет стало уменьшение себестоимости передачи единицы информации. В результате в середине 1990-х годов был разработан еще один стандарт – *EDIFACT over Internet (EDIINT)*, описывающий, как передавать *EDI*-транзакции посредством протоколов безопасной электронной почты *SMTP/S-MIME*.

В начала 2000-х гг. на смену международному стандарту отображения электронных документов *Hyper Text Markup Language* (далее – *HTML*) был предложен более удобный с точки зрения программирования структуры документов стандарт *Extensible Markup Language* (далее – *XML*) – язык разметки, описывающий целый класс объектов данных, называемых *XML*-документами. Объединение словарного запаса и грамматики *EDIFACT* с синтаксисом *XML* образовало стандарт *XML/EDIFACT*.

Итоговой версией единственного действующего международного стандарта в управлении, коммерции и транспорте *EDIFACT* стал стандарт *UN/CEFACT*, адаптированный Центром ООН по упрощению процедур международной торговли и электронному бизнесу. Данный стандарт *EDI* является преобладающим за пределами Северной Америки, в том числе на территории стран Таможенного союза. Выделяют несколько подмножеств стандарта *UN/EDIFACT* для различных видов транспорта, сфер производства, торговли и услуг [48].

Особенности развития *EDI* для транспортных документов представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Развитие электронного документооборота на разных видах транспорта

| Начало внедрения | Особенности транспортных документов | Стандарт EDI | Соответствие электронной формы бумажной | Правовое регулирование и проекты по внедрению | Системы для обмена |
|----------------------------------|--|--|---|--|--|
| <i>Морской транспорт</i> | | | | | |
| 1990-е | Товарораспорядительность. Расписка в получении товара. Договор перевозки | <i>EDIFACT: SMDG Sea Messages Design Group</i> | Не соответствует | Правила Международного морского комитета для электронных коносаментов (1990). Типовой закон ЮНСИТРАЛ об электронной торговле (1996) проект «БОЛЕРО» (1999) | <i>Bolero; essDOCS Exchange; E-titleTM</i> |
| <i>Железнодорожный транспорт</i> | | | | | |
| 1980-е | Договор перевозки. Участники обмена: перевозчики, контролирующие службы | <i>EDIFACT UIC 912</i> Позже <i>XML</i> | Соответствует | Европа: проект «Гермес» и проект <i>DOCIMEL</i> с 1985 по 1994 г. <i>ORFEUS</i> (с 1995) РФ и Финляндия <i>TEDIM</i> (с 1995) | <i>ORFEUS RailCom</i> |
| <i>Воздушный транспорт</i> | | | | | |
| 2006 | 20 сопроводительных документов в комплекте, около 10 участников взаимодействия | <i>EDIFACT IATA XML</i> | Не соответствует | <i>e-Freight</i> | <i>e-AWB e-Cargo</i> |
| <i>Автомобильный транспорт</i> | | | | | |
| 2000-е | Отсутствие инфраструктуры для обмена документами | <i>UN/CEFACT XML</i> | Соответствует | В 2008 году к Конвенции КДПГ добавлен протокол, по <i>e-CMR</i> | <i>Collect + Go, Pionira Dashdoc TransFollow</i> |

Главными проблемами при внедрении электронных транспортных документов являются выполняемые ими функции, количество товаросопроводительных документов и субъектов, участвующих в проверке и их оформлении: контролирующие службы, например, таможня, пограничный, фитосанитарный контроль, перевозчики, экспедиторы, грузовладельцы. Для каждого вида транспорта разработан и применяется стандарт *EDIFACT* для обмена сообщениями при организации, планировании и реализации перевозок, при этом не для всех видов транспорта в стандарт *EDI* включены перевозочные документы, например, на морском транспорте.

На морском транспорте в качестве товаро-транспортного документа применяется коносамент, который совмещает функции перевозочного документа и товарораспорядительности, которая дает право держателю коносамента на владение груза.

Технология реализации функции товарораспорядительности при бумажном документообороте осуществляется достаточно просто: груз, удостоверенный коносаментом, может быть продан в пути следования путем осуществления передачи коносамента на бумажном носителе новому владельцу. Перевод коносамента в электронный вид, с учетом того, что это ценная бумага и товарораспорядительный документ, содержит в себе довольно большое количество правовых сложностей [49].

В результате проектов *Bolero* и *essDOCS Exchange* была создана в электронной форме новая структура и форма коносаментов в отличие от их аналогов на бумажном носителе. Информационный сервис «*E-titleTM*» сохранил структуру документа. Все три перечисленные информационные сервисы разработали свой функционал для реализации функции товарораспорядительности и успешно внедрили свои информационные системы на практике, но в вопросе использования электронных документов преобладающее число компаний придерживается консервативности. Нормативные документы в сфере морских перевозок, которые могли бы обязать всех участников перевозочного процесса использовать электронные документы, пока отсутствуют [50].

Первые разработки в отношении электронного документооборота в грузовых перевозках железнодорожным транспортом в странах Западной Европы относятся к 1980-м годам.

Особенности развития электронного документооборота на железнодорожном транспорте:

- до 2008 года перевозки осуществлялись с дублирующей электронную накладную накладной на бумажном носителе;
- доступ к электронным документам должен предоставляться большому числу контролирующих служб;
- в странах СНГ правила перевозок грузов относительно недавно адаптировали для применения электронных документов, поэтому технология

перевозок является менее гибкой из-за наличия централизованной системы управления и сложившихся годами технологических операций, над эффективностью которых не задумываются;

– применение разных технологий передачи данных, номенклатур грузов, необходимость таможенного оформления при пересечении границы, типов железнодорожной транспортной накладной при перевозках между странами ЕС и СНГ [50, 51].

В 2006 году Международная ассоциация воздушного транспорта (ИАТА) приступила к внедрению системы безбумажного документооборота – проект под названием *E-Freight*, предусматривающий замену двадцати бумажных документов, сопровождающих процесс грузовых авиаперевозок их электронным вариантом. При большом количестве субъектов взаимодействия документооборота важным был вопрос доверия сторон и защиты информации, поэтому реализация проекта электронной авианакладной началась только после появления технических возможностей и правового обеспечения защиты информации посредством электронной цифровой подписи [52].

Основная проблема развития электронного документооборота на автомобильном транспорте состоит в том, что отсутствует инфраструктура для организации электронного документооборота. Несмотря на то, что в феврале 2008 года к Конвенции о договоре международной перевозки грузов автомобильным транспортом (далее КДПГ) добавлен протокол, предписывающий электронную обработку накладных посредством *e-CMR*, первые тестовые перевозки по электронным накладным были организованы между Испанией и Францией только в 2017 году. На настоящее время уже более 10 компаний предлагают свои информационные системы для оформления *e-CMR*.

Нерешенным вопросом внедрения *e-CMR* также остается техническая реализация отображения электронным перевозочных документов при осуществлении оперативного контроля в пути следования Госавтоинспекцией и другими органами, что требует приобретения соответствующего технического оснащения для водителей.

