

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ
Кафедра информационных систем управления**

КОЗЛОВ Юрий Александрович

**ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В
УПРАВЛЕНИИ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ**

Дипломная работа

Научный руководитель:
кандидат физико-математических наук,
доцент А. Н. Исаченко

Допущена к защите

«___»_____20__г.

Заведующий кафедрой ИСУ

Доктор технических наук, доцент А. М. Недзьведь

Минск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ SAP ERP КАК ИНФОРМАЦИОННОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ	7
1.1 SAP ERP как наиболее гибкая информационная система управления	7
1.2 Основные понятия и термины в SAP ERP в сфере закупок и логистики	9
1.3 Основные технические понятия и термины в SAP ERP	14
ГЛАВА 2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ «ОАО ГТБ»	17
2.1 Производственная и закупочная деятельность	17
2.2 Организационная структура предприятия.....	19
ГЛАВА 3 УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ НА «ГТБ»	21
3.1 Теоретические аспекты управления материальными потоками	21
3.2 Обзор закупочного процесса	26
ГЛАВА 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАКУПКИ НА «ГТБ»	29
4.1 Автоматизация процесса планирования поступления материалов	29
4.1.1 Теоретические сведения	29
4.1.2 Построение модели прогноза	32
4.1.3 Автоматизация покрытия потребностей	36
4.2 Автоматизация лотирования заявок.....	39
4.3 Автоматизация ручного распределения запасов	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А Схема организационной структуры ОАО «ГТБ».....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Код программы ZMM_PPM_GET_HIST_DATA	51
ПРИЛОЖЕНИЕ В Потребность в фильтрующих элементах по месяцам.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Код программы ZMM_PPM_MNK	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Код программы ZMM_DISTR_MAT	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Код программы ZMM_RFQ_LOT_CREATE	58

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 58 с., 23 рис., 13 источников, 6 прил.

ЛОГИСТИКА, УПРАВЛЕНИЕ, ЗАКУПКИ, SAP ERP, МАТЕРИАЛЬНЫЕ ПОТОКИ, ПЛАНИРОВАНИЕ, ЗАЯВКА, ЛОТ, ГТБ, КОМПАНИЯ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ПОСТУПЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА, МАТЕРИАЛ, ЗАКАЗ

Объект исследования – закупочный процесс предприятия.

Предмет исследования – модели управления материальными потоками предприятия.

Цель работы: исследование и проектирование моделей управления закупочным процессом предприятия.

Методы исследования: анализ и синтез, сравнительный анализ, проектирование, обобщение, прогнозирование.

Исследования и разработки: модели выбора поставщика, трендовые модели, модели управления запасами.

Область возможного практического применения: результаты, полученные в работе, могут быть использованы при выборе наиболее оптимального метода управления материальными потоками предприятиями.

Автор работы подтверждает, что приведенный в ней расчетно-аналитический материал правильно и объективно отражает состояние исследуемого процесса, а все заимствованные из литературных и других источников теоретические, методологические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа: 58 с., 23 рыс., 13 крыніц, 6 дад.

ЛАГІСТЫКА, КІРАВАННЕ, ЗАКУПКІ, SAP ERP, МАТЭРЫЯЛЬНЫЯ ПАТОКІ, ПЛАНАВАННЕ, ЗАЯЎКА, ЛОТ, ГТБ, КАМПАНІЯ, ІНФАРМАЦЫЙНАЯ СІСТЭМА, ПАСТУПЛЕННЕ МАТЭРЫЯЛАЎ, МАТЭРЫЯЛ, ЗАКАЗ

Аб’ект даследавання — працэс закупаў на прадпрыемстве.

Прадмет даследавання — мадэлі кіравання матэрыяльнымі патокамі прадпрыемства.

Мэта работы: даследаванне і праектаванне мадэляў кіравання закупачным працэсам на прадпрыемстве.

Метады даследавання: аналіз і сінтэз, параўнальны аналіз, праектаванне, абагульненне, прагназаванне.

Даследаванні і распрацоўкі: мадэлі выбару пастаўшчыка, трэндавыя мадэлі, мадэлі кіравання запасамі.

Сфера магчымасці практычнага прымянення: вынікі, атрыманыя ў працы, могуць быць выкарыстаны пры выбары найбольш аптымальнага метаду кіравання матэрыяльнымі патокамі на прадпрыемствах.

Аўтар работы пацвярджае, што прадстаўлены ў ёй разлікова-аналітычны матэрыял дакладна і аб’ектыўна адлюстроўвае стан даследаванага працэсу, а ўсе запазычаныя з літаратурных і іншых крыніц тэарэтычныя, метадалагічныя і метадычныя палажэнні і канцэпцыі суправаджаюцца спасылкамі на іх аўтараў.

ABSTRACT

Diploma thesis: 58 pages, 23 figures, 13 references, 6 appendices.

LOGISTICS, MANAGEMENT, PROCUREMENT, SAP ERP, MATERIAL FLOWS, PLANNING, REQUISITION, LOT, GTB, COMPANY, INFORMATION SYSTEM, MATERIAL RECEIPT, MATERIAL, ORDER

Object of the research: the procurement process at the enterprise.

Subject of the research: models for managing material flows in the enterprise.

Purpose of the study: to investigate and design models for managing the procurement process in an enterprise.

Research methods: analysis and synthesis, comparative analysis, modeling, generalization, forecasting.

Research and developments: supplier selection models, trend-based models, inventory management models.

Field of practical application: the results obtained in this study can be used to select the most effective method for managing material flows at industrial enterprises.

The author of the thesis confirms that the analytical and computational content presented herein accurately and objectively reflects the state of the studied process, and that all theoretical, methodological and practical concepts taken from literary and other sources are properly cited and attributed.

ВВЕДЕНИЕ

Современные предприятия функционируют в условиях высокой динамики рыночной среды, где эффективность управления внутренними ресурсами, в том числе материальными потоками, становится критически важной для обеспечения устойчивости бизнеса. Рост объёмов информации, необходимость сокращения затрат, повышение прозрачности логистических операций и ужесточение требований к срокам поставок требуют от компаний перехода от фрагментарных управленческих решений к комплексным моделям организации снабжения. На этом фоне особенно актуальной становится задача цифровизации процессов закупки и внедрения формализованных алгоритмов принятия решений, что позволяет снизить влияние человеческого фактора и повысить управляемость всей цепи поставок.

Одним из ведущих решений, предоставляющих функциональные возможности для реализации таких задач, является интегрированная информационная система SAP ERP. Её модульная архитектура позволяет автоматизировать ключевые бизнес-процессы, включая планирование потребностей в материалах, обработку заявок, формирование заказов поставщикам и контроль поступления ресурсов. Однако использование SAP ERP в полной мере требует разработки адаптированных моделей, отражающих специфику предприятия и логистической структуры.

Настоящая работа посвящена исследованию и проектированию моделей управления закупочным процессом в рамках концепции управления материальными потоками. Объектом исследования выступает процесс закупок на промышленном предприятии, а предметом — методы и алгоритмы, направленные на оптимизацию планирования, обработки заявок и формирования закупочных лотов. Целью дипломной работы является разработка математических и программных моделей, обеспечивающих автоматизацию ключевых этапов управления закупочной деятельностью в системе SAP ERP. В процессе работы также рассматривается вопрос обоснования параметров объединения заявок в лоты, построения логики формирования запросов котировок и выбора подходящих поставщиков.

Актуальность темы определяется растущими требованиями к скорости и точности логистических операций, необходимостью снижения затрат при одновременном обеспечении высокого уровня обслуживания. Представленные в работе модели ориентированы на практическое внедрение в корпоративную ИТ-среду и направлены на обеспечение адаптивного и аналитически обоснованного управления материальными потоками.

ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ SAP ERP КАК ИНФОРМАЦИОННОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

1.1 SAP ERP как наиболее гибкая информационная система управления

В условиях высокой конкуренции на рынке автоматизация внутренних процессов становится одним из ключевых механизмов обеспечения стабильного развития и повышения операционной эффективности предприятий. Управление движением материальных ресурсов, включая закупочную деятельность, складские операции, логистику и производство, требует чёткого взаимодействия, согласованности и высокой точности выполнения операций. Использование математических моделей при организации этих процессов позволяет выстроить системный подход к их оптимизации и принимать обоснованные решения, способствующие снижению затрат и росту производительности. Реальное применение подобных моделей возможно только в совокупности с современными цифровыми платформами, и одной из наиболее мощных среди них является SAP ERP, благодаря своей универсальности, глубокой интеграции и способности к масштабированию.

Платформа SAP ERP обеспечивает автоматизацию процессов на всех уровнях управления материальными потоками — начиная с этапа закупок и заканчивая распределением конечной продукции. Благодаря внедрению SAP, предприятия получают доступ к инструментарию, который не только способствует эффективному управлению ресурсами, но и позволяет задействовать аналитику для более точного прогнозирования и стратегического планирования. Именно поэтому SAP ERP приобретает статус флагманской платформы для компаний, стремящихся к цифровизации, инновациям и лидерству на глобальном рынке.

SAP ERP (Enterprise Resource Planning) представляет собой интегрированную информационную систему для управления ресурсами компании, разработанную немецкой корпорацией SAP SE. Система ориентирована на автоматизацию и совершенствование основных бизнес-функций на уровне предприятия — от управления материальными потоками и производственными процессами до финансов, персонала и иных направлений. SAP ERP объединяет всю информацию и бизнес-операции в рамках единой среды, тем самым снижая вероятность ошибок, ускоряя принятие управленческих решений и повышая общую эффективность компании.

Компания SAP была основана в 1972 году в Германии группой специалистов, ранее работавших в IBM. С самого начала своей деятельности компания фокусировалась на разработке единой платформы для обработки и анализа деловой информации в режиме реального времени. Такой подход дал SAP возможность занять ведущие позиции в сфере корпоративного программного обеспечения и цифровых решений для управления бизнесом.

Сама по себе ERP-система (Enterprise Resource Planning) является интегрированной средой для автоматизации всех ключевых функций предприятия: управления ресурсами, финансами, закупками, логистикой и производством. ERP-платформы формируют единую базу данных для всех подразделений, обеспечивают прозрачность операций, повышают точность деловой информации и ускоряют управленческие процессы. В условиях цифровой экономики качественное управление материальными ресурсами невозможно без применения подобных комплексных решений.

SAP ERP отличается гибкой архитектурой и возможностью масштабирования под нужды конкретного бизнеса. Модульная структура позволяет адаптировать систему под специфику различных отраслей, а также оперативно реагировать на изменения внешней и внутренней среды. SAP активно развивает функциональность своих решений, внедряя элементы анализа больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта, что существенно расширяет потенциал платформы и делает её особенно актуальной в контексте цифровой трансформации бизнеса.

На сегодняшний день программные продукты SAP используются более чем 400 тысячами предприятий в 180 странах. Около 77% глобальных доходных операций проходят через инфраструктуру SAP. Более 90% крупнейших мировых корпораций, включённых в рейтинг Forbes Global 2000, применяют решения SAP для управления своими операциями.

Согласно внутренним аналитическим данным компании, внедрение SAP ERP позволяет ускорить обработку деловых операций на 30–40% и сократить затраты на управление ресурсами на 20–30%, что демонстрирует высокую эффективность и адаптивность системы в корпоративной среде.

Комплексное управление материальными потоками требует точного планирования, постоянного мониторинга и эффективного распределения ресурсов.

Система SAP ERP позволяет автоматизировать эти процессы и реализовывать следующие функции: оптимизация запасов, автоматизация закупочной деятельности, контроль складской логистики, интеграция цепей поставок, а также построение аналитической отчётности.

Таким образом, SAP ERP — это мощное средство автоматизации и оптимизации управления потоками материалов.

1.2 Основные понятия и термины в SAP ERP в сфере закупок и логистики

С целью разграничения бизнес-процессов для более гибкой и правильной их оптимизации, ERP-системы разрабатываются таким образом, что каждый отдельный модуль можно было внедрять и обслуживать параллельно, несмотря на взаимосвязь модулей. Поэтому, система SAP ERP – это многоуровневая и многомодульная система, обеспечивающая параллельную и эффективную работу всех модулей. Для каждого модуля в SAP существует свое терминологическое название.

Наиболее обширные модули:

- **Materials Management (MM)** – модуль процессов логистики и закупок. Он отвечает за процессы учета товаров и их движения: контролирует все процессы, начиная с планирования и отражения в системе потребности в каком-то конкретном товаре и вплоть до его поступления на склад;
- **Extended Warehouse Management (EWM)** – модуль складского управления запасами. Отвечает за внутренние процессы перемещения товаров внутри склада;
- **Finances & Controlling (FI/CO)** – модуль финансов и контроллинга, отвечает за бухгалтерские, стоимостные учетные процессы предприятия;
- **Plant Maintenance (PM)** – модуль технического обслуживания и ремонта оборудования. Этот модуль занимается производственными процессами предприятия и, например, учетом затрат на техническое обслуживание оборудования на предприятии;
- **Sales & Distribution (SD)** – модуль сбыта и дистрибуции. Отвечает за процессы продажи товара предприятием.
- **Business Warehouse (BW)** – модуль бизнес-аналитики, отвечающий за формирование отчетности, планирование бюджета, анализ производственных данных.

Существуют и другие модули в SAP, некоторые из которых также включают в себя большое количество обширных подмодулей, которые могут также отдельно рассматриваться. В данной работе внимание будет сосредоточено на закупочных процессах, вследствие чего будут раскрыты основные понятия модуля MM.

Основным и самым главным термином в модуле логистики и закупок является «материал». **Материал** – это универсальное логическое представление в системе какого-либо отдельного товара (услуги). Любой закупаемый предприятием товар, для ведения его учета, должен быть создан как объект «материал».