В целом на всех видах транспорта главной проблемой развития электронного документооборота стала не техническая сторона, а нормативная база, количество участников взаимодействия, технологические особенности и наличие заинтересованных в развитии электронного документооборота сторон.

Низкая себестоимость передачи информации через интернет способствует возникновению качественно новых форм электронного документооборота. Таким образом, возникло взаимодействие через *web*-браузер, где технологии *EDI* не используются или их применение носит вторичный характер.

При этом *EDI* является обменом информацией в электронной форме на основе только аутентификации (типа пароль для доступа) участников без

необходимости использования каких-либо других механизмов защиты информации, например, электронной цифровой подписи. Поэтому закономерным развитием EDI является применение электронных юридически значимых документов, заверенных электронной цифровой подписью.

3.5 Применение электронных юридически значимых документов

Под электронным юридически значимым документом понимается электронный документ, который имеет юридическую силу. Основными реквизитами, подтверждающими юридическую значимость документов на бумажном носителе, являются печать, подпись и применение бланков строгой отчетности с водяными знаками. Для обеспечения юридической значимости электронных документов необходимо решить ряд задач:

- определить основные требования к юридической значимости документа;
- разработать технические средства для реализации механизмов защиты информации;
- утвердить законодательно разработанные технологии.

Следует отметить, что зачастую развитие технологий в сфере электронного документооборота значительно опережает развитие законодательства, поэтому отсутствие необходимых правовых основ применения электронных документов часто значительно замедляет распространение новых технологий. Поэтому рассмотрение вопроса применения электронных юридически значимых документов следует начать с изучения международной и национальной нормативно-правовых систем.

Типовой закон ЮНСИТРАЛ «Об электронной торговле» был принят комиссией Организации Объединенных Наций по праву международной торговли (ЮНСИТРАЛ) в 1996 году для информирования государств, в которых недостаточно были известны методы передачи данных в электронной форме, чтобы эти страны не замедляли общие темпы развития электронного документооборота мировой торговли. Второй целью закона стала унификация требований к электронным документам при международной торговле и создание надежной правовой базы их применения.

Именно типовой закон ЮНСИТРАЛ установил, какие атрибуты должны быть у информации в электронной форме для признания ее юридически значимой: идентификация автора, подтверждение целостности передачи данных, подтверждение фактов отправления и получения, идентификация времени и места отправления и получения электронной информации. В типовом законе нет точного указания на то, какие технические средства и технологии должны использоваться. Сформулированные в законе требования к защите информации впоследствии стали основой для формирования технологии электронной цифровой подписи [53].

Директива 1999/93/ЕС «Об основах применения электронных подписей в странах Евросоюза» позволила систематизировать информацию созданных на тот момент технологиях защиты информации и механизмах осуществления электронной подписи, поэтому в директиве обозначены все требования к электронной подписи: технологии применения, инфраструктуре для обеспечения ее применения, техническим средствам, требования к международному взаимному признанию электронных подписей других стран и т. д.

В директиве выделяется три вида электронных подписей:

– «простая электронная подпись», представляющая собой аутентификацию, например, использование электронной почты с аутентификацией пользователя или любых паролей для входа в систему.

– «усиленная электронная подпись»;

– «квалифицированная электронная подпись» (далее – ЭЦП).

Перечисленные в директиве варианты электронной подписи имеют разный уровень защиты информации, что повлияло в итоге на сферу их применения в национальных законодательствах разных стран.

Типовой закон ЮНСИТРАЛ «Об электронных подписях» 2001 г. преследует те же цели, что и закон «Об электронной торговле», но содержит уже конкретные требования к техническим средствам и технологии применения ЭЦП, порядку признания юридической силы ЭЦП, в том числе при обмене электронными сообщениями между странами, политике применения сертификатов и их распространения [54].

Модельный закон «Об электронно-цифровых подписях» принят на шестнадцатом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ (Постановление № 16-10 от 9 декабря 2000 года) и по своему содержанию является детализацией типового закона ЮНСИТРАЛ «Об электронных подписях» для условий применения в странах СНГ.

Следующим уровнем регламентации применения электронной подписи и электронных документов является национальное законодательство. В законодательстве европейских стран требования к подписанию отдельных видов электронных документов различаются. В некоторых странах законодательством признается только квалифицированная подпись, как в РБ, в других – достаточно усиленной.

Первым законом, принятым в РБ и касавшимся электронного документооборота, стал Закон РБ «Об электронном документе» 10 января 2000 г. Позднее появился Закон Республики Беларусь № 113-З «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» от 28 декабря 2009 г., который отменил закон, принятый в 2000 г.

Основные законы, касающиеся электронного документооборота и электронной цифровой подписи, были сформированы для правовой поддержки развития электронного документооборота во всех странах, участвующих в

международной торговле. Главными вопросами развития электронного документооборота стали вопросы обеспечения юридической значимости электронных документов, аналогичной значимости бумажных документов. Как только были сформулированы требования целостности передачи информации, доказательства авторства и т. д. в течение нескольких лет с 1996 по 2000 гг. были разработаны соответствующие технологические решения.

Рассмотрим технологию реализации ЭЦП на примере РБ.

ЭЦП является реквизитом электронного документа и обеспечивает его юридическую значимость, поэтому каждый элемент в структуре ЭЦП выполняет определенную функцию защиты информации (таблица 3.4) [55].

Механизм ЭЦП основан на криптографии с открытым ключом. Цифровые подписи создаются и проверяются путем использования криптографии, являющейся отраслью прикладной математики, позволяющей преобразовывать сообщения в кажущуюся непонятной форму и обратно в подлинную форму [54].

Таблица 3.4 – Функции и принцип работы элементов ЭЦП

| Элемент ЭЦП | Принцип работы | Функция |
|--|---|---|
| Открытый ключ – последовательность символов | Известен всем участникам документооборота, используется для проверки ЭЦП | Обеспечение подлинности документа |
| Закрытый ключ – последовательность символов | Известен только владельцу, используется для выработки ЭЦП | |
| Хэш-функция – функция расчета некоторой «контрольной суммы» на основании исходного текста данных | Обладает свойством необратимости: по вычисленному от исходной информации хэшу невозможно восстановить исходную информацию. Любое изменение в информации дает иной результат хеширования | Обеспечение целостности передачи данных и защиты данных от подделки |
| Сертификат – документ, подтверждающий принадлежность открытого ключа | Выдается удостоверяющим центром с ЭЦП, подписывается ЭЦП удостоверяющего центра | Подтверждение подлинности ЭЦП и идентификации владельца сертификата ключа подписи |

Проверка знания личного ключа, удостоверение принадлежности открытого ключа и проверка такой принадлежности реализуются с помощью дополнительных методов и средств, в совокупности называемых *инфраструктурой открытых ключей*.

Основной компонент инфраструктуры открытых ключей – организация, оказывающая услуги по распространению открытых ключей и выполняющая одну или несколько из следующих функций: достоверное подтвержде-

ние принадлежности открытого ключа определенным организации или физическому лицу, издание, распространение, хранение сертификатов открытых ключей и списков отозванных сертификатов открытых ключей.

Основными компонентами эффективной инфраструктуры открытых ключей являются:

- удостоверяющий центр – поставщик вышеперечисленных услуг;
- конечные пользователи.

Технология распространения и проверки ЭЦП реализуется следующим образом:

- удостоверяющие центры связывают пару ключей с сертификатами открытого ключа;
- удостоверяющий центр включает свое имя в каждый выпущенный им сертификат и подписывает его своим закрытым ключом;
- удостоверяющий центр выдает ЭЦП пользователю с сертификатом;
- при проверке подписи открытым ключом проверяется подлинность ЭЦП, созданной закрытым ключом пользователя, а открытым ключом удостоверяющего центра проверяется подлинность сертификата.

Построение инфраструктуры открытых ключей с несколькими уровнями проверки ЭЦП реализуется следующим образом: головной удостоверяющий центр издает самоподписанный сертификат ЭЦП и подписывает своей ЭЦП сертификат подчиненного ему удостоверяющего центра, указанный удостоверяющий центр подписывает своей ЭЦП сертификат подчиненного ему удостоверяющего центра и т. д. Для проверки подписи конечного пользователя снизу вверх по порядку с помощью открытых ключей проверяется подлинность сертификатов, пока не подтвердится подлинность сертификата головного удостоверяющего центра через его открытый ключ.

Сертификаты ключей электронных подписей записываются на специальные носители с ограниченным доступом, в роли них может выступать простой флеш-носитель, смарт-карта или *USB*-ключ (*AvToken*).

Алгоритм подписи электронного документа посредством ЭЦП реализуется следующим образом (рисунок 3.5).

1 Путем использования функции хеширования программное обеспечение подписывающего лица исчисляет результат хеширования от документа или его части.

2 Программное обеспечение подписывающего лица преобразует результат хеширования в цифровую подпись при использовании закрытого ключа подписывающего.

3 Документ, подписанный ЭЦП, соотносится с соответствующим сертификатом открытого ключа и присоединяет соответствующий открытый ключ к сообщению.

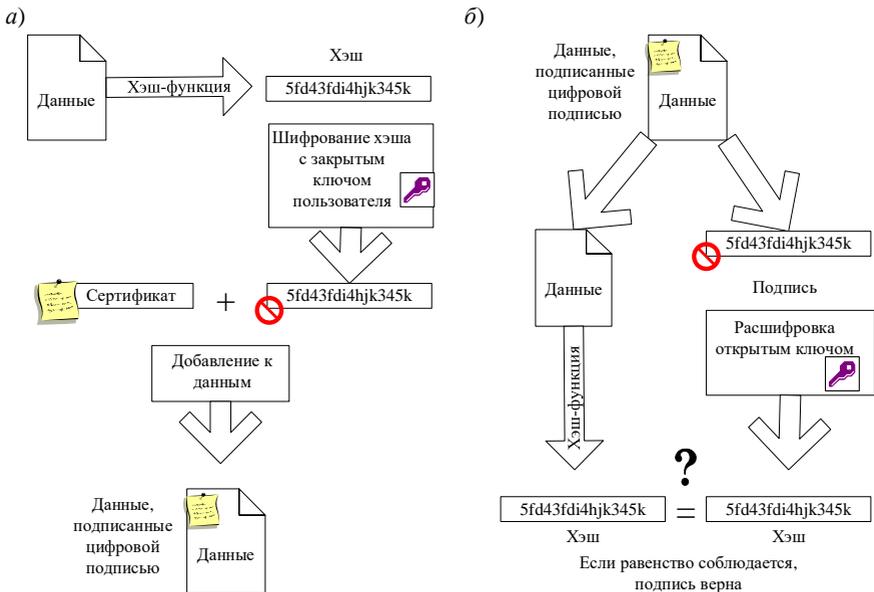


Рисунок 3.5 – Схема, поясняющая алгоритм выработки (а) и проверки (б) ЭЦП

Подлинность ЭЦП проверяется следующим образом.

- 1 Получатель получает данные, подписанные личным ключом, и открытый ключ отправителя.
- 2 Данные расшифровываются с помощью открытого ключа отправителя.
- 3 Осуществляется хеширование документа или его части с помощью той же функции хеширования, которая использовалась для создания цифровой подписи.

4 К электронной подписи применяется алгоритм снятия подписи, в результате чего получает результат хеширования исходного документа.

5 Сравниваются результаты хеширования. Если они одинаковы, то электронная подпись считается действительной при условии, что сертификат действителен.

Таким образом, ЭЦП – реквизит электронного документа, предназначенный для защиты данного электронного документа от подделки, полученный в результате криптографического преобразования информации с использованием закрытого ключа ЭЦП и позволяющий идентифицировать владельца сертификата ключа подписи, а также установить отсутствие искажения информации в электронном документе [56].

Инфраструктура открытых ключей в Республике Беларусь в настоящее время состоит их корневого удостоверяющего центра и подчиненного ему

Республиканского удостоверяющего центра, который непосредственно выдает ЭЦП и сертификаты открытого ключа конечным пользователям. При этом вне централизованной инфраструктуры открытых ключей существуют ведомственные удостоверяющие центры, обеспечивающие ЭЦП работников отдельных предприятий и организаций.

Причиной отсутствия полной централизации инфраструктуры открытых ключей в Республике Беларусь является то, что практическое внедрение ЭЦП опережало развитие национального законодательства. Первые системы документооборота посредством ЭЦП появились в начале 2000-х гг. Организации, которые были заинтересованы в применении электронных юридически значимых документов вынуждены были создавать собственные удостоверяющие центры с одним или двумя уровнями проверки подписи.

Таким образом, инфраструктура открытых ключей в РБ первоначально не формировалась централизованно. Только с 2011 г. в Республике Беларусь в рамках программы «Электронная Беларусь» началось формирование Государственной системы управления открытыми ключами (далее – ГосСУОК). Предполагалось объединение всех существовавших на тот момент ведомственных удостоверяющих центров корневым удостоверяющим центром, что не удалось из-за проблемы их функционального взаимодействия и невозможности признания сертификатов открытых ключей, изданных различными ведомственными удостоверяющими центрами без доработки их программного обеспечения и использующихся в них средств электронной цифровой подписи.

Единственным выходом стало формирование единого республиканского удостоверяющего центра (далее – РУЦ) для обслуживания всех пользователей ЭЦП, что освобождало их от приобретения ЭЦП отдельно в каждом ведомственном удостоверяющем центре для оформления электронных юридически значимых документов для разных организаций. Поэтому всех пользователей, которые получили ЭЦП в ведомственных удостоверяющих центрах, обязали по окончании срока действия ЭЦП получить ЭЦП в РУЦ.

Информацию о порядке предоставления услуг ГосСУОК можно найти на сайте Национального центра электронных услуг (далее – НЦЭУ) [57].

В настоящее время НЦЭУ продолжает развитие проектов, связанных с электронным документооборотом.