Для ведения закупочных процессов, первым делом в системе определяется и настраивается организационная структура предприятия. Для определения этой структуры используются следующие понятия и термины:

- **Балансовая единица (БЕ)** – это наименьшая организационная единица, в рамках которой можно вести полноценную бухгалтерскую отчетность (баланс, отчет о прибылях и убытках). Это юридически самостоятельное подразделение, которое по сути своей отражает юридическое лицо в системе.

- **Завод** – это организационная единица внутри БЕ, в рамках которой ведется как количественный, так и суммовой учет материалов. Он участвует в процессах планирования, получения, хранения товаров.

- **Склад** – это организационная единица, в рамках которой ведется исключительно количественный учет материалов.

- **Закупочная организация** – это такая организационная единица, которая несет ответственность за проведение процессов закупки, таких как выбор поставщиков, заключение договоров, контроль за поставками, ценообразование и т.д.

- **Группа закупок** – это конкретное ответственное лицо или отдел, который занимается выполнением операций закупки, среди которых: оформление заявок, согласование заказов и т.д.

К одной балансовой единице могут быть привязаны несколько заводов, в то время как у каждого завода может быть несколько складов. Однако, в обратную сторону схема работает наоборот. А именно: один склад может быть привязан только к одному заводу, и один завод может быть привязан только к одной балансовой единице.

Закупочная организация в большинстве случаев, в особенности на больших предприятиях, таких как ГТБ или БелЖД, например, связана только с одним заводом в схеме.

Группа закупок – понятие, которое очень тесно связано с организационной структурой предприятия, но по сути своей больше относится к штатной структуре. На предприятиях группа закупок может олицетворять как одно ответственное лицо, так и целый отдел закупок.

Существует много различных вариантов и схем построения организационной структуры предприятия. Один из таких вариантов представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – схема организационной структуры предприятия

При ведении закупочного процесса существует четкая цепочка вводимых в систему документов.

Заявка – это документ, с которого начинается вся закупочная цепочка. Он отражает в ERP-системе возникшую на предприятии потребность в товаре. Заявки в SAP могут быть двух видов: заявки на закупку и заявки на перемещение. Первые предполагают ведение отдельной закупки у внешнего поставщика; вторые предполагают перемещение материалов с одного завода на другой или с одной БЕ на другую. Интерфейс заявки на закупку представлен на рис. 1.2.

Просмотр: Заявка/10408063

Обзор документов вкл. Личные параметры настройки

ПеремещМат (ППМ) 10408063

Заголовок

Ст	Завод	ЭклО	К	Поз.	Завод	СдЗд	П	Материал	Пл.	ГрЗ	Гру...	Групп...	Краткий текст	ЕИ	К-во	ОбщСт...	Заказ...
	Орша...	1201		10	1201	1213	U	12242403	001	002	E039	Матер...	Электроды сварочные ...	КГ	19	313,50	19

Позиция [10] 12242403 , Электроды сварочные LB-5...

Данные материала	Количества и сроки	Оценка	Континировка	Источник поставки	Статус	Контактное лицо	Текст
Количество	19	КТ	Дата поставки	D 03.02.2025			
Заказанное к-во	19	КТ	Дата запроса	08.01.2024			
ОткрытКолич	0	КТ	Дата деблокир.	03.02.2025			

Рисунок 1.2 – интерфейс заявки на закупку

Запрос – это документ, который осуществляет конкурс поставщиков. Он является следствием заявок на закупку, и отправляется поставщикам с целью получения **предложения** – документа, содержащего условия поставки, цены, сроки и другие данные от поставщика по полученному запросу. Интерфейс запроса представлен на рис. 1.3.

просмотр Запрос :: обзор позиций

Запрос: 6000000195 Вид запроса: ZPZ ДатаЗапр: 12.09.2024

Поставщик: 2000000 ГАЗПРОМ ПАО СрокПодачи:

Позиции запроса

Поз.	П	Материал	Краткий текст	ОбъемЗапроса	ЕИЗ	Т	Д/поставки	ГруппМтр	З-д	Скл.	У	Т...
10		12285498	Ключ газовый №1	100 ШТ	D	25.04.2025	M062	1201				

Рисунок 1.3 – интерфейс запроса

Контракт – это аналог в системе долгосрочного соглашения между поставщиком и предприятием. Контракт может быть заключен на конкретную сумму (стоимостной контракт) или на конкретное количество материала (количественный контракт). Интерфейс контракта представлен на рис. 1.4.

просмотр Контракт :: обзор позиций

Договор: 4600181101 Вид договора: ZHK Дата: 23.04.2025

Поставщик: 1001452 МОТЕХСАВТОЗАПЧАСТИ ООО Валюта: BYN

Позиции ДолгосрочнДогов

Поз.	П	К	Материал	Краткий текст	ДоговКол	ЕИЗ	Цена нетто	за	Е...	ГруппМтр	З-д	Скл.	У
10			12242403	Электроды сварочные L..	30.000 КГ		20,001		КГ	E039	1213	S010	
20			12242404	Электроды сварочные L..	4.500 КГ		20,001		КГ	E039	1213	S010	

Рисунок 1.4 – интерфейс контракта

Заказ на поставку – это документ, подтверждающий намерение предприятия закупить необходимую продукцию у конкретного поставщика. По аналогии с заявкой, заказ может быть двух видов: закупочный заказ и заказ на перемещение. В этом документе обязательно указание поставщика. И в качестве поставщика в заказе на перемещение таким образом выступает другой завод

предприятия (или другая балансовая единица). Интерфейс заказа на поставку представлен на рис. 1.5.

Рисунок 1.5 – интерфейс заказа на поставку

Входящая поставка – это документ, который является аналогом в системе товарно-транспортной накладной. Обычно он заполняется складскими сотрудниками и в этом документе указывается, сколько действительно продукции привез поставщик на текущий момент. Интерфейс входящей поставки представлен на рис. 1.6.

Рисунок 1.6 – интерфейс входящей поставки

Поступление материала (ПМ) – это документ, подтверждающий фактическое поступление материала на склад. По созданию документа запас отображается в системе как доступный для использования на заводе-покупателе. Интерфейс документа ПМ представлен на рис. 1.7.

Рисунок 1.7 – интерфейс документа ПМ

Проведение счета – это операция, означающая денежный расчет с поставщиком, осуществляющая движение денежных средств на счет поставщика. Интерфейс документа счета представлен на рис. 1.8.

Рисунок 1.8 – интерфейс документа счета

Итак, стандартную закупочную цепочку можно описать следующим образом. Сперва фиксируется потребность в товаре в виде заявки. Далее на основании заявки создаются документы запросов/предложений для проведения конкурса поставщиков. После определения победителя конкурса, с ним заключается контракт. По контракту создаются заказы на поставку, подтверждающие намерение закупить продукцию по конкретной цене к конкретной дате. После этого, когда товар физически приезжает на склад, создается входящая поставка, куда указывается принятое количество товара, и товар приходится на склад документом поступления материала. Далее происходит операция денежного расчета с поставщиком за поставленный товар (услугу) и цепочка завершается.

1.3 Основные технические понятия и термины в SAP ERP

С технической точки зрения SAP ERP – это трехуровневая система, которая первоначально имеет предустановленный набор инструментов для работы со стандартными процессами.

Первый (низший) уровень – уровень базы данных (БД). Компания SAP разработала собственную БД, которая называется **HANA**. Это гибкий, оптимизированный инструмент, который позволяет удобно работать с данными. Во многих стандартных таблицах, которые предполагают большое количество

записей (например, порядка нескольких миллионов) уже созданы индексы к определенным полям, чтобы существенно ускорить поиск. Также, команда select в HANA работает быстрее, чем в других базах данных за счет уникальной разработки компании SAP, технически осуществляющей выборку по столбцам, а не по строкам.

Второй (средний) уровень – это уровень бизнес-логики приложения. В системе SAP это все возможные программы и функциональные модули, которые предназначены для ведения бизнес-операций. При работе с программами этот уровень задействует базу данных для записи или чтения данных.

Третий (высший) уровень – пользовательский уровень. Это набор экранов и других frontend-элементов, с которыми работает непосредственно сам пользователь. Самый распространенный вариант – это **SAP GUI**. Также используются облачные веб-приложения, которые в наше время набирают все большую популярность.

В системе SAP существует такое понятие, как **транзакция**. Это логически заверченный набор действий пользователя, который объединен в одну запускаемую программу. Это по сути программа, которая запускает цепочку других программ для осуществления конкретного бизнес-действия.

У каждой транзакции есть свой краткий код, который используется для введения в исполняемую строку для запуска. Например, чтобы создать заявку на закупку, необходимо запустить транзакцию с кодом ME51N. При запуске этого кода, открывается экран для ввода определенных данных, необходимых для создания заявки. Также присутствует кнопка «сохранить» для заведения в системе такого объекта, как заявка. Как правило, транзакция завершает работу после выхода из нее (по кнопке «сохранить» или по кнопке «отмена»). На рисунке 1.9 представлено начальное меню SAP – SAP Easy Access, где выделена строка для ввода кодов транзакций.

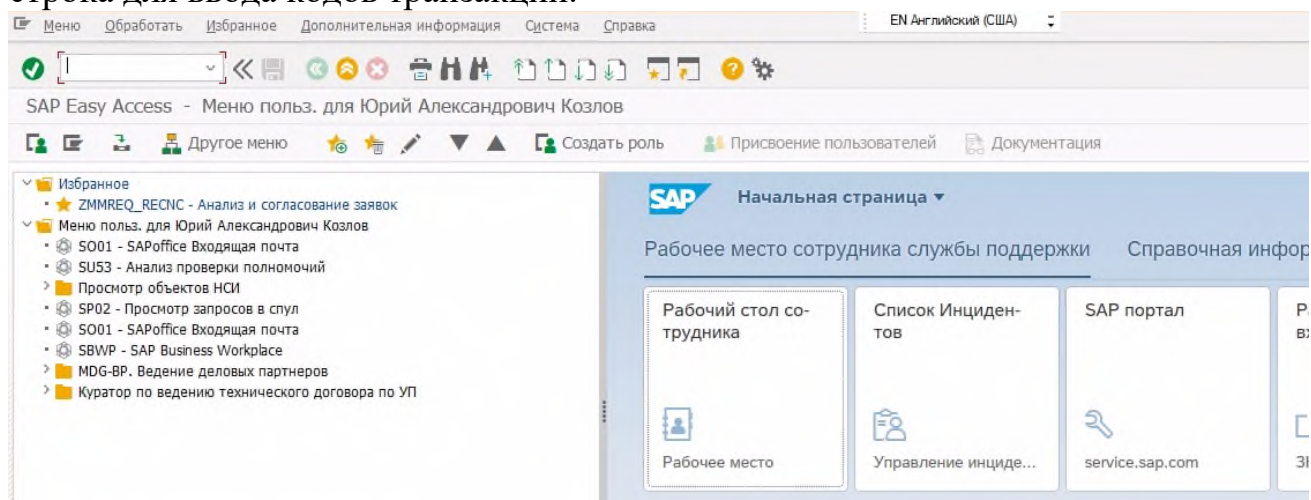


Рисунок 1.9 – меню SAP Easy Access

Разработка программ в системе SAP производится с помощью авторского языка программирования – ABAP/4 (Advanced Business Application Programming). Программы на этом языке работают исключительно во внутренней среде SAP ERP. ABAP – высокоуровневый язык программирования, содержащий в себе команды доступа к базе данных (SQL-запросы), команды вычислительных операций, команды создания экранов. Также он поддерживает ООП-парадигму. Это простой и гибкий язык, который одновременно позволяет функционально доработать любой из трех уровней системы SAP.

SAP позволяет вносить изменения в свой стандартный код программ в определенных местах. Так, существует такое понятие, как **enhancement** – место расширения исполняемой программы. По умолчанию в каждой исполняемой программе, или в функциональном методе (ФМ), есть такое место в самом начале или в самом конце. Реже – такие места есть и в середине логики программы.

Помимо внесения изменений в стандартный код, SAP позволяет создавать собственные программы, ФМ и транзакции. Такие разработки обозначаются как z-разработки. То есть, существует правило, по которому при разработке собственной исполняемой программы, ее название необходимо начинать с буквы Z. Таким образом, при отладке программ легко определить, можно ли вносить изменения в такой код. Это также помогает при распознавании ошибок. Если ошибка возникает в z-программе, ее можно исправить, тогда как если ошибка возникает в стандартном коде, стоит задуматься, что это стандартное поведение системы и ошибка кроется в некорректных действиях пользователя.

На рисунке 1.10 представлен интерфейс основного инструмента для ABAP-разработки в системе SAP – ABAP Development Workbench.