3.6 Электронная коммерция в сфере транспортной логистики

Электронная коммерция – это сфера экономики, которая включает в себя все финансовые и торговые транзакции, осуществляемые при помощи компьютерных сетей, и бизнес-процессы, связанные с проведением таких транзакций.

То есть к электронной коммерции можно отнести все, что связано с торговыми и финансовыми операциями и осуществляется через интернет. Предоставление транспортных услуг через интернет также можно отнести к электронной коммерции.

Виды электронной коммерции представлены на рисунке 3.6.

Системы электронной коммерции *B2B* позволяют объединять в одном информационном и торговом пространстве поставщиков и потребителей различных товаров и услуг (в том числе транспортных), такие системы получили название электронных торговых площадок.

Электронная торговая площадка (далее – ЭТП) – программно-аппаратный комплекс организационных, информационных и технических решений, обеспечивающих взаимодействие продавца и покупателя через электронные каналы связи.

| | Государство <i>Government</i> | Частный бизнес <i>Business</i> | Потребитель <i>Consumer</i> |
|-----------------------------------|---|--|--|
| Государство <i>Government</i> | <u><i>G2G</i></u> (координация работы госучреждений, в том числе муниципальных органов власти) | <u><i>G2B</i></u> (информирование об изменениях в законодательстве, госзакупки) | <u><i>G2C</i></u> (социальные выплаты, предоставленные информации населению) |
| Частный бизнес <i>Business</i> | <u><i>B2G</i></u> (развитие систем обеспечения государственных органов, уплата налогов) | <u><i>B2B</i></u> (коммерческие сделки, оптовая торговля, субконтракты, отношения с поставщиками и пр.) | <u><i>B2C</i></u> (розничная торговля, электронные услуги, послепродажное обслуживание и др.) |
| Потребитель <i>Consumer</i> | <u><i>C2G</i></u> (подача налоговой декларации, уплата налогов и сборов, другие операции) | <u><i>C2B</i></u> (участие в опросах и других маркетинговых исследованиях, поиск работы, сравнение цен продавцов) | <u><i>C2C</i></u> (аукционная торговля, доски объявлений и др.) |

Рисунок 3.6 – Виды электронной коммерции

Помимо торговой функции ЭТП выполняют информационную, рекламную, маркетинговую и аналитическую функции, что позволяет участникам ЭТП повышать эффективность их бизнеса. Создателем электронной торговой площадки может стать любая из взаимодействующих сторон (поставщик, потребитель), а также третья сторона, не участвующая в заключении сделок [58].

По применяемой бизнес-модели различают следующие виды ЭТП: электронный каталог, электронный аукцион, электронная биржа, электронные

сообщества. Для целей транспортной логистики применяется вид ЭТП – транспортные биржи.

Транспортная биржа – интернет-платформа для обмена данными об ожидающих отправки грузах и простаивающем свободном транспорте, являющаяся составной частью информационно-логистической инфраструктуры и выполняющая функции виртуального логистического оператора.

Взаимодействующими сторонами транспортной биржи являются грузовладельцы или экспедиторы, представляющие их интересы, и перевозчики. Транспортная биржа должна позволять размещать заказы (заявку на перевозку при наличии груза и, наоборот, поиск груза для транспорта), проводить торги в произвольной форме (две стороны договариваются между собой без посредничества биржи, например, по электронной почте или по телефону) или по установленным на транспортной бирже правилам, заключать договор.

Транспортные биржи различаются по видам транспорта и видам перевозок: автомобильные, железнодорожные, контейнерные, а также по способам оплаты услуг: периодическая или единовременная ставка за размещение информации, ставка за участие в торгах, за заключение сделки и т. д.

На настоящий момент действует большое количество международных транспортных бирж для автомобильных перевозок, контейнерные биржи созданы по большей части для организации морских перевозок, железнодорожная транспортная биржа для вагонов в странах СНГ пока одна и создана ОАО «РЖД».

Рассмотрим транспортную биржу вагонов, ее особенности. *RailComerce* – электронная торговая площадка железнодорожных грузоперевозок. Площадка ориентирована на ключевых участников рынка транспортных услуг: грузовладельцев, владельцев вагонов и операторов подвижного состава.

Сервис позволяет оператору и владельцу вагонов в *online*-режиме найти грузы под перевозку, попутно загрузив вагоны по желаемому направлению после выгрузки. Владелец груза сервис позволяет быстро найти вагоны на ближайшей станции, которые в желаемые сроки и по рыночной цене будут поданы под погрузку.

На транспортной бирже применяются следующие виды торгов: двусторонние торги, торги за перевозку, торги за погрузку. *Двусторонние* торги предполагают самостоятельный поиск участниками биржи подходящих предложений по имеющимся заявкам на перевозку или погрузку, далее между двумя сторонами организуется торг, все существенные условия сделки обсуждаются непосредственно в личном кабинете на торговой площадке, окончательное решение принимается участвующими в торгах сторонами. Таким образом, торги подходят грузовладельцам, которым нужно в сжатые сроки перевезти груз, используя для этого ближайший свободный подвижной состав.

«Торги за перевозку» и «Торги за погрузку» – индивидуализированный подход по продаже услуг предоставления вагонов и предложению погрузки для подвижного состава в периоды колебания спроса. Торги за перевозку проводятся при дефиците вагонов, торги за погрузку – при профиците вагонов. Торги за перевозку предлагают грузовладельцам торги за определенные перевозки в установленном количестве вагонов на определенный период: устанавливается начальная цена лота, грузовладельцы не ограничено подают ценовые предложения до окончания торгов, победители по лотам определяются по утвержденному заранее системному алгоритму транспортной биржи. Торги за погрузку предполагают аналогичный процесс для владельцев вагонов и ориентированы на выстраивание долгосрочных отношений по объемной работе.

Владельцы вагонов отметили значительное сокращение порожнего пробега и времени на поиски клиента при выборе вариантов загрузки через электронную торговую площадку *RailCommerce* [59].

Автомобильные транспортные биржи также выполняют функции виртуального логистического оператора для поиска автомобилей для перевозки грузов и наоборот. Среди наиболее популярных в РФ автомобильных транспортных бирж следует отметить: *ATI, TRANSINFO, Della, Timocom*. Анализ функционала указанных транспортных бирж позволил выявить перечень дополнительных услуг, которые по своему усмотрению добавляют создатели биржи:

- расчет расстояний перевозки;
- формирование ставки за перевозку;
- проверка надежности перевозчиков;
- проверка платежеспособности грузовладельцев;
- дополнительные информационные услуги: вакансии, продажа транспортных средств;
- алгоритм подбора заказов (например, торги за погрузку).

К преимуществам транспортной биржи можно отнести оптимизацию процессов планирования, сокращение порожних пробегов подвижного состава, повышение прибыли перевозчиков.

Развитие электронных торговых площадок в целом выгодно для ликвидации посредников между грузовладельцем и перевозчиком. Статистика показывает, что от 15 до 40 % от стоимости перевозок является комиссией экспедиторов за оказанные услуги, при этом стоимость услуг торговых площадок значительно ниже. Главным преимуществом услуг экспедиторами для грузовладельцев является полная ответственность экспедитора за организацию перевозки, ее документальное оформление, контроль процесса доставки и сохранность груза. Самостоятельный поиск грузовладельцами перевозчиков на транспортных биржах позволяет экономить на издержках стоимости

услуг экспедитора, но не все транспортные биржи дают гарантии надежности участников, а также не обеспечивают работу с претензиями [60].

Следующим закономерным этапом развития транспортных бирж стало появление *uber*-перевозок, которые имеют качество сервиса на уровне экспедиторского и сравнительно небольшую стоимость услуг (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Сравнение услуг *uber*-перевозок, транспортных бирж и экспедиторов

| Критерий сравнения | Посредники-экспедиторы | Транспортные биржи | <i>Uber</i> -перевозки, <i>Deliver</i> |
|---|---|---|---|
| Стоимость услуг | Добавочная стоимость к стоимости перевозок | Плата за торги или размещение заявлений | В среднем на 14 % ниже конкурентов из числа экспедиторов |
| Безопасность груза | Полная ответственность за сохранность грузов | Не несут ответственность за перевозку | Сервис берет на себя юридическую и финансовую ответственность за действия перевозчиков и страхует все грузы |
| Безопасность сделки | Гарантированное обслуживание | Проверка компаний перевозчиков | Оперативно (в среднем за 15 минут) |
| Оперативность поиска перевозчика | Организация перевозки по факту заключения договора | Тендеры и аукционы, требующие времени | Автоматически |
| Трудозатратность выбора для грузоповладельца | Выбор экспедитора или постоянное взаимодействие с ним | Выбор перевозчиков из имеющихся предложений со вспомогательными оповещениями | Каждому заказу прикрепляется персональный логист, который отвечает на любые вопросы клиента и следит за процессом перевозки |
| Документальное оформление перевозки и сопровождение | Выполняется экспедитором | Выполняется грузоповладельцем или может быть организовано посредством электронного документооборота, слежение за перемещением груза | Оптимизация по многочисленным параметрам (уровень загрузки ТС, простой, цена, обратная загрузка) |
| Критерии поиска | По цене | По маршруту и цене | |

Главная идея уберизации – исключение посредников из схем доставки грузов, что значительно сокращает стоимость перевозки, так как без по-

средников не формируется значительная добавленная стоимость на услуги перевозки, при этом платформа направлена на сохранение уровня качества оказываемых услуг: надежность перевозчика, сохранность доставки, гарантии оплаты услуг и т. д.

Второй особенностью является оптимизация процесса распределения заказов на перевозки между водителями. *Uber* распределяет заказы между водителями в зависимости от их загрузки, сокращает простои, оптимизирует маршруты, решает вопросы по обратной загрузке транспорта. Зачастую они готовы загружать транспорт в обратную сторону по цене на уровне себестоимости и даже ниже, лишь бы не ехать порожняком.

Третья особенность – формирование тарифа в зависимости от условий перевозки и спроса. Стоимость предоставляемых водителями услуг может быть динамической. На цену поездки влияют такие факторы, как удаленность и маршрут поездки; большой спрос на перевозки; работа в праздничные дни; сложность груза и т. д. [61].

В таблице раскрываются особенности организации *uber*-перевозок на примере компании *Deliver* по сравнению с традиционной перевозкой с привлечение экспедиторов и с помощью транспортных бирж.

Различают два вида *uber*-платформ по функциональности.

Uber Lite включает в себя одну-две бизнес-функции, например, выбор исполнителя и оплату. Этот сегмент по функционалу ближе всего к грузовому такси.

Uber Heavy вовлечен в максимальное количество процессов в перевозках, нивелируя человеческий фактор: выбор, оплата, контроль технического состояния транспорта, планирование маршрута, контроль погрузки/разгрузки, крепление груза, его размещение в кузове, контроль физического/морального состояния водителя и его навыков вождения, документооборот и т. д. [62].

Самым первым *uber*-проектом в Российской Федерации стал стартап *Deliver* (ранее он назывался *iCanDeliver*), созданный для перевозок между Москвой и Санкт-Петербургом, а также в Московской и Ленинградской областях.

Основной проблемой развития грузовых *uber*-перевозок в настоящее время является сложность стандартизации параметров перевозочного процесса и транспортных средств, что требует создания сложных алгоритмов с учетом многофакторности и многовариантности перевозок. В условиях Республики Беларусь нерешенным также остается правовой статус *uber*-перевозчиков. Следует отметить, что примеры успешного внедрения *uber*-перевозок в странах Европы свидетельствуют о необходимости значительных инвестиций для создания эффективных алгоритмов работы *uber*-платформы.

Uber-перевозки позволят значительно повысить эффективность управления привлеченным транспортом, а также позволят оптимизировать работу

перевозчиков централизованно, но без лоббирования интересов какого-либо одного участника перевозочного процесса [63].

3.7 Цифровые платформы

Цифровая логистика в отличие от обычного процесса внедрения информационных технологий на некоторых элементах логистической цепи предполагает *системный подход* к управлению бизнес-процессами в международных масштабах.

Логистический подход подразумевает системность в рассмотрении бизнес-процессов, а цифровая логистика направлена на применение единого комплекса информационных технологий на всех уровнях и этапах движения товаров по цепи поставок для реализации целей логистики.

Из всего сказанного следует, что основой цифровой логистики должна быть *инфраструктура* или *платформа* для организации эффективных информационных связей и оптимизации потоков данных при управлении бизнес-процессами в цепях поставок с помощью цифровых технологий.

К цифровым технологиям можно отнести практически все информационные технологии и технологии автоматизации, применяемые в логистике. Классификация их по функциям позволяет выделить задачи цифровой логистики:

- формирование единой платформы для взаимодействия (цифровой платформы);
- роботизация и автоматизация технологических процессов (беспилотные транспортные средства, робототехника, дроны, технология бесконтактной идентификации);
- кастомизация продукции за счет изучения потребностей клиентов (технологии с элементами искусственного интеллекта: чат-боты, системы идентификации предпочтений, контекстная реклама в соцсетях, нейросети и машинное обучение);
- контроль перемещения потоков (интернет вещей, технологии мониторинга, спутниковые системы навигации);
- автоматизация контроля и управления параметрами логистической цепи (системы управления потоками: предприятием, цепями поставок и др.);
- взаимодействие участников логистической системы (системы электронного документооборота, электронные торговые площадки и т. д.);
- системный анализ информации по цепям поставок, глобальная оптимизация процессов (СУБД, системы поддержки принятия решений и анализа данных, элементы искусственного интеллекта).

Таким образом, цель цифровой логистики состоит в системной интеграции интеллектуальных и коммуникационных технологий между всеми участниками логистических цепей/систем посредством цифровой платформы [64].