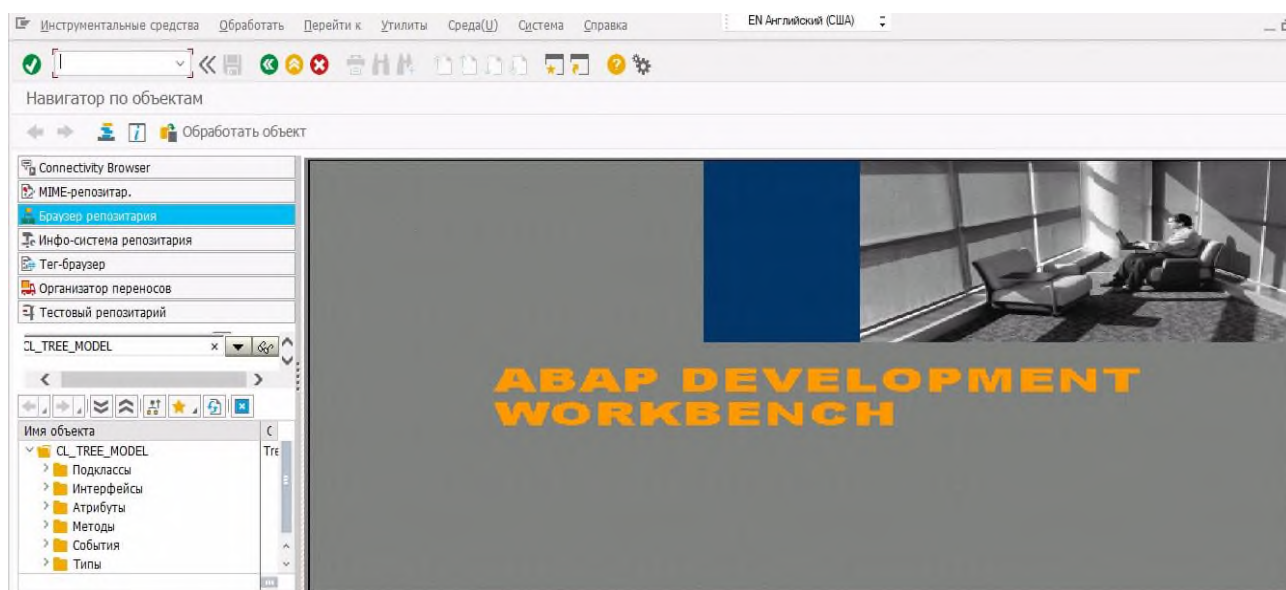


Рисунок 1.10 – ABAP Development Workbench

ГЛАВА 2

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ «ОАО ГТБ»

2.1 Производственная и закупочная деятельность

Открытое акционерное общество «Газпром Трансгаз Беларусь» (сокращенно — ОАО «ГТБ», ранее — ОАО «БелТрансГаз», в кругах сотрудников компании и подрядчиков — «Общество») — предприятие, являющееся дочерней организацией российской компании ПАО «Газпром».

Согласно [12], это ведущий поставщик природного газа во все регионы Республики Беларусь, обеспечивающий бесперебойное снабжение потребителей в РБ, а также надежный партнер в транспортировке природного газа на международном рынке. По газопроводам компании обеспечивается транзит российского газа в Калининградскую область Российской Федерации и в Литовскую Республику.

Газотранспортная система Республики Беларусь, эксплуатируемая Обществом, включает около 8 тыс. км газопроводов, 13 компрессорных станций, 3 подземных хранилища газа, 227 газораспределительных станций и многочисленные другие сооружения, предназначенные для хранения и транспортировки газа. ОАО «ГТБ» эксплуатирует белорусский участок газопровода «Ямал — Европа» протяженностью почти 600 км линейной части и пяти компрессорных станций.

В сфере деятельности ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» входит:

- транспортировка природного газа по территории Беларуси;
- обеспечение природным газом потребителей в Беларуси;
- реализация метана через сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС);
- промышленная безопасность;
- анализ окружающей среды

ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь» — это бизнес огромного масштаба. Предприятия, заводы, филиалы и офисы компании работают круглосуточно, выполняя поставленные локальные и международные задачи. Согласно опубликованной Обществом информацией [1] по прибыли и затратам, за предыдущий год компания заработала около 7 млрд. 300 млн. белорусских рублей или же около 2,2 млрд. долларов. При этом огромная часть этих денег реализуется в затратах Общества на следующие пункты:

- реализацию продукции, товаров, работ, услуг;
- управленческие расходы;

- прочие расходы по текущей деятельности;
- налоги, зарплаты, социальные выплаты и пр.

При этом, около 80% от всех затрат ОАО «ГТБ» приходится на реализацию продукции, товаров, работ, услуг.

При изучении масштабов деятельности компании, статистики, данных о затратах и прибыли, становится совершенно очевидным тот факт, что вести такой бизнес просто невозможно без современных информационных управляющих систем. Бизнес, который ведется компанией, является настолько большим, что сложно за один раз перечислить все осуществляемые процессы в нем. Тем не менее, исходя из затрат, делается один важный вывод – компания ГТБ ведет непрерывную, крупнейшую, требующую не только больших денежных затрат, но и полноценного учета, закупочную деятельность. В товарообороте Общества находится около 200 тыс. различных видов оборудования, услуг и товаров, среди которых: газовые трубы различных размеров, насосы, измерительные приборы, электроды, электрические приборы, газопроводные элементы и многое другое. При этом Обществом совершается более 160 тыс. закупочных операций ежегодно.

Для организации полноценного процесса закупки ОАО «ГТБ» проводит тендерные мероприятия. Это означает, что компания устраивает конкурс между всеми возможными желающими поставщиками какой-либо конкретной продукции или услуги и выбирает в итоге наилучшего в плане выгоды и условий. Проведение тендера по сути является частью закупочного процесса компании, который она, в свою очередь, активно стремится автоматизировать и внедрить в полномасштабное ведение сотрудниками в ближайшие сроки.

Весь закупочный процесс предприятия, как и многие другие процессы, которые осуществляются компанией, автоматизируются с помощью информационной управляющей системы SAP ERP.

Поставщиком услуг по технической поддержке SAP-платформы компании «ГТБ» осуществляет в настоящее время компанией ООО «АтлантКонсалтСофт». В 2025 году эта компания в очередной раз выиграла тендер, получив на год в свое обслуживание такой крупный бизнес-проект. В настоящий момент на проекте ГТБ в компании АтлантКонсалтСофт задействовано больше 50 сотрудников, многие из которых активно осуществляют техническую поддержку и выполняют новые доработки. Ежемесячно в акт выставляется более 1000 рабочих часов, что в очередной раз подчеркивает тот объем работы, который выполняется сотрудниками компании-подрядчика в силу масштабности самого предприятия ГТБ.

Система SAP, принадлежащая компании ГТБ, наполнена большим количеством как настроенных стандартных программ и процессов, так и собственных z-доработок. При этом в ней содержатся миллионы записей исторических данных и налажены десятки бизнес-процессов. Однако, вместе со своим развитием, Общество стремится актуализировать свой основной отчетный инструмент. Так, компания в настоящий момент полностью перерабатывает свой закупочный процесс, внедряя в него тендерный процесс, процесс планирования поступления запасов, частично перестраивает организационную структуру. В силу этого уже продолжительное время ведутся соответствующие работы по созданию и изменению приложений в SAP-системе предприятия.

Также Общество стремится развивать свой основной учетный инструмент с целью интеграции его с другими важными инструментами, которые в настоящее время используют сотрудники компании для ведения бизнеса.

2.2 Организационная структура предприятия

Предприятие ОАО «ГТБ» имеет под своим контролем большое количество различного рода зданий, находящиеся во всех регионах Республики Беларусь. Это не только офисные здания и склады, но и технические постройки, газотранспортные станции, хранилища газа и др.

Для моделирования организационной структуры предприятия в системе SAP в терминах Общества было введено понятие «филиал». **Филиал** – это комплекс сооружений, объединенных по географическому признаку (как правило – находящиеся в одном городе). В рамки филиала обычно входят: офисное здание для сотрудников, складские помещения для хранения материалов и технические сооружения. Основные филиалы ГТБ в различных городах Беларуси. Среди них областные центры, а также Несвиж, Крупки, Слоним, Кобрин и пр.

С учетом введения филиала, организационная структура ОАО Газпром Трансгаз Беларусь принимает вид как в Приложении А. Рассмотрим приведенную схему подробно.

В качестве балансовой единицы было взято ОАО ГТБ, так как это отдельное юридическое лицо, не включающее в себя иных юридических лиц. Полноценная бухгалтерская отчетность формируется на уровне всего Общества.

В качестве заводов были использованы филиалы. У каждого филиала присутствует своя нумерация в системе, номер филиала зависит от города, в котором он находится. Всего насчитывается 23 филиала в системе. При этом – филиалы 1213 и 1223 вынесены отдельно. Эти филиалы являются центральными.

На них ведется централизованная закупка материально-технических ресурсов (МТР), которые не закупаются отдельно другими, не являющимися центральными, филиалами, и которые попадают на эти филиалы через центральные путем операции перемещения.

Так, центральные филиалы на предприятии созданы для внедрения такого процесса, как **перемещение** запасов наряду с проведением закупки у внешних поставщиков.

Для осуществления закупки каждому отдельному заводу присвоена своя отдельная закупочная организация с таким же номером.

У каждого филиала присутствует свой набор складов. Их количество зависит от количества физических строений, которые могут хранить продукцию в рамках одного филиала. Также необходимо отметить, что на схеме среди складов присутствуют так называемые склады МОЛ. **МОЛ (материально-ответственное лицо)** – такой вид склада, который олицетворяет в системе конкретного человека, сотрудника компании, ответственного за ту или иную продукцию. К примеру, это используется при закупке спецодежды для складских рабочих. Физически каждому сотруднику выдается комплект спецодежды, а в системе SAP это отображается как поступление комплекта спецодежды на склад МОЛ.

В SAP-системе Общества существуют несколько десятков различных групп закупок, соответствующие различным отделам на предприятии. Группа закупок – важное понятие в штатной структуре предприятия.

Таким образом, организационная структура предприятия ОАО ГТБ позволяет вести получение МТР двумя различными способами: перемещением материалов с центральных закупочных филиалов и закупкой у внешних поставщиков.

ГЛАВА 3

УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ НА «ГТБ»

3.1 Теоретические аспекты управления материальными потоками

Объектами как теоретического исследования, так и практического управления в логистике являются разнообразные потоки: материальные, информационные, финансовые и прочие, циркулирующие внутри и между предприятиями. Отличительная черта логистического подхода заключается в том, что он рассматривает систему как единый, взаимосвязанный поток. Ранее управление концентрировалось преимущественно на конкретных материальных объектах, тогда как логистика сосредотачивает внимание на динамике потока — совокупности элементов, объединённых единой целью, направлением движения и временем протекания. Такая точка зрения позволяет шире оценивать процессы снабжения, производства и распределения, а также находить резервы для их оптимизации. Особую ценность в логистике представляет материальный поток, который можно определить, как упорядоченное, регламентированное и физическое перемещение материально-технических ресурсов, происходящее в реальном времени. Это движение охватывает весь жизненный цикл продукции: от поставщика сырья до конечного потребителя, включая внутренние перемещения в производственном процессе. Материальный поток обладает определёнными измеримыми параметрами, такими как объём, масса, время, количество объектов, и может быть охарактеризован через множество взаимосвязанных показателей.

Поток как логистическая категория представляет собой процесс, происходящий на определённом временном интервале, в рамках которого совокупность объектов перемещается по заданной траектории от начальной к конечной точке. Поток характеризуется не только своей протяжённостью, но и параметрами, описывающими его структуру и поведение: начальный и конечный пункт, длина маршрута, скорость движения, время доставки, интенсивность потока, промежуточные пункты обработки и хранения. Возможность дальнейшего изменения потока — одна из его важнейших характеристик, поскольку именно она делает возможным его управление.

Технология движения материального потока охватывает процессы изменения пространственного и временного положения его элементов, а также их количественных и качественных характеристик. Это могут быть перемещения, трансформации, упаковка, сортировка и иные логистические

действия, производимые с товарами, сырьём или продукцией. Технологии этих процессов включают транспортировку, хранение, обработку, сборку, фасовку и упаковку, то есть все действия, которые изменяют состояние объектов в рамках потока.

Логистическая система включает множество логистических операций, каждая из которых представляет собой минимально возможную единицу логистической деятельности, выполняемую в конкретной точке пространства с применением одного технического средства. Примерами таких операций являются приёмка, разгрузка, погрузка, фасовка, упаковка, маркировка, сортировка, размещение, отбор и отпуск товара. Это действия, направленные на обработку материальных потоков, поддержание их движения и обеспечение целостности на всех этапах.

Набор логистических операций, выполняемых в одном месте, образует логистическую процедуру. Она представляет собой более сложную функциональную единицу, служащую достижению конкретной логистической цели. К числу распространённых логистических процедур можно отнести такие, как приёмочный контроль, формирование грузов, комплектование заказов, создание транзитных и сборных партий, подготовка к транспортировке. Все эти процедуры способствуют ускорению логистических циклов, улучшению качества обслуживания и снижению операционных затрат.

Управление материальными потоками направлено на достижение высокой скорости движения ресурсов, повышение их оборачиваемости, снижение времени цикла поставки и, как следствие, ускорение возврата вложенных средств в форме прибыли. Эффективное управление становится возможным только при наличии механизмов и инструментов для количественной и качественной оценки состояния потока. Это влечёт за собой необходимость постоянного измерения и анализа параметров потока.

С логистической точки зрения, запас — это форма существования материального потока, находящегося в состоянии покоя. Он возникает, когда поток прерывается или задерживается в какой-либо точке логистической системы. Запасы играют важную роль в обеспечении устойчивости и непрерывности логистических процессов, они позволяют избежать дефицита и перебоев в снабжении, компенсируя различия между входящими и исходящими потоками.

Складские и производственные запасы присутствуют в различных организациях: промышленных предприятиях, торговых компаниях, логистических операторах, учреждениях сферы услуг, банках, страховых компаниях, транспортных хабах и др. Запасы служат обеспечению основных и

вспомогательных видов деятельности, формируя резерв товарно-материальных ценностей, ожидающих потребления.

Запасы образуются в результате входящего потока — поставок от других звеньев логистической цепи, и расходуются посредством выхода — отгрузок, продаж или внутреннего потребления. Если вход и выход сбалансированы по объёму, времени и другим параметрам, запасы не образуются, и применяется подход "точно в срок". В противном случае, возникает необходимость в создании буфера.

Классификация запасов может быть проведена по нескольким признакам. По местоположению различают производственные запасы (сырьё, материалы, полуфабрикаты) и товарные запасы (находящиеся в каналах распределения). Последние, в свою очередь, делятся на запасы в пути и запасы, размещённые на складах торговых организаций.