Цифровая платформа должна соответствовать следующим требованиям:

- все параметры материального потока должны быть представлены в цифровом формате;
- обеспечение взаимодействия между всеми участниками перевозочного процесса и контролирующими службами, своевременное предоставление всем указанным участникам необходимой информации;
- организация электронного документооборота;
- обеспечение необходимой защиты информации;
- обеспечение оптимизации процессов с учётом интересов и роли каждого участника перевозочного процесса.

Создать цифровую платформу можно двумя способами, которые различаются по трудоемкости и результативности внедрения. Первый способ – децентрализованный – подразумевает максимальную интеграцию всех уже существующих технологий и систем при управлении цепями поставок, второй – централизованный – подразумевает осуществление унификации форм представления информации и способов её обработки с формированием нового программного обеспечения и единой базы данных для всех участников.

В Китае в настоящее время создана и функционирует национальная логистическая цифровая платформа *National Transport & Logistic Public Information Platform* (далее – *LOGINK*), созданная на основе централизованного подхода.

Создание платформы было включено в 12-й пятилетний план развития КНР на 2014–2020 гг. и финансируется Министерством транспорта КНР.

В единую систему обмена логистической информацией включены 50 основных компаний Китая, 91 логистический парк, 450 тысяч китайских предприятий (28 % – из сферы производства, 17 % – из сферы торговли, 55 % – из сферы транспорта и логистики), все железнодорожные станции и 26 портов КНР, Японии и Кореи.

Для обмена информацией такого большого количества субъектов были разработаны национальные логистические стандарты:

- стандарты обмена информацией;
- система базы данных и система обмена информацией;
- единый портал для обмена с глобальными логистическими системами;
- система интеллектуального анализа данных.

Также при работе платформы приняты меры по обеспечению конфиденциальности данных за счет аутентификации, разграничению доступа к информации. Обмен информацией на платформе реализуется через обмен электронными документами и информационные запросы: сообщения, статусы процессов, НСИ и каталоги. Система обрабатывает 30 млн сообщений в сутки по 26 сценариям взаимодействия. В год через нее проходит 1,35 трлн товаров.

На платформе доступны следующие приложения и сервисы:

- коммерческие приложения: управление логистикой, финансовые сервисные продукты и услуги, ресурсное обеспечение логистики, сервисы информационного внешнеторгового обмена;

- приложения управления перевозками по видам транспорта: управление автомобильными, морскими, железнодорожными перевозками;

- приложения контроля специальных перевозок: мониторинг перевозок лекарственных средств, бытовых отходов, грузовых перевозок.

Схема взаимодействия сторон, которые подключаются к системе, включают разные виды электронной коммерции:

- между предприятиями, перевозчиками, логистическими центрами (*B2B*);

- предоставление государством доступа к публичной информации по запросам предприятиям и перевозчикам (*G2B*), например, о регистрации водителей, электронным накладным, месте нахождения транспорта и т. д. ;

- *B2G* единое окно для сбора информации и координации процессов государством, при этом информация о местонахождении транспортных средств (в том числе судов), собираемое с помощью системы *GPS*-навигации *Beidou*.

Таким образом, преимущество описанной платформы *LOGINK* состоит в стандартизации форматов передачи данных и централизованном формировании платформы государством [65].

Децентрализованный подход заключается в максимальном использовании уже существующих информационных технологий и разработке специальных сервисов, которые обеспечивают взаимодействие участников платформы либо напрямую, либо с использованием уже существующих сервисов. Такой подход применяется в настоящее время для формирования национальной цифровой платформы в Германии и заложен в основу проекта национальных платформ в рамках концепции по формированию экосистемы цифровых транспортных коридоров в странах ЕАЭС.

Состав национальной платформы по версии проекта в странах ЕАЭС:

- сервис предоставления НСИ, текущих оперативных и статистических данных для государственных и коммерческих ИТ-систем в сфере транспорта и логистики, включающий регистрацию и получение прав доступа к сервису, разграничение прав в зависимости от профиля пользователя, формирование запроса на получение НСИ. При этом сервис должен быть интегрирован с информационными системами пользователей;

- сервис электронного сопроводительного документооборота на всех видах транспорта;

- сервис информационного обмена между участниками взаимодействия;

- мониторинг работоспособности платформы;

– аналитика (информационный поиск, агрегация и систематизация данных, формирование выборок данных, формирование многомерных кубов данных и *OLAP*-моделей, поддержка принятия решений);

– моделирование развития национальной транспортной системы (формирование шаблона транспортной модели, сбор и систематизация данных по товарно-транспортным потокам, объектам инфраструктуры, формирование варианта модели развития товарно-транспортных потоков, формирование вариантов модели развития инфраструктуры, проверка релевантности моделей и т. д.);

– мониторинг состояния инфраструктуры;

– мониторинг логистических процессов.

Согласно проекту на техническом уровне разделяются сервисы, предоставляемые государством (электронное лицензирование в сфере транспорта и доступ к перевозке, контроль использования разрешений на международные автомобильные перевозки, электронные пломбы, организация и мониторинг грузов, электронная очередь, электронное таможенное декларирование и т. д.) и предоставляемые бизнесом (планирование и оптимизация маршрута, мониторинг хода перевозки, диспетчеризация хода перевозки (системы *TMS*), электронный заказ перевозки, электронное декларирование, электронная складская логистика (*WMS*), оплата проезда по платным дорогам, электронное страхование, биржа перевозок, системы управления взаимоотношениями с клиентами, системы организации экспедирования и т. д.). Таким образом, часть функций оптимизации и реализации процесса перевозок осуществляется через сторонние сервисы, которые формируются децентрализованно, а потом на общей национальной логистической платформе собирается вся информация и анализируется на глобальном уровне.

Участников национальной платформы можно разделить на государство (государственные структуры), бизнес (перевозчики, экспедиторы, владельцы инфраструктуры, предприятия и т. д.), общество (научные организации и структуры, исследовательские институты), граждане (пассажиры). Между перечисленными участниками осуществляется информационный обмен, инициируемый приложениями платформы с разграничением прав доступа, при этом взаимодействие представлено разными видами электронной коммерции.

Таким образом, цель национальной платформы состоит в интеграции, передаче, систематизации и обработке информации в цепях поставок для алгоритмизированных взаимоотношений участников рынка, объединенных единой информационной средой. Платформа выступает в качестве доверенной третьей стороны между участниками процесса, а также общей СУБД для осуществления аналитики и поддержки принятия решений.

Цифровые логистические платформы отдельных стран станут основой для формирования экосистемы цифровых транспортных коридоров, применение которой в итоге позволит:

- снизить транспортную составляющую в цене готовой продукции;
- снизить себестоимость перевозок, ускорить доставку, повысить качество перевозочного процесса и безопасности;
- минимизировать время на контрольно-надзорные мероприятия;
- повысить эффективность функционирования транспортной инфраструктуры;
- повысить пропускную способность международных транспортных коридоров.

Актуальными проблемами в развитии цифровизации логистических процессов являются:

- различные уровни развития цифровизации в разных странах;
- необходимость совместимости цифровых платформ и национальных систем с созданием синергетического эффекта при их объединении;
- вопрос обеспечения информационной безопасности и коммерческой тайны;
- необходимость формирования цифровых моделей объектов инфраструктуры и транспортных средств, а также груза;
- необходимость определения формата и параметров взаимодействия различных систем или разработка нового программного обеспечения для всех участников цепей поставок, что сопряжено со значительными затратами.