По времени запасы делятся на:

- Максимальный желаемый запас — это экономически целесообразный уровень, принимаемый за ориентир при расчётах площади хранения и объёма заказов.
- Минимальный или пороговый запас — точка, при достижении которой инициируется новый заказ.
- Текущий запас — фактический объём материальных ресурсов в наличии на данный момент.
- Страховой запас — резерв, предназначенный для покрытия непредвиденных сбоях в снабжении или росте спроса.
- Неликвидные запасы — это залежалый, устаревший или бракованный товар.

Для эффективного управления необходимо рассчитывать средний запас, который может быть выражен в натуральных или стоимостных единицах:

$$Z_{\text{ср}} = \frac{Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}}}{2}, \quad (3.1)$$

где $Z_{\text{ср}}$ — средний запас за некоторый период;

$Z_{\text{н}}$ — запас на начало некоторого периода;

$Z_{\text{к}}$ — запас на конец некоторого периода.

Средний запас за несколько периодов определяется следующим образом:

$$Z_{cp} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Z_{(cp)i} , \quad (3.2)$$

где $Z_{(cp)i}$ – средний запас за период i .

Размер страхового запаса определяется по формуле:

$$Z_{страх} = \frac{S}{D} * T_{noc}^{cp}, \quad (3.3)$$

где T_{noc}^{cp} – средняя длительность поставки;

D – количество дней в рассматриваемом периоде;

S – прогнозируемый объем спроса запаса в рассматриваемом периоде.

Товарооборачиваемость показывает, сколько раз за анализируемый период организация использовала средний имеющийся их остаток. Анализ оборачиваемости запасов на предприятии позволяет оценить эффективность управления запасами, выявить остатки неиспользуемых или некондиционных запасов, что в свою очередь, увеличит эффективность использования средств [3, с. 25]. Определяется с помощью двух показателей: скорость товарооборота и время обращения товаров.

Скорость товарооборота показывает, сколько раз в течение одного периода продается и возобновляется имеющийся товарный запас. Показатель определяется числом оборотов запаса в течение одного периода:

$$C_{то} = \frac{O}{Z_{cp}}, \quad (3.4)$$

где O – товарооборот за некоторый период;

Z_{cp} – средний запас за некоторый период.

Скорость товарооборота может рассчитываться по отдельным складам, по отдельным позициям ассортимента. Если запас является производственным, то расчетный показатель будет называться скоростью оборота, который может рассчитываться отдельно по каждому виду ресурсов.

Время обращения товаров (T) показывает продолжительность периода, в течение которого реализуется запас, время нахождения товаров в сфере обращения или на складе торгового предприятия; T определяется по формуле:

$$T = \frac{Z_{cp} * t}{O}, \quad (3.5)$$

где t – число дней в периоде.

Товарооборот здесь также должен быть освобожден от повторного счета. Следует отметить, что снижение времени обращения товаров позволяет эффективно использовать оборотные средства и экономить издержки обращения. При этом показатель времени обращения товаров обратно пропорционален показателю скорости товарооборота, т.е.

$$T = \frac{t}{C_{\text{то}}} . \quad (3.6)$$

Готовность к поставке используется как для оценки собственного уровня сервиса, так и для уровня сервиса, оказываемого поставщиком. Рассчитать данный показатель можно [3, стр. 81].

По числу заказов:

$$\Gamma_{\text{п}} = \frac{Ч_{\text{вз}}}{Ч_{\text{о}}} \cdot 100\% , \quad (3.7)$$

где $Ч_{\text{вз}}$ – число выполненных заказов;

$Ч_{\text{о}}$ – общее число поступивших заказов.

По объёму заказа:

$$\Gamma_{\text{п}} = \frac{m}{M} \cdot 100\% , \quad (3.8)$$

где m – фактический объем поставок в количественном выражении;

M – объем заказа в количественном выражении.

Объём, который необходимо заказать или оптимальный объём запаса рассчитывается по так называемой формуле Уилсона:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot C_0}{C_h}} , \quad (3.9)$$

где Q^* – оптимальное количество запаса;

S – потребление запаса за определённый период времени;

C_0 – накладные затраты расходы на каждую поставку;

C_h – затраты на хранения единицы продукции за определённый.

Оптимальный срок между поставками рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{Q^*}{S_{\text{дн}}}, \quad (3.10)$$

где $S_{\text{дн}}$ – дневной спрос на товар.

В реальных ситуациях следует учитывать время выполнения заказа Θ . Для обеспечения бесперебойного снабжения заказ должен подаваться в момент, когда уровень запаса достаточен для удовлетворения потребности на время выполнения заказа.

Точка заказа — это уровень запаса, при котором необходимо сделать очередной заказ. Рассчитывается точка заказа по формуле:

$$TЗ = t_{\text{в}} \cdot S_n, \quad (3.11)$$

где $t_{\text{в}}$ – время выполнения;

S_n – потребление запаса за определённый период времени n .

В свою очередь оптимальная стратегия предусматривает следующие наименьшие суммарные затраты работы системы в единицу времени:

$$L = C_h \cdot Q^* \quad (3.12)$$

Полная формула расчета логистических затрат принимает вид:

$$C_{\text{л}} = \frac{C_o \cdot S}{Q^*} + \frac{Q^* \cdot C_h}{2}. \quad (3.13)$$

3.2 Обзор закупочного процесса

Для успешного управления материальными потоками необходимо анализировать и оптимизировать процессы закупок, производства, складирования и распределения товаров. Важными аспектами управления материальными потоками на сегодняшний день являются использование современных информационных технологий, применение методов и моделей логистики, а также учет экономических и технических показателей.

На рисунке 3.1 представлена цепочка процесса закупки в SAP ERP на предприятии ОАО ГТБ. Как было отмечено ранее, процесс состоит из двух ветвей: перемещение запасов с центральных закупочных филиалов и закупка у внешних поставщиков.

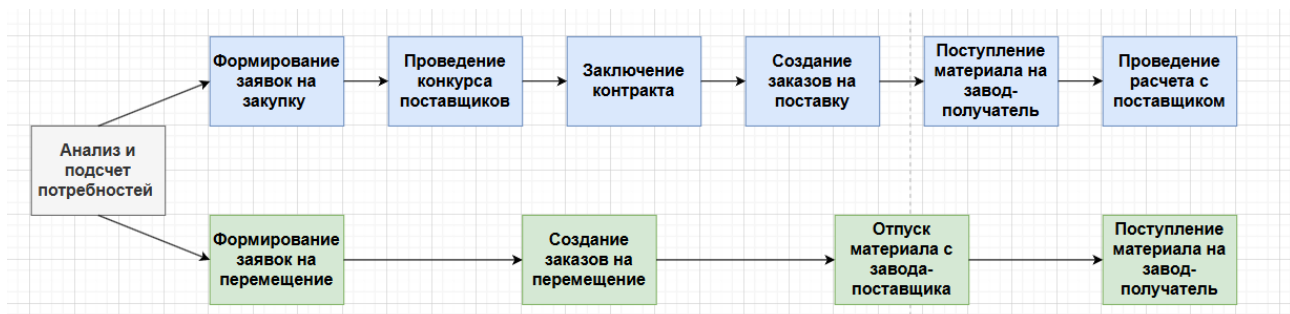


Рисунок 3.1 – цепочка процесса закупки на ГТБ

Процесс закупки, построенный в системе SAP ERP, полностью строится на том, каким образом процесс происходит в реальности. Шаги, выполняемые сотрудниками во время закупки, сопровождаются аналогичными действиями в системе и так же документируются.

Как следствие, автоматизация процесса на базе SAP позволяет целиком перенести процесс в SAP ERP: пользователю достаточно выполнять шаг за шагом все действия в системе, что заменит всю рутинную работу по ведению процесса. Как пример, реальным физическим документам, которые создаются во время ведения закупки (товарно-транспортная накладная, контракт, накладная на отпуск и т.д.), в SAP заведены их полные цифровые аналоги (входящая поставка, контракт, документ отпуска материала и т.д.). В SAP доступна полная настройка печати таких документов: в соответствии с расположениями текстовых элементов на физическом листе бумаги, настраивается формат печати, после чего автоматически сформированные документы можно нажатием кнопки «перенести в реальный мир».

Каждый шаг процесса закупки возможно автоматизировать в системе SAP. Так, весь процесс закупки можно вести именно в этой системе, к чему и стремится ОАО ГТБ.

Современные предприятия, такие как ГТБ, функционируют в условиях высокой рыночной конкуренции, нестабильности поставок и постоянно растущих требований к эффективности производственных процессов. В таких условиях организация чёткого и своевременного снабжения материальными ресурсами становится одним из ключевых факторов устойчивой и рентабельной работы компании. Одной из центральных задач логистики на предприятии выступает **планирование поступления материалов (ППМ)**, которое представляет собой комплекс мероприятий по определению объёмов, сроков и источников покрытия потребностей в ресурсах. Эффективность данного процесса напрямую влияет на непрерывность производства, уровень складских запасов, финансовую устойчивость и общую гибкость бизнеса.

Однако на практике традиционное, ручное планирование поступлений сталкивается с рядом объективных ограничений: ограниченная скорость обработки информации, высокий риск ошибок из-за человеческого фактора, отсутствие прозрачности и слабая взаимосвязь между различными подразделениями предприятия. В условиях увеличения номенклатуры материалов, структуры с большим количеством филиалов и наличия различных каналов поставки — внутренние перемещения и внешние закупки — процесс ППМ требует комплексного подхода и точной координации. Попытки выполнять такие операции вручную приводят к несвоевременным заказам, накоплению избыточных запасов или, напротив, к дефициту ресурсов, что влечёт за собой прямые финансовые потери.

Автоматизация процесса планирования поступления материалов позволяет устранить указанные проблемы за счёт внедрения информационных систем, которые интегрируют данные о спросе, остатках, сроках поставок и производственных потребностях. Такой подход обеспечивает системность, прозрачность и воспроизводимость логистических решений. Современные ERP-системы, в частности SAP ERP, позволяют реализовать алгоритмы прогнозирования, автоматическое формирование заявок, оценку приоритетов между перемещением и закупкой, а также контроль исполнения заказов в режиме реального времени.

Следует отметить, что автоматизация ППМ не только упрощает работу логистических подразделений, но и повышает управляемость всей цепи поставок. Благодаря точному прогнозу и оптимальному формированию заказов снижаются издержки на хранение, минимизируются простои, ускоряется оборачиваемость оборотных средств, а также достигается высокий уровень обслуживания внутренних и внешних потребителей.

В приведенной закупочной цепочке компании ГТБ самым «проблемным» местом как раз и является планирование поступления материалов.

Система SAP ERP предоставляет обширный стандартный инструментарий для ведения ППМ. Для этого созданы отдельные транзакции, отдельные правила запуска планирования, отдельные модели прогноза. Однако, учитывая все закупочные нюансы предприятия, учитывая организационную его структуру, этот процесс далеко отошел от стандартного и требовал полной разработки с нуля.

Таким образом, для повышения эффективности материально-технического обеспечения и устойчивого развития предприятия ОАО ГТБ в условиях цифровой экономики и усиливающейся конкуренции, необходима полная автоматизация процесса ППМ на базе платформы SAP.

ГЛАВА 4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАКУПКИ НА «ГТБ»

4.1 Автоматизация процесса планирования поступления материалов

4.1.1 Теоретические сведения

Автоматизация планирования поступления материалов является ключевым направлением в развитии логистических процессов на современных предприятиях. Эффективное решение этой задачи требует не только внедрения информационных систем, но и применения формализованных математических подходов, обеспечивающих точность и устойчивость планирования. В условиях многономенклатурных запасов, различной периодичности потребления и нестабильности внешних поставок именно модели прогнозирования становятся основой для принятия обоснованных решений о времени и объемах закупок или перемещений.

Для решения задачи автоматизации процесса планирования поступления материалов существует много различных методов. Среди них как простые, так и более сложные. Среди простых – например, формула Уилсона для расчета оптимального количества запаса к закупке. Среди более сложных – например, построение моделей машинного обучения или использование нейронных сетей.

Помимо приведенных методов решений таких задач, можно также отметить построение математической модели. Широко применяются для решения такого рода задач трендовые модели. **Трендовые модели** – это такие математические модели, которые являются инструментами аналитического прогнозирования на основе простой логики и аппроксимации. Они предназначены для описания и прогнозирования долгосрочной тенденции изменения показателя во времени. Трендовые модели основываются на предположении, что наблюдаемые данные (например, объемы продаж, спрос на товары, расходы и прочее) изменяются не произвольным образом, а согласно определенному направлению – **тренду**.

Главная задача трендовой модели – выявление закономерности во временном ряду и построение уравнения, согласно которому можно было бы спрогнозировать будущее значение того или иного исследуемого показателя.

В отличие от простого учета нормативов или экспертных оценок, математическое моделирование трендов позволяет учесть изменение

интенсивности потребления во времени, а также адаптироваться к внешним и внутренним колебаниям в логистической системе предприятия.

Трендовые модели, как и модели машинного обучения, анализируют исторические данные, которые изменялись через какой-то промежуток времени. Например, месяц, квартал, год или др. Далее модели пытаются аппроксимировать (то есть, приблизить) к этим данным некоторую математическую функцию.

Обычно трендовые модели представляют из себя линейную, степенную, квадратичную или экспоненциальную функцию. При этом, разные модели могут использоваться в разных ситуациях.

Линейные модели используются, если показатель растет или убывает равномерно. Пример линейной модели:

$$y(t) = a_0 + a_1 t \quad (4.1)$$

Коэффициент a_1 в формуле (4.1) обычно называют линейным приростом.