Из перечисленных проблем развития цифровизации следует, что необходимо решить ряд задач по реинжинирингу и цифровизации бизнес-процессов: создать комплекс технологий, методов, алгоритмов унификации и оптимизации информационного взаимодействия участников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Сергеева, В. И.** Логистика : информационные системы и технологии : учеб.-практ. пособие / В. И. Сергеева, М. Н. Григорьева, С. А. Уварова. – М. : Альфа-Пресс, 2008. – 608 с.

2 **Алесинская, Т. В.** Основы логистики. Функциональные области логистического управления. Ч. 3 / Т. В. Алесинская. – Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2010. – 116 с.

3 **Губин, С. В.** Информационные технологии в логистике : курс лекций / С. В. Губин, А. В. Боярчук. – Киев : Миллениум, 2009. – 60 с.

4 **Семененко, А. И.** Предпринимательская логистика / А. И. Семененко. – СПб. : Политехника, 1997. – 349 с.

5 **Марлей, В. Е.** Корпоративные информационные системы : учеб. пособие / В. Е. Марлей, А. Н. Егоров, Н. В. Крупенина. – СПб. : ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова, 2018. – 210 с.

6 **Зайцев, Е. И.** Информационные системы и технологии в логистике и управлении цепями поставок [Электронный конспект]. – Режим доступа : https://www.stud-med.ru/zaycev-e-i-informacionnye-sistemy-i-tehnologii-v-logistike-i-upravlenii-seruyami-postavok_20c38967ded.html. – Дата доступа : 23.06.2022.

7 **Левкин, Г. Г.** Основы логистики : учеб. пособие. 3-е изд. / Г. Г. Левкин. – Москва : Инфра-Инженерия, 2018. – 240 с.

8 **Степанов, Д. Ю.** Интеграция ERP и MES-систем: взгляд сверху / Д. Ю. Степанов // Современные технологии автоматизации. – 2016. – № 2. – С. 108–111.

9 **Горев, А. Э.** Информационные технологии на транспорте. Электронная идентификация автотранспортных средств и транспортного оборудования : учеб. пособие / А. Э. Горев. – СПб. : СПбГАСУ. – 2010. – 96 с.

10 Технология RFID, метки, ридеры и ее применение. RealTrac [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://real-trac.com/ru/company/blog/princip_raboty_tehnologii_rfid_i_ee_primenenie. – Дата доступа : 10.11.2021.

11 **Рачков, М. Ю.** Технические средства автоматизации : учеб. для академического бакалавриата / М. Ю. Рачков. – М. : Юрайт, 2017. – 180 с.

12 Разумные краны. Eigoтах – современный автоматический контейнерный терминал / У. Брюфорс [и др.] // ABB Corporate Management Services AG : ABB REVIEW. – 2006. – № 3. – С. 56–59.

13 **Осипов, В. Т.** Информационно-управляющие системы на железнодорожном и промышленном транспорте за рубежом / В. Т. Осипов, С. М. Резер. – М. : Наука, 1979. – 289 с.

14 Что такое робокар? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://skladmaps.ru/wiki-skladmaps/chto-takoe-robokar1>. – Дата доступа : 18.11.2021.

15 Повышение производительности комплектования заказа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://logist.fm/publications/povyshenie-proizvoditelnosti-komplektovaniya-zakaza>. – Дата доступа : 21.11.2021.

16 **Браганец, П. В.** Автоматизированные складские системы / П. В. Браганец // Control Engineering Россия. – 2016. – № 1. – С. 18–20.

- 17 **Каляев, И. А.** Интеллектуальные роботы : учеб. пособие / И. А. Каляев, Е. И. Юревич. – М. : Машиностроение, 2007. – 360 с.
- 18 **Конюх, В. Л.** Основы робототехники : учеб. пособие для вузов / В. Л. Конюх. – М. : Феникс, 2008. – 282 с.
- 19 Teilnehmer und Systeme. Warehouse Logistics [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.warehouse-logistics.com/de/teilnehmer-und-systeme.html>. – Date of access : 05.01.2022.
- 20 **Манжула, К. П.** Системы и технологии в логистике и на транспорте : учеб. пособие / К. П. Манжула. – СПб. : Политехнический ун-т, 2017. – 189 с.
- 21 **Афонин, П. Н.** Информационные таможенные технологии : учеб. / П. Н. Афонин. – СПб. : Троицкий мост, 2012. – 352 с.
- 22 Базы данных – Урок 1. Понятие базы данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://site-do.ru/db/db1.php85>. – Дата доступа : 06.01.2022.
- 23 **Коголовский, М. Р.** Энциклопедия технологий баз данных / М. Р. Коголовский. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 800 с.
- 24 Системы управления базами данных. Технологии баз данных и знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bseu.by/it/tohod/lekci5.htm>. – Дата доступа : 06.01.2022.
- 25 Базы данных – Урок 3. Реляционные базы данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://site-do.ru/db/db3.php>. – Дата доступа : 06.01.2022.
- 26 Модели данных. Технологии баз данных и знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.bseu.by/it/tohod/lekci2_4.htm. – Дата доступа : 06.01.2022.
- 27 История корпоративных информационных систем [Электронный ресурс] // База знаний научно-популярного сетевого журнала «Корпоративные информационные системы». – Режим доступа : <http://corpinfosys.ru/knowledgebase/history>. – Дата доступа : 08.01.2022.
- 28 Supply Chain Management, SCM. Технологии и концепции Industry 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/supply-chain-management-scmBA>. – Дата доступа : 09.01.2022.
- 29 **Кравченко, А.** Управление цепями поставок в эпоху цифровой трансформации / А. Кравченко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/transport/78912-upravlenie-ceryami-postavok-v-epohu-cifrovooy-transformacii>. – Дата доступа : 09.01.2022.
- 30 **Трифонов, П. В.** Трансформация управления цепями поставок в условиях четвертой промышленной революции / П. В. Трифонов, Р. В. Серышев // СРРМ. – 2018. – № 3 (108). – С. 30–37.
- 31 Что такое SCM? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.oracle.com/ru/scm/what-is-supply-chain-management>. – Дата доступа : 09.01.2022.
- 32 **Иванов, Г.** Управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) : возможности автоматизированных систем и программные продукты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kp.ru/guide/upravlenie-vzaimootnoshenijami-s-klientami.html>. – Дата доступа : 09.01.2022.
- 33 Customer Relationship Management, CRM Технологии и концепции Industry 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/customer-relationship-management-crm>. – Дата доступа : 09.01.2022.
- 34 **Крюкова, А. А.** Алгоритм управления взаимоотношениями с клиентами / А. А. Крюкова // Российское предпринимательство. – 2011. – № 2. – С. 92–98.