Квадратичные модели используются, если рост или замедление исследуемого параметра происходит неравномерно, то есть с ускорением. Представить квадратичную модель можно в виде полинома второй степени:

$$y(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (4.2)$$

Экспоненциальные, степенные модели используются в случае, если происходит зависимость дальнейшего развития параметра от достигнутого уровня. Часто для этого применяется простая экспонента. Экспоненциальная модель применяется в тех случаях, когда спрос увеличивается по нарастающей. Например, при освоении новых производств или расширении потребительского сегмента. В такой модели значение прогноза увеличивается с ускорением, что позволяет учитывать экспоненциальную природу спроса на определённые ресурсы.

При рассмотрении задачи оптимизации планирования поступления материалов на предприятии ОАО ГТБ, стоит отметить, что построение таких моделей – наиболее подходящий вариант решения. Для демонстрации проведем сравнительный анализ таких методов решения задачи оптимизации ППМ, как статическая формула, трендовая модель и модель машинного обучения.

Классические модели управления запасами, как, например, формула Уилсона, формула расчеты точки заказа и количества страхового запаса, продемонстрированные ранее, предполагают, что информация о спросе известна заранее и с течением времени не изменяется. Такой подход не может работать в

системе с непредсказуемым и непостоянным потреблением. На предприятии ОАО ГТБ спрос на материалы изменяется динамически. Спрос может быть подвержен колебаниям производственной загрузки, циклу ремонтов, модернизации, сезонности и другим факторам. В данном случае привязка к статической формуле возможна, но в очень редких случаях. Зачастую же она приводит к просчетам, излишним затратам, избыточным запасам, или наоборот к дефициту.

Модели машинного обучения – такой подход к решению задачи, при котором алгоритм самостоятельно извлекает зависимость из входных данных, количество которых, как правило, должно быть очень большим. Модели могут быть как простыми (типа линейной регрессии), так и сложными (нейронные сети, случайный лес и т.д.). Зависимость при этом может быть неявной, многомерной, нелинейной – и не иметь простого математического выражения. Этот вариант решения задачи более широко используется в наши дни для подобных задач. Однако он имеет свои нюансы и ограничения, в сравнении с методом построения математических моделей. Во-первых, модели машинного обучения требуют большое количество данных для обучения. Во-вторых, могут хуже интерпретироваться в сравнении с математическими моделями.

В итоге, можно отметить следующее. Для задачи автоматизации процесса ППМ на ГТБ логичнее использовать метод построения математических моделей.

Во-первых, в сравнении с классическими моделями со статическими формулами, этот подход сохраняет гибкость решения. Статическая формула не дает необходимой такому обширному предприятию, как ГТБ, точности решения.

Во-вторых, в силу производственных ограничений использование моделей машинного обучения не представляется возможным по следующим причинам:

- разработка ограничена по времени и ресурсам;
- решение должно разрабатываться на базе системы SAP ERP. Напрямую невозможно разработать модель машинного обучения внутри системы SAP, так как она не предоставляет необходимый инструментарий для этого. Единственный возможный способ осуществления такого метода – создание интеграции системы SAP и внешнего сервера, на котором будет обучаться и делать прогнозы нейронная сеть. Такой вариант сложен и противоречит предыдущей причине;
- требуется большое количество данных для обучения. Выгрузка данных из SAP, манипуляции по приведению данных к необходимому виду, проектирование структуры обучения – все это также слишком трудозатратно и не вписывается в требования компании.

В-третьих, как правило, для логистических задач, в особенности на промышленных предприятиях, разумнее использовать трендовые модели. В силу производственных ограничений, прозрачности модели и легкости внедрения это – оптимальный шаг.

Таким образом, в силу изложенного выше, для автоматизации процесса ППМ на предприятии ОАО ГТБ использован метод построения математических моделей.

Каждая из упомянутых моделей имеет свою область применимости, уровень точности и чувствительность к данным. Далее будет проведено сравнительное исследование некоторых моделей на основе реальных данных потребления, рассчитаны параметры уравнений и получены прогнозы на будущие периоды.

Целью является выбор наилучшего инструмента для последующей интеграции в систему автоматизированного планирования поступлений материалов на предприятии.

При выборе оптимальной математической модели для управляющей системы предприятия Газпром Трансгаз Беларусь, после учета всех факторов, нюансов, а также уже отлаженных автоматизированных закупочных процессов, необходимо разработать программное решение модели с помощью инструмента функционального изменения в системе SAP – языка программирования ABAP/4, после чего внедрить его в процесс закупки в SAP с целью последующего широкого использования пользователями.

4.1.2 Построение модели прогноза

Построение модели прогноза будет выполняться на примере материала, который Общество активно закупает ежемесячно – фильтрующие элементы к газовому оборудованию на газовые станции.

Дальнейший анализ будет основан на реальных данных о закупках фильтров на предприятии ОАО ГТБ. Для получения данных в виде временного ряда разработана специальная программа ZMM_PPM_GET_HIST_DATA, осуществляющая выборку данных по закупке конкретного материала из таблиц в SAP. Программа получает на вход материал, завод (необязательный параметр; при пропуске его, планирование происходит по всем филиалам), период анализа (также необязательный параметр). Далее программа выбирает все данные о поступлении указанного материала на склад с учетом заданных ограничений – выборка всех документов поступлений материала. В этом случае также учитывается то обстоятельство, что документ мог быть отменен, то есть

сторнирован. **Сторно** документа – это документ, отменяющий действие предыдущего документа. Так, если один документ материала означает поступление на склад 10шт, то его сторно означает списание 10шт товара со склада в обратном направлении. То есть, программа анализирует все **нестронированные** поступления материала на склад. После этого программа группирует выборку по временным отрезкам, суммирует объемы закупок и возвращает временной ряд. Код программы ZMM_PPM_GET_HIST_DATA представлен в Приложении Б.

Примечание. Указанные далее данные приближены к реальным, но не являются реальными. Использование в этой работе действительных данных запрещено в силу конфиденциальности информации и пункте о неразглашении в акте об автоматизации процесса. Стоит отметить, что, при внедрении оптимизационного решения в реальную систему SAP ГТБ, использовались реальные данные.

Итак, для построения модели с помощью приведенной программы получим временной ряд с данными закупок фильтров на предприятии ОАО ГТБ всеми филиалами за последние 2 года. Таблица с данными закупок представлена в Приложении В, таблица В.1.

Визуализируем полученные временные данные. Построенный график изображен на рисунке 4.1.

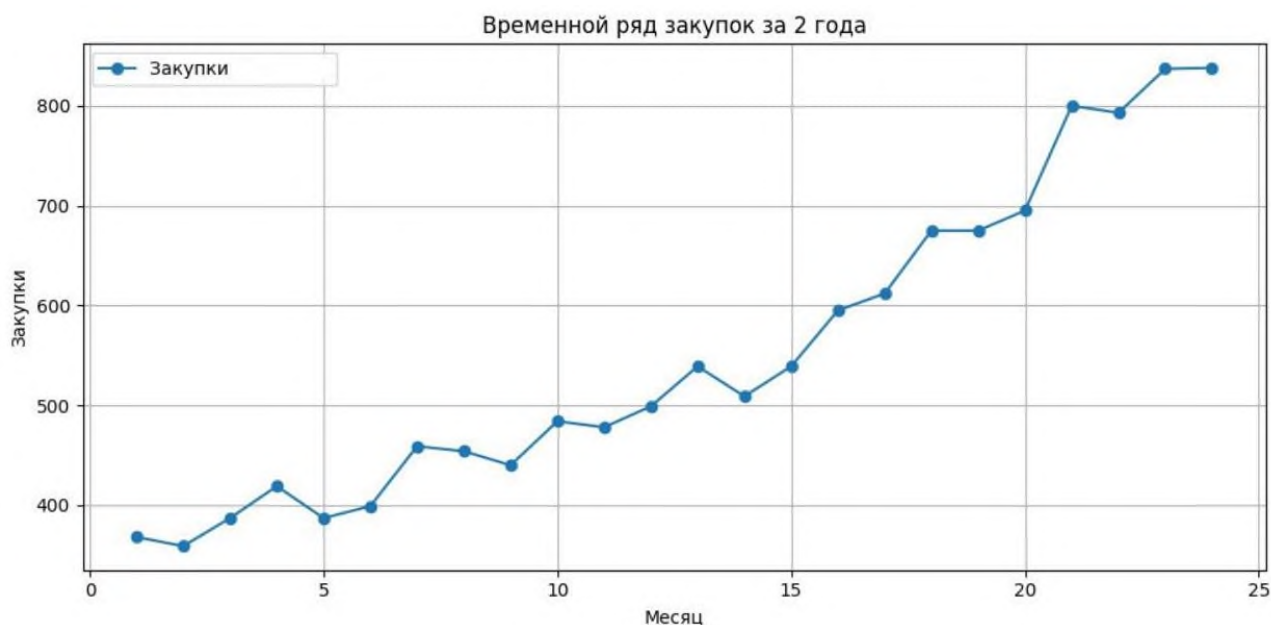


Рисунок 4.1 – визуализация данных закупок

Исходя из построения графика, можно увидеть, что квадратичная модель может хорошо описывать общий тренд.

Таким образом, в рассмотрении находится квадратичная модель такого вида, как в формуле (4.2).

Для определения неизвестных коэффициентов в модели 4.2 будет использован метод наименьших квадратов. Для его применения сперва необходимо представить данные в виде временного ряда.

По имеющейся таблице В.1 необходимо построить временной ряд, то есть представить ее в виде следующей таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – временной ряд с данными по закупке фильтров

y_t	353	344	377	420	396	400	451	447	436	489	478	500
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y_t	525	512	533	600	611	687	686	700	790	799	843	845
t	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Согласно методу наименьших квадратов [13], а именно следствию из теоремы об элементе наилучшего приближения, для построения модели необходимо минимизировать функционал, представляющий из себя квадрат нормы разности между реальной зависимостью и предполагаемой зависимостью. Для удобства вычислений саму норму тоже можно возвести в квадрат. Квадрат нормы в евклидовом пространстве представляет из себя сумму разностей квадратов:

$$||x - y||^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (4.3)$$

Тогда, задача минимизации принимает следующий вид:

$$S = \sum_{t=1}^T (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2)^2 \rightarrow \min \quad (4.4)$$

Здесь $T = 24$ – длина временного ряда.

Для нахождения локального минимума этой функции вычислим ее частные производные по a_0, a_1, a_2 и приравняем их к нулю.

Получим систему из трёх линейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными. Решив систему относительно неизвестных a_0, a_1, a_2 , получим нужные коэффициенты модели и построим саму математическую модель.

В (4.5) представлена система линейных алгебраических уравнений, полученная в результате взятия частных производных от целевой функции.

$$\begin{cases} S'_{a_0} = -2 \sum_{t=1}^T (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2) \\ S'_{a_1} = -2t \sum_{t=1}^T (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2) \\ S'_{a_2} = -2t^2 \sum_{t=1}^T (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2) \end{cases} \quad (4.5)$$

Разделим каждое уравнение в системе (4.5) на $-2T$ и раскроем скобки. Введем также следующее обозначение:

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x = \bar{x} \quad (4.6)$$

Тогда с учетом замечаний и (4.6) система (4.5) принимает следующий вид:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \bar{t} + a_2 \bar{t}^2 = \bar{y}_t \\ a_0 \bar{t} + a_1 \bar{t}^2 + a_2 \bar{t}^3 = \overline{ty_t} \\ a_0 \bar{t}^2 + a_1 \bar{t}^3 + a_2 \bar{t}^4 = \overline{t^2 y_t} \end{cases} \quad (4.7)$$

Получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно a_0, a_1, a_2 . Для ее решения необходимо вычислить неизвестные суммы – коэффициенты при неизвестных. Далее систему можно решить любым доступным методом.

Для решения системы (4.7) была реализована на языке АВАР программа ZMM_PPM_MNK. Эта программа получает данные из программы ZMM_PPM_GET_HIST_DATA, после чего вычисляет все необходимые суммы и решает систему (4.7). Код программы ZMM_PPM_MNK представлен в Приложении Г.

Таким образом, для данных из таблицы 4.1, получаем следующий результат:

$$y(t) = 364.0682 + 2.1916 \cdot t + 0.781 \cdot t^2 \quad (4.8)$$

Полученную математическую модель отобразим на графике с исходными данными.

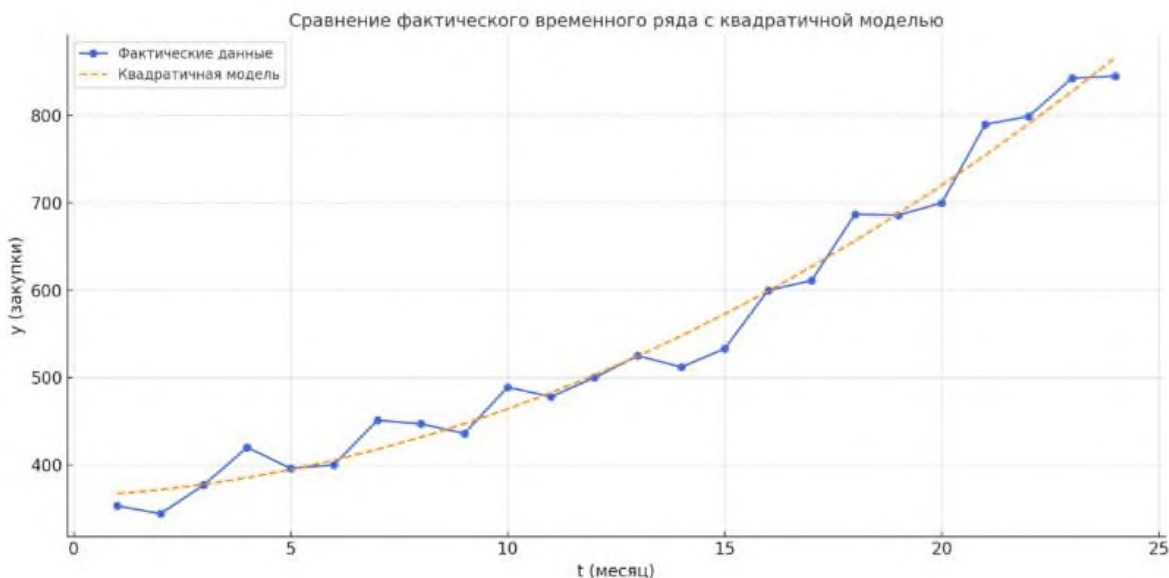


Рисунок 4.2 – визуализация построенной модели

Таким образом, была построена математическая модель для автоматизации процесса планирования поступления материалов. Изучена тенденция возрастания количества закупаемой ГТБ продукции в виде фильтров. Благодаря такой модели можно выполнять прогнозы на будущие периоды.

Программа, реализующая модель, была внедрена в систему SAP компании ГТБ, в стандартную программу проведения ППМ на предприятии.

Главный результат работы программы планирования – получение оптимального количества товара для закупки. Следующим этапом работы по оптимизации процесса планирования является автоматическое формирование документов потребности (то есть, заявок на закупку и заявок на перемещение) в системе, основываясь на закупаемом количестве товара.

4.1.3 Автоматизация покрытия потребностей

Как правило, формирование потребности в закупке, то есть создание заявки, не всегда подразумевает прямую закупку конкретного материала, а еще и покрытие первичных потребностей. **Первичные потребности** – это созданные в системе документы из ММ и смежных модулей (например, ТОРО), которые требуют определенное количество материала. Примеры таких документов: заказ на техническое обслуживание и ремонт оборудования (кратко – заказ ТОРО), документ резервирования материалов (кратко – резервирование),

производственный заказ и др. Все эти документы создают первичную потребность в материале или услуге, вследствие чего эта потребность переходит в модуль закупок и начинает закупочную цепочку.

Процесс закупки в системе SAP в компании Газпром Трансгаз Беларусь не подразумевает автоматическое создание таких заявок, которые покрывают все возникшие первичные потребности. То есть сотрудник вынужден «ручным» путем собирать первичные потребности, группировать их по материалу/заводу и после этого самостоятельно формировать закупочную заявку. При этом, формируя только закупочные заявки, не учитывается свободный запас на других заводах. Такой учет добавляет еще большие трудозатраты, что по факту перекрывает процесс перемещения материалов, в силу его неудобности.

Для удовлетворения потребности предприятие, в случае если своих ресурсов ему не хватает, может использовать как внутренние источники — склады других заводов, на которых имеются излишки материалов, — так и внешние, оформив закупку у внешних поставщиков. При этом важно учитывать экономическую целесообразность каждого способа: перемещение внутри компании, как правило, может оказаться гораздо менее затратным, чем закупка на стороне. Однако оно ограничено объемом доступного остатка на других площадках, а также логистическими возможностями, такими как, например, вместимость свободного транспорта и срок доставки.

В рамках предприятия ГТБ для организации перемещения материалов используются 2 центральных филиала – под номерами 1213 и 1223. Эти филиалы закупают определенный перечень материалов на стороне, при этом этот перечень в обычных ситуациях самостоятельно другими, нецентральными, филиалами не закупается. Однако весьма часто возникают ситуации, когда закупка на стороне экономически выгодна, является более дешевой или же вписывается в необходимый срок.

Система планирования должна оценить общий объём потребности, проверить доступные остатки на складах 1213 и 1223, рассчитать затраты на внутреннее перемещение и определить, сколько материала следует запросить у каждого внутреннего источника. В случае, если внутренних ресурсов недостаточно, остаток должен быть покрыт внешней закупкой. Важно, чтобы все действия происходили с учётом следующих ограничений: максимально допустимое количество фур, которые можно отправить с каждого завода (вместимость транспорта), ограниченность остатка, сроки доставки и приоритетность различных типов потребностей. Производственные заказы, например, должны покрываться в первую очередь, поскольку напрямую влияют на выпуск продукции.

Итогом работы необходимой к реализации программы являются не более трёх логистических заявок: одна на перемещение с завода 1213, одна с 1223 и одна на внешнюю закупку. Каждая заявка агрегирует объёмы по всем потребностям, в том числе разным по назначению. Таким образом, необходимо реализовать стратегию многокритериального планирования, направленную на минимизацию общих издержек предприятия и обеспечение приоритетных потребностей в условиях ограниченных ресурсов.

С этой целью разработана на языке ABAP и внедрена в систему SAP предприятия ГТБ программа ZMM_DISTR_MAT. Алгоритм работы программы следующий:

1. Просуммировать потребности по материалу. Выполнить необходимые select-запросы в таблицы базы данных HANA с данными документов первичных потребностей, в каждом из них установить количество и прибавить к общей сумме.

2. Определить доступность запаса. В SAP есть специальный стандартный функциональный метод, на вход которому в качестве параметров подаются материал и завод, а на выходе по результатам его отработки получается таблица с распределением доступности запаса. Существуют несколько видов доступности, например, свободный запас (интересующий нас), блокированный запас (запас, который бронируется другими документами), запас в контроле качества (запас, который физически присутствует на складе, но недоступен для использования, так как ожидает контроля качества) и др.

3. Сортировка документов первичной потребности по важности: время появления, время реализации, индикатор срочности.

4. Покрытие потребностей за счет собственных запасов:

- Проставление отметки «выполнена» в первичных потребностях, на которые хватает собственных запасов. Покрытое количество отнимается от всего доступного запаса.

- Если на очередной документ запасов хватает частично: рассчитывается разница, которой не хватает. Прибавляется к общей сумме.

- К общей сумме прибавляются все количества непокрытых потребностей.

5. Покрытие потребности за счет внутреннего перемещения.

6. Определение количество, которое в итоге необходимо закупить.

7. Создание заявок. Так как заявка – это объект, данные которого содержатся в многочисленных таблицах и задействованы во многих программах и стандартных отчетах, создание такого объекта осуществляется с помощью вызова такого метода, как BAPI_CREATE_REQUISITION – это BAPI-метод, который позволяет создать стандартный объект вызовом из нестандартного кода.

8. Результатом работы программы могут быть:
- 1 заявка на перемещение с 1213;
 - 1 заявка на перемещение с 1223;
 - 1 заявка на закупку;
 - 1 заявка на перемещение с 1213 и 1 заявка на перемещение с 1223;
 - 1 заявка на перемещение с 1213 и 1 заявка на закупку;
 - 1 заявка на перемещение с 1223 и 1 заявка на закупку;
 - 1 заявка на перемещение с 1213, 1 заявка на перемещение с 1223 и заявка на закупку;
- Пустой output – этот вариант предусмотрен на случай, если был произведен запуск ППМ при достаточном количестве материала на исходном заводе, то есть когда потребности нет.

Исходный код программы был отображен в Приложении Д.

4.2 Автоматизация лотирования заявок

В случае недостатка запасов на заводе, происходит запуск указанного выше алгоритма. Результатом его в этом случае являются заявки – на закупку или на перемещение.

Такое событие, как создание в системе заявки, означает, что потребность для проведения закупочной операции создана – и закупочная цепочка началась.

Упомянутый процесс тендера на предприятии ГТБ получил такое название, как лотирование. **Лотирование** – это процесс создания **лотов** (расширенных «запросов»).

Исходя из уже ранее описанного в проблемах существующей закупочной цепочки ГТБ, можно сказать, что этот процесс абсолютно новый на предприятии в рамках SAP. И, согласно требованиям заказчика, стандартный процесс создания запросов и предложений не покрывает всего объема необходимого.

В рамках работ по внедрению лотирования в систему Общества стояли две главные задачи. Во-первых, внедрить в закупочную цепочку документов лот – расширение стандартного запроса, который будет реализовывать необходимый тендерный процесс внутри SAP и, в частности, хранить всю необходимую информацию при подготовке закупки. Во-вторых, процесс необходимо автоматизировать путем автоматической генерации лотов.

Для реализации решения был спроектирован и создан в системе такой объект, как лот. Лот по сути является расширением стандартного запроса. Это важно (не создавать полностью новый объект, а расширять уже существующий стандартный), так как такой объект в SAP привязан ко многим программам и

стандартным отчетам. При создании совершенно нового объекта невозможно будет учесть все эти особенности и «узкие места». Также необходимо понимать, что сам по себе лот – это точно такой же, только «улучшенный» запрос. Поэтому конкретно новую логику для этого объекта заводить нельзя, а дублировать существующую – не имеет никакого смысла.

Лот, как и каждый закупочный документ, содержит две части – заголовочная и позиционная. В заголовочной части указываются данные, которые являются общими для всех позиций документа. Позиция документа – это какой-либо конкретный материал в каком-то конкретном количестве, который является составной частью документа закупки. Ясно, что позиционная часть документа закупки содержит данные о конкретных позициях.

Для обеспечения создания, изменения и просмотра лота были разработаны транзакции: ZME41, ZME42 и ZME43 соответственно.

Также был разработан отчет ZME4М – транзакция просмотра списка всех лотов в системе.

ZME41 – это транзакция создания лота. На экране запуска пользователь вводит ограничивающие параметры для получения списка заявок, к которым нужно создать лот.

Рисунок 4.3 – Экран запуска программы ZME41

Для пользователя есть две возможности дальнейших действий. Во-первых, лот можно создать самостоятельно вручную, выбирая при этом необходимые заявки. Во-вторых, можно запустить отчет в специальном режиме – и тогда система сама выявит открытые заявки и объединит их в лоты.

В первом случае результатом работы программы является 1 лот, во втором – несколько лотов, в том числе и 0, если выборка из заявок оказалась пустой.

На рисунке 4.4 представлен интерфейс лота.

The screenshot shows the 'Лот' (Lot) interface with the following sections:

- Header Information:**
 - Закупка в эл. форме: 00 Нет
 - Год планирования: 2025
 - Код заказчика в ОБД НСИ: 87120
 - Код Организатора закупки: 87120
 - Код НДС: C1 20% - К вычету по ТМЦ, работам (услугам)
 - Приоритет: 2
 - Код источника финансирования: 3 Собственные средства ДО/Прочее
 - Код статьи платежного баланса:
- Lot Details:**
 - Валюта: USD Доллар США
 - Валютный курс:
 - Валютный курс рос. руб.: 91,13993
 - Планир. цена закупки с НДС, руб.: 123,00
 - Срок подачи ЗД(план): 01.01.2025
 - Код исключения СМСП:
- Table of Lot Items:**

ИУ	Поз.	Материал	Краткий текст	ДоговКол	Цена НМЦ	Влт	за	ЕИЗ	Завод	ГруппаМтр	Название группы	Нл	Дата поставки
10	12236031		Знак Крановая площадка	0	11,00	BYN	1	ШТ	1201	E040	ТабличкаИнфПЭН/рм...	C1	11.03.2025
20	12216111		Муфта тупиковая МТ-36	0	7,49	BYN	1	ШТ	1201	E079	Арматура кабельн ОГ...	C1	11.03.2025
30	12242707		Наконечник ТМЛ 6-6-4	0	0,88	BYN	1	ШТ	1201	E079	Арматура кабельн ОГЭ	C1	11.03.2025
40	12248722		Наконечник кабельный НКИ 2,5-6	0	0,24	BYN	1	ШТ	1201	E079	Арматура кабельн ОГЭ	C1	11.03.2025
50	12248433		Припой ПОС-61	0	244,86	BYN	1	КГ	1201	E039	Материалы для сварки	C1	18.02.2025
- Summary Section:**
 - 10 [10] 12236031, Знак Кранова...
 - Код типа позиции: 01 Оборудование/ Материал
 - Номер лота заказчика: 1
 - Код НДС: C1 20% - К вычету по ТМЦ, работам (услугам)

Рисунок 4.4 – интерфейс лота

С помощью транзакций ZME42 и ZME43 пользователь может открыть созданный лот и изменить/просмотреть его, и в таком случае будет открываться такой же экран как на рисунке 4.4.

Концептуально лотирование опирается на принцип группировки заявок по ключевым признакам. В рамках данной автоматизации признаками объединения выступают два обязательных параметра: завод, от имени которого подана заявка, и группа закупок, к которой относится инициатор заявки. Все заявки, включающиеся в один лот, должны иметь строго одинаковые значения этих двух параметров. Допускается дальнейшее расширение путём добавления дополнительных условий, таких как, например, ограничение по диапазону даты поставки, совпадение категории материала или наличие назначенного поставщика, однако в базовой концепции эти признаки не являются обязательными.

Процесс лотирования начинается с анализа имеющихся заявок, среди которых выявляются группы заявок с идентичными признаками. Каждая такая группа формирует отдельный лот, в рамках которого затем создаётся единый запрос котировок. Важно, что одна заявка может принадлежать только одному лоту, а сами лоты являются взаимоисключающими и полностью покрывают всё исходное множество заявок. Таким образом, лотирование представляет собой разбиение набора заявок на непересекающиеся подмножества.

Основной целью процесса лотирования является сокращение общего количества создаваемых запросов, что снижает нагрузку на сотрудников закупочного отдела, уменьшает количество документооборота и повышает эффективность взаимодействия с поставщиками. Кроме того, укрупнение объёмов закупки в рамках одного лота позволяет рассчитывать на более выгодные условия поставки, так как поставщик получает агрегированный заказ, а не набор мелких разрозненных заявок. Лотирование также способствует улучшению внутреннего контроля и стандартизации закупочной процедуры, поскольку позволяет формализовать и автоматизировать правила консолидации.

Цель автоматизации процесса лотирования – минимизировать создаваемое количество лотов к множеству заявок.

Для нахождения решения использован следующий алгоритм:

- 1) Загрузка заявок (выполнение select-команд из таблиц по заданным ограничениям).
- 2) Группировка заявок по признакам.
- 3) Для каждой группы:
 - выполнить формирование заголовочных и позиционных данных;
 - вызов BAPI_RFQ_CREATE – создание запроса.
- 4) Выполнить COMMIT в базу данных.