- 35 **Паклин, Н. Б.** Бизнес-Аналитика : от данных к знаниям / Н. Б. Паклин, В. И. Орешков. – СПб. : Питер, 2012. – 706 с.
- 36 VI-бизнес-аналитика. Business Intelligence, BI. IT-enterprise [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/business-intelligence-bi>. – Дата доступа : 11.01.2022.
- 37 Data Mining. Systems Engineering Thinking Wiki [Electronic resource]. – Mode of access : http://sewiki.ru/Data_Mining. – Date of access : 11.01.2022.
- 38 **Дюк, В. А.** Data Mining : учеб. курс / В. А. Дюк, А. Самойленко. – СПб. : Питер, 2001. – 368 с.
- 39 **Терелянский, П. В.** Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования : [монография] / П. В. Терелянский. – Волгоград : ВолгГТУ, 2009. – 127 с.
- 40 **Сомов, А. М.** Спутниковые системы связи : учеб. пособие для вузов / А. М. Сомов ; под ред. А. М. Сомова. – М. : Горячая линия – Телеком, 2012. – 244 с.
- 41 **Москвичев, О. В.** Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте : учеб. пособие для вузов / О. В. Москвичев. – Самара : СамГУПС, 2015. – 287 с.
- 42 **Дядюшкина, К. А.** Технологии мониторинга грузопотока / К. А. Дядюшкина // Сборник студенческих научных работ. – Вып. 25. – Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 179–184.
- 43 **Голев, П. А.** Система навигационного мониторинга транспорта / П. А. Горев // Россия молодая : материалы IX Всероссийской науч.-практ. конференции молодых ученых [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0301005.pdf>. – Дата доступа : 13.01.2022.
- 44 **Григорьев, М. Н.** Информационные системы и технологии в логистике : в 3 т. / М. Н. Григорьев, И. И. Дигусов, С. А. Уваров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : СПбГЭУ, 2017. – Т. 2 : Информационные технологии в логистике : учеб.-практ. пособие. – 130 с.
- 45 **Михеева, Т. И.** Интеллектуальная геоинформационная платформа исследования транспортных процессов / Т. И. Михеева, О. К. Головинина, А. А. Федосеев // Информационные технологии и нанотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://repo.ssau.ru/bitstream/Informacionnye-tehnologii-i-nanotehnologii/Intellektualnaya-geoinformacionnaya-platforma-issledovaniya-transportnyh-processov-63783/1/paper%20139_753-761.pdf. – Дата доступа : 13.01.2022.
- 46 **Андронов, С. А.** Введение в интеллектуальные транспортные системы : учеб. пособие / С. А. Андронов, В. А. Фетисов. – СПб. : ГУАП, 2017. – 251 с.
- 47 О существующих в государствах – членах Евразийского экономического союза интеллектуальных транспортных системах, используемых в сфере автомобильного транспорта и дорожного хозяйства : аналитический доклад. – Москва, 2019. – 49 с.
- 48 **Успенский, И. В.** Интернет-маркетинг : учеб. / И. В. Успенский. – СПб. : СПбГУЭиФ, 2003. – 197 с.
- 49 Форматы электронных документов для морского транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://seanews.ru/2017/10/23/5011162/1>. – Дата доступа : 14.01.2022.
- 50 **Doan Thi Mai Anh.** Switching paper to electronic Bills of lading – legal perspective and reform options for Vietnam : a dissertation submitted to the World Maritime University in partial fulfillment of the requirements for the award of the degree of master of science in

maritime affairs (maritime law and policy) / Doan Thi Mai Anh. – The Maritime Commons: Digital Repository of the World Maritime University, 2018. – 63 p.

51 ECN – Status of project. Rail Data [Electronic resource]. – Mode of access : https://otif.org/fileadmin/user_upload/otif_verlinkte_files/05_gef_guet/02_RID_fach/02_2011/CE_2011-A_Annex_2_E.pdf1. – Date of access : 14.01.2022.

52 **Валеев, А.** Когда электронная авиатранспортная накладная долетит до России / А. Валеев [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ecm-journal.ru/docs/Kogdah-elektronnaja-aviatransportnaja-nakladnaja-doletit-do-Rossii.aspx>. – Дата доступа : 14.01.2022.

53 ЮНСИТРАЛ. Типовой закон об электронной торговле и руководство по принятию / Организация объединенных наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://uncitral.un.org/sites/uncitral.un.org/files/v1504119_ebook.pdf. – Дата доступа : 16.01.2022.

54 Типовой закон ЮНСИТРАЛ об электронных подписях и руководство по принятию / Организация объединенных наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/uncitral.pdf. – Дата доступа : 16.01.2022.

55 Об электронном документе и электронной цифровой подписи : Закон Респ. Беларусь от 28.12.2009 г. № 113-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://kodeksy-by.com/zakon_rb_ob_elektronnom_dokumente_i_elektronnoj_tsifrovo_podpisi.htm. – Дата доступа : 16.01.2022.

56 **Полянская, О. Ю.** Инфраструктуры открытых ключей : конспект лекций / О. Ю. Полянская, В. С. Горбатов. – М. : Интернет-университет информационных технологий. Лаборатория Знаний, 2007 – 253 с.

57 НЦЭУ. Национальных центр электронных услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nces.by/o-nas/info/>. – Дата доступа : 16.01.2022.

58 Классификация систем электронной коммерции по составу участников. ИНТУИТ Национальный открытый университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://intuit.ru/studies/courses/3580/822/lecture/30594>. – Дата доступа : 16.01.2022.

59 RailCommerce. Биржа вагонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://railcommerce.com/>. – Дата доступа : 16.01.2022.

60 Обзор транспортных бирж стран СНГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cargolink.ru/ls/blog/1451.html>. – Дата доступа : 16.01.2022.

61 Сервис для грузоперевозок Uber Freight [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://taxivopros.ru/klientam-uber/gruzovoe.html>. – Дата доступа : 16.01.2022.

62 **Козлов, А.** IT и грузовые перевозки / А. Козлов [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : <https://vc.ru/transport/91269-it-i-gruzovye-perevozki>. – Дата доступа : 16.01.2022.

63 **Козлов, А.** Uber. Российские грузоперевозки. Ч. 5 / А. Козлов [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа : <https://vc.ru/transport/157482-uber-rossiyskie-gruzoperevozki-chast-5>. – Дата доступа : 16.01.2022.

64 **Афанасьева, И. Д.** Цифровая логистика / И. Д. Афанасьева, В. В. Борисова. – СПб. : Питер, 2019. – 272 с.

65 Китайская национальная платформа для транспорта и логистики LOGINK – пример реализации цифровой экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://seanews.ru/en/2017/11/30/kitajskaja-nacionalnaja-platforma-dl/>. – Дата доступа : 17.01.2022.

Учебное издание

СКУМИНА Марина Анатольевна

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛОГИСТИКЕ

Учебно-методическое пособие

Часть I

Редактор Я. А. Васильевич
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 07.07.2022 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 6,54. Тираж 100 экз.
Зак. № 1537. Изд. № 16.

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, Гомель