Реализация алгоритма была осуществлена на языке АВАР в программе ZMM_RFQ_LOT_CREATE. Исходный код программы был отображен в Приложении Е.

4.3 Автоматизация ручного распределения запасов

Наряду с существенной оптимизацией процесса автоматического планирования поступления материалов у заказчика ГТБ возникла также необходимость вручную удобно управлять распределением запасов с центральных филиалов на смежные филиалы. Вместе с тем была поставлена задача разработать пользовательский инструмент для покрытия первичных потребностей вручную ответственным сотрудником отдела.

Для решения этого вопроса был разработан пользовательский инструмент распределения запасов по первичным потребностям. А именно: разработана пользовательская транзакция ZMM_RAZNAR.

Центральным документом процесса является документ логистики – заказ на перемещение. В каждой позиции заказа будет указана ссылка на документ первичной потребности – заявка на перемещение.

К заказу на перемещение создается исходящая поставка. После выполнения отпуска материала на отпускающем филиале автоматически формируется финансовый документ, а также создается документ входящей поставки для филиала-получателя. После проводки отпуска материала на отпускающем филиале и до регистрации приемки на принимающем материалы находятся в системе в «Запасе в пути».

В процессе используется одно важное понятие, которое необходимо ввести. **Разнарядка** – процесс распределения запасов по первичным потребностям. Данное понятие широко используется в логистике при ведении закупочных цепочек.

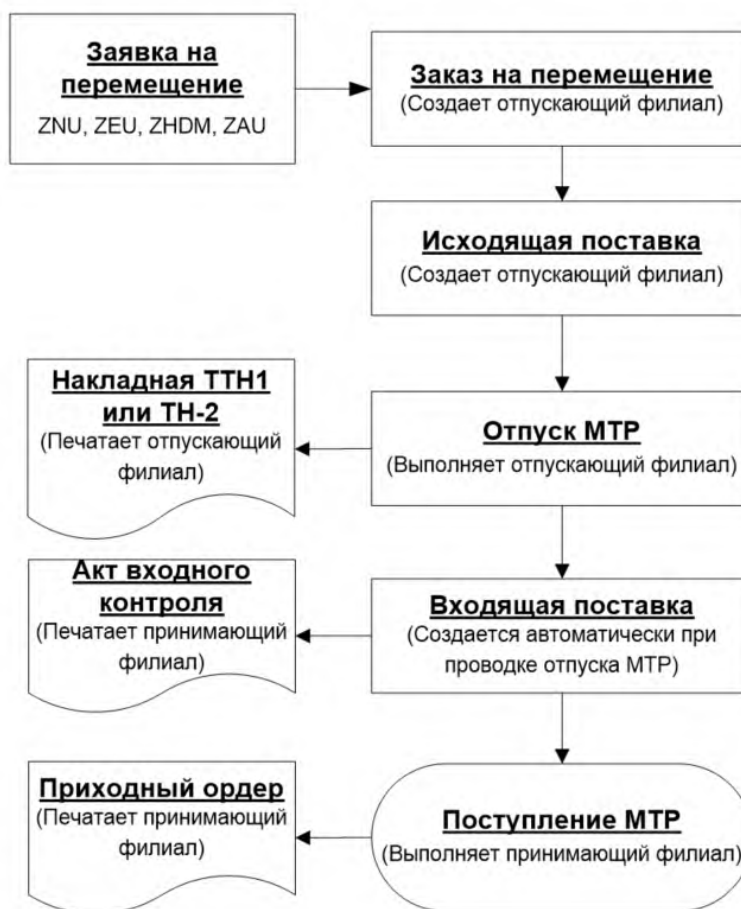


Рисунок 4.5 – общая схема процесса распределения материалов

Суть использования транзакции ZMM_RAZNAR состоит в следующем. Пользователь указывает материал и завод, с которого нужно выполнить перемещение запаса. При запуске программы выводится отчет, в котором пользователь видит список потребностей и количество доступного запаса на заводе-поставщике. Далее он вручную распределяет доступный запас по

потребностям и сохраняет результаты – созданные заказы на перемещение и исходящие поставки.

Процесс начинается с запуска транзакции ZMM_RAZNAR. На селекционном экране пользователь выбирает ограничения для списка материальных ресурсов, заявки к которым он собирается разнарядить. На рис. 4.6 представлен пример экрана.

Рисунок 4.6 – экран запуска транзакции ZMM_RAZNAR

При запуске программы выдается перечень материалов, которые необходимы пользователю. Пользователь выбирает нужный материал и двойным кликом по строчке с этим материалом попадает на экран разнарядки.

Разнарядка

Материал	12242409 Электроды сварочные ОК 53.70 ф3,2
Склад	S010 Склад 1213 1
Остаток на складе	4 КГ
Разнаряжено	10 КГ
Остаток аналогов на складе	3.009,442 КГ

Рисунок 4.7 – экран «Разнарядка»

На этом экране пользователь видит список всех первичных потребностей в материале. Как видно, исходя из рис. 4.7, потребности относятся к разным филиалам.

В заголовке экрана отображается всё доступное количество запаса в строке «остаток на складе». Также, после введения в систему возможности управления

материалами-аналогами, была добавлена строчка «остаток аналогов на складе» для их использования в процессе разнарядки.

В приведенном отчете есть столбец «К разнарядке». В него необходимо вводить количество разнаряжаемого материала. Также к столбцу привязана обработка двойного клика. По двойному клику происходит автоматическое заполнение всей потребности из доступного запаса.

Если доступного запаса хватает для покрытия первичной потребности, она покрывается этим доступным запасом. Если запасов исходного материала не хватает для полного покрытия, активизируется использование материалов-аналогов. При двойном нажатии на очередную ячейку в столбце «к разнарядке», если исходного запаса не хватило, открывается специальный экран «выбор аналогов». Интерфейс экрана представлен на рис. 4.8.

Выбор аналогов

Материал	Краткий текст материала	О Код	СПП	Наим.	СПП	Группа	Мтр	Название группы	Скл.Запас	К разнаряд	Доступно	ЕИ	Лимит	Запа	Заявка	Поз.	Лимит	Заяв
12242403	Электроды сварочные LB-52U ф2,6					E039		Материалы для сварки	231		151	КГ	151		3000076826	310		6
12242404	Электроды сварочные LB-52U ф3,2					E039		Материалы для сварки	2.177,410		2.176,410	КГ	2.176,410		3000076826	310		6
12242409	Электроды сварочные ОК 53.70 ф3,2					E039		Материалы для сварки	319,940	4	10	КГ			3000076826	310		6
12242411	Электроды сварочные ОК 74.70 ф3,2					E039		Материалы для сварки	601,032		580,032	КГ	580,032		3000076826	310		6

Рисунок 4.8 – экран «выбор аналогов»

Остаток исходного материала автоматически используется в покрытии выбранной первичной потребности. Оставшуюся потребность можно покрыть материалами-аналогами. Справа в столбце «лимит заявленный» можно увидеть, сколько еще необходимо разнарядить запасов материалов-аналогов, чтобы целиком покрыть первичную потребность.

Важно отметить, что все столбцы на экранах являются динамическими. То есть, при указании значений к разнарядке, автоматически уменьшаются лимиты и доступные количества запаса.

При осуществленном выборе материалов-аналогов пользователь закрывает экран выбора аналогов кнопкой «ОК», что возвращает его на предыдущий экран. Теперь он на нем, в первичных потребностях, где были задействованы аналоги, может видеть, какие именно материалы-аналоги и в каком количестве были использованы для покрытия той или иной потребности.

Разнарядка материалов

Материал	Краткий текст материала	О Код	СПП	Наим.	СПП	Группа	Мтр	Название группы	Скл.Запас	Разнаряж.	Доступно	ЕИ	РазнАналог
12242409	Электроды сварочные ОК 53.70 ф3,2					E039		Материалы для сварки	319,940	20		КГ	6

Рисунок 4.9 – осуществление разнарядки

После завершения всех ручных манипуляций по распределению запасов по первичным потребностям пользователь переходит на экран как на рис. 4.9. На нем он видит:

- 1) Потребности к каким материалам были покрыты.
- 2) Количество разнаряженного запаса.
- 3) Количество разнаряженных материалов-аналогов.
- 4) Доступное количество складского запаса.

По кнопке «Разнарядить» запускается процесс обработки введенных данных, сбора необходимых системных данных и запуска инструментов создания документов. Как было сказано ранее, результатом работы является документ – заказ на перемещение.

Концептуально последовательность работы программы следующая:

- 1) Первичные потребности группируются по материалу и заводу.
- 2) Обрабатывается введенное количество в столбец «к разнарядке».
- 3) Сбор данных, введенных пользователем; использование введенных данных для поиска уже существующих в системе с целью формирования структур для вызова VAPI-методов – создания заказа на перемещение и исходящей поставки.
- 4) Вызов VAPI-методов. Обработка return-журнала.

Если в return-журнале не было обнаружено ошибок, документы сохраняются, и работа программы завершается. Итогом ее работы для пользователя становится подобный журнал сообщений, как на рис. 4.10.

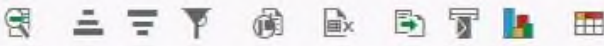
Разнарядка материалов				
				
Завод	ТДок	Текст сообщения	Ид. сообщ.	№ сообщен.
1202	Зкз	ГТБ ЗаказПеремещЗап создан(а) под номером 6500059375.	06	17
		Для вывода документа закупки выходные документы не созданы	06	261

Рисунок 4.10 – журнал сообщений ZMM_RAZNAR

В журнале сообщений пользователь видит сгруппированный по заводам и материалам лог. Видит номера созданных заказов на перемещение и исходящих поставок, после чего может скопировать их и использовать для дальнейшей работы.

Таким образом, был разработан ручной инструмент для управления запасами и распределения их по потребностям.

В итоге автоматизации процесса закупки в SAP на предприятии ГТБ, были разработаны соответствующие программные решения на языке ABAP/4 и внедрены в систему Общества.

Процесс планирования обрел новый вид. Так, самый первый и самый важный шаг – планирование – был полностью автоматизирован путем построения математической модели, прогнозирующей количество, которое необходимо закупить, на будущие сроки. Процесс распределения запасов и покрытия потребностей по сути так же является подпроцессом планирования, так как в результате их работы становится ясно, нужно ли пополнение запасов на предприятии и если нужно, то каким образом оно будет осуществляться и в каком количестве.

Итак, полностью автоматизированный процесс закупки можно изобразить в виде следующей цепочки.

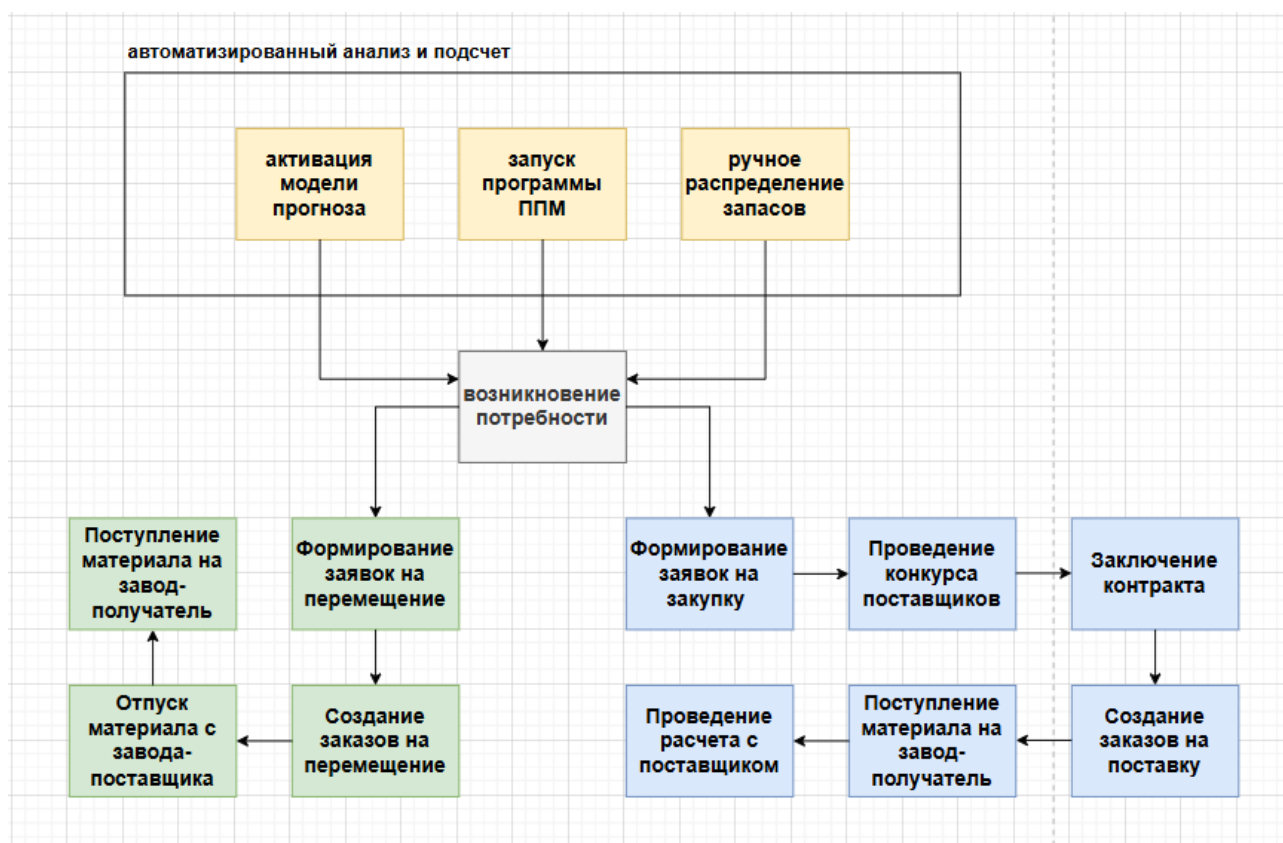


Рисунок 4.11 – обновленный процесс закупки

Обновленный автоматизированный процесс анализа и подсчета потребностей предполагает использование одной из технологий, разработанной в рамках данной работы. Во-первых, при необходимости пользователи могут выполнить прогноз количества продукции, которое необходимо закупить на будущий месяц. Во-вторых, осуществить автоматическое покрытие потребностей имеющимся запасом и запланировать новые закупки и перемещения. И, в-третьих, осуществить ручное распределение ресурсов по потребностям и запуск закупочной цепочки. То есть процесс был автоматизирован так, что планирование может осуществляться как полностью автоматически, так и частично вручную.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы была реализована комплексная автоматизация процесса закупки на предприятии ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь». Основным объектом исследования стали материальные потоки, а в качестве предмета рассмотрения — методы их управления и организации эффективного планирования поступления материалов.

В первой главе были рассмотрены базовые понятия и принципы функционирования SAP ERP как информационной системы управления предприятием. Подробно проанализированы ключевые термины и архитектура системы в контексте логистики и закупок, что дало необходимую теоретическую основу для перехода к практической части.

Во второй главе представлены сведения о предприятии, его производственной специфике и внутреннем устройстве. Это позволило установить контекст для внедряемых решений и определить особенности бизнес-процессов, влияющих на структуру материальных потоков.

Третья глава была посвящена описанию текущего состояния закупочной деятельности, а также общим принципам управления материальными ресурсами. Здесь были выделены проблемы планирования, распределения и обеспечения потребностей, что позволило сформулировать основные задачи автоматизации.

Четвёртая глава стала центральной частью работы. В ней были последовательно реализованы и обоснованы ключевые технические решения. Разработана математическая модель прогнозирования потребности в материалах, основанная на трендовой функции. Кроме того, были построены и реализованы алгоритмы автоматического распределения доступных остатков и покрытия потребностей за счёт внутренних перемещений между заводами. Дополнительно была автоматизирована процедура лотирования заявок, что позволило оптимизировать создание запросов на закупку и повысить эффективность взаимодействия с поставщиками. Все программные решения реализованы на языке ABAP в виде отдельных модулей и программ с применением стандартных VAPI-интерфейсов SAP.

Таким образом, в ходе дипломной работы все поставленные цели были успешно достигнуты. Автоматизация закупочного процесса позволила минимизировать ручной труд, снизить вероятность ошибок, а также обеспечить более точное планирование и контроль за движением материальных ресурсов. Построенные математические и алгоритмические модели показали свою эффективность в реальных условиях бизнес-процесса, а предложенные программные инструменты могут быть использованы и масштабированы в рамках других предприятий, работающих на платформе SAP ERP.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет о прибылях и убытках ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://belarus-tr.gazprom.ru/d/textpage/59/89/2024_12-otchet-o-pribylyakh-i-ubytkakh-gazprom-transgaz-belarus.pdf
2. Шумаев, В. А. Основы логистики: учебное пособие / В. А. Шумаев. — М.: Юридический институт МИИТ, 2016. — 314 с.
3. Гаджинский, А. М. Логистика: учебник / А. М. Гаджинский — 2012. — 478 с.
4. Степанов, В. И. Логистика. Учебник для бакалавров / В. И. Степанов — 2009. — 734 с.
5. Gulyassy, F. K. Disposition mit SAP/ F. K. Gulyassy; University of Bonn. — Bonn: Rheinwerk Verlag GmbH, 2013. — 795 p.
6. Thomas E. V. Manufacturing planning and control systems / E. V. Thomas, L. B. William, D. C. Whybark; University of California, Irvine. — Irwin: McGraw-Hill — 1997. — 598 p.
7. Анкуда, Е. В. Подход к управлению запасами на предприятиях в условиях инфляции / Е. В. Анкуда; БГУ. — Минск: Институт бизнеса БГУ, 2019. — 14 с.
8. Полицын, В. А. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: методическое пособие / В.А. Полицын; БГУИР. — Минск: БГУИР, 2004. — 64 с.
9. Логистический подход к расчету экономичного объема заказа материальных ресурсов производственного предприятия в условиях инфляции [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/20868/1/Miksyuk_S._F.%2C_BEZh_2014_%E2%84%96_2%2C_S.128-134.pdf. — Дата доступа: 07.04.2025.
10. Анкуда, Е. В. Информационное обеспечение методик нормирования запасов на базе платформы КИС «1С: Предприятие»/ Е. В. Анкуда. — 2021. — с. 19.
11. Коврик, Е. В. Логистическое управление запасами в условиях системных рисков и финансовых ограничений предприятия / Е. В. Коврик; БГУ. — Минск: Институт бизнеса БГУ, 2019. — 99 с.
12. Раздел «О компании» на официальном сайте ГТБ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gtb.by/about/>
13. Статья о методе наименьших квадратов [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.mathprofi.ru/metod_naimenshih_kvadratov.html

Схема организационной структуры ОАО «ГТБ»

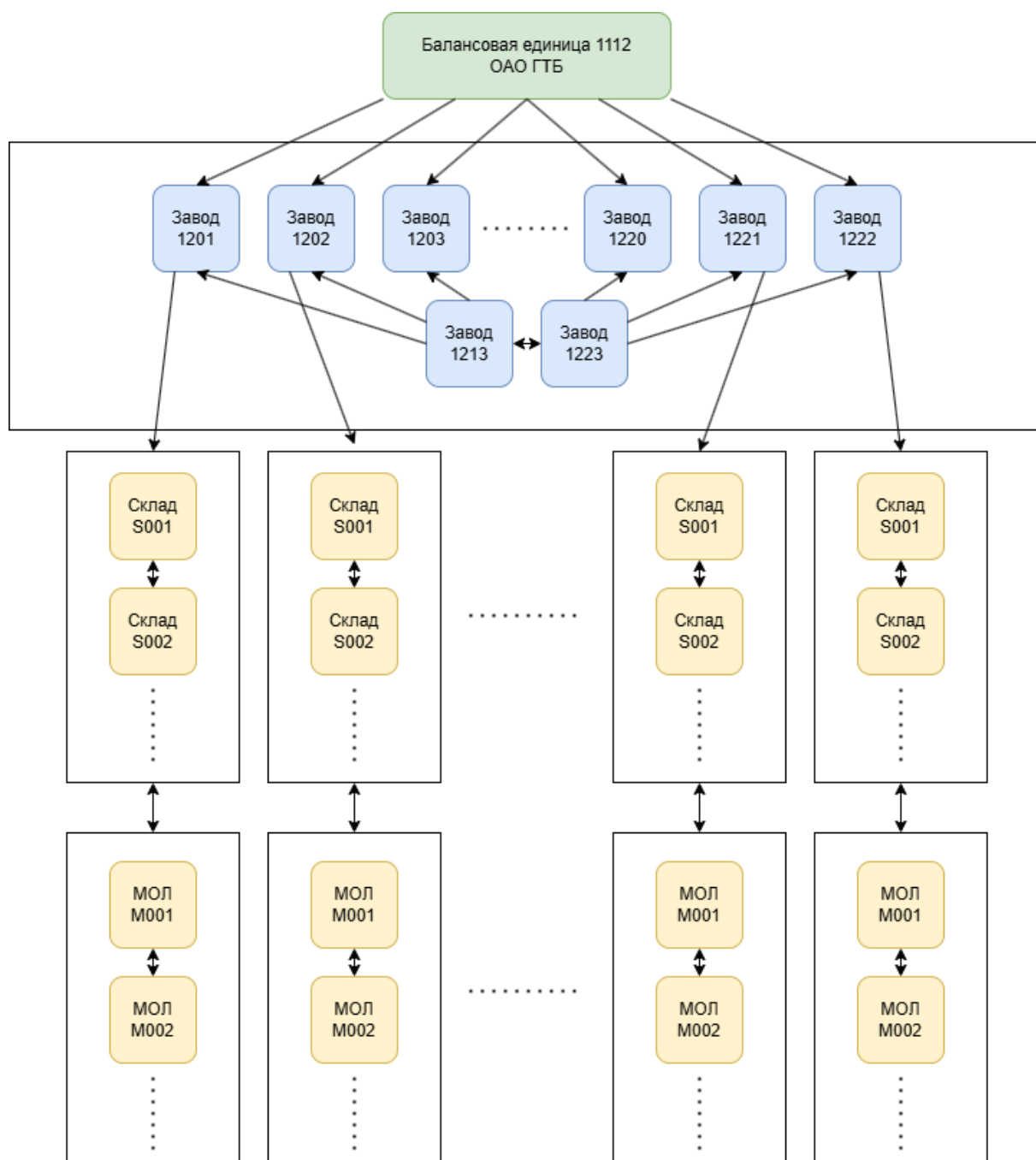


Рисунок А.1 – схема организационной структуры ГТБ

Код программы ZMM_PPM_GET_HIST_DATA

```

REPORT zmm_ppm_get_hist_data.
PARAMETERS:
  p_matnr TYPE matnr OBLIGATORY,
  p_werks TYPE werks_d,
  p_monat TYPE i.
TYPES: BEGIN OF ty_doc,
  budat TYPE budat,
  werks TYPE werks_d,
  menge TYPE menge_d,
END OF ty_doc.
TYPES: BEGIN OF ty_series,
  per TYPE char6,
  total TYPE menge_d,
END OF ty_series.
DATA: lt_raw TYPE STANDARD TABLE OF ty_doc,
  lt_final TYPE SORTED TABLE OF ty_series WITH UNIQUE KEY per,
  ls_final TYPE ty_series.
SELECT k~budat, m~werks, m~menge
  INTO TABLE lt_raw
  FROM mseg AS m
  INNER JOIN mkpf AS k
    ON m~mblnr = k~mblnr AND m~mjahr = k~mjahr
  WHERE m~matnr = @p_matnr
    AND ( @p_werks IS INITIAL OR m~werks = @p_werks )
    AND ( @p_monat IS INITIAL OR MONTH( k~budat ) = @p_monat )
    AND m~shkzg = 'S' AND m~bwart IN ('101', '501', '561') AND k~storn <> 'X'.
LOOP AT lt_raw INTO DATA(ls_doc).
  DATA(lv_per) = |{ ls_doc-budat+0(4) }{ ls_doc-budat+4(2) }|.
  READ TABLE lt_final INTO ls_final WITH KEY per = lv_per.
  IF sy-subrc = 0.
    ls_final-total = ls_final-total + ls_doc-menge.
    MODIFY lt_final FROM ls_final.
  ELSE.
    ls_final-per = lv_per.
    ls_final-total = ls_doc-menge.
    INSERT ls_final INTO TABLE lt_final.
  ENDIF.
ENDLOOP.

```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Потребность в фильтрующих элементах по месяцам

Таблица В.1 – данные о закупке фильтров на ОАО ГТБ

Год	Месяц	Количество, шт
2025	Апрель	845
	Март	843
	Февраль	799
	Январь	790
2024	Декабрь	700
	Ноябрь	686
	Октябрь	687
	Сентябрь	611
	Август	600
	Июль	533
	Июнь	512
	Май	525
	Апрель	500
	Март	478
	Февраль	489
	Январь	436
2023	Декабрь	447
	Ноябрь	451
	Октябрь	400
	Сентябрь	396
	Август	420
	Июль	377
	Июнь	344
	Май	353

Код программы ZMM_PPM_MNK

REPORT zmm_ppm_mnk_model.

TYPES: BEGIN OF ty_point,
 t TYPE i,
 y TYPE f,
 END OF ty_point.

DATA: lt_points TYPE STANDARD TABLE OF ty_point WITH EMPTY KEY,
 ls_point TYPE ty_point.

lt_points = VALUE #(ZMM_PPM_GET_HIST_DATA(matnr=matnr, werks, p)).

DATA: n TYPE i VALUE 0,
 sum_t TYPE f VALUE 0,
 sum_t2 TYPE f VALUE 0,
 sum_t3 TYPE f VALUE 0,
 sum_t4 TYPE f VALUE 0,
 sum_y TYPE f VALUE 0,
 sum_ty TYPE f VALUE 0,
 sum_t2y TYPE f VALUE 0.

LOOP AT lt_points INTO ls_point.

 DATA(t) = ls_point-t.

 DATA(y) = ls_point-y.

 sum_t += t.

 sum_t2 += t ** 2.

 sum_t3 += t ** 3.

 sum_t4 += t ** 4.

 sum_y += y.

 sum_ty += t * y.

 sum_t2y += (t ** 2) * y.

 n += 1.

ENDLOOP.

DATA: ax TYPE TABLE OF f WITH EMPTY KEY,
 bx TYPE TABLE OF f WITH EMPTY KEY.

ax = VALUE #(
 (n sum_t sum_t2)

```

( sum_t sum_t2 sum_t3 )
( sum_t2 sum_t3 sum_t4 )
).
```

```
bx = VALUE #( ( sum_y ) ( sum_ty ) ( sum_t2y ) ).
```

```

DATA: mat TYPE TABLE OF f WITH EMPTY KEY,
      rhs TYPE TABLE OF f WITH EMPTY KEY,
      row TYPE i,
      col TYPE i,
      temp TYPE f.
```

```
mat = ax.
```

```
rhs = bx.
```

```
DO 3 TIMES.
```

```
row = sy-index.
```

```
DATA(pivot) = VALUE f( ( line_index = row ) ( value = mat[ row ][ row ] ) ).
```

```
DO 3 TIMES.
```

```
col = sy-index.
```

```
IF col > row.
```

```
temp = mat[ col ][ row ] / pivot.
```

```
DO 3 TIMES.
```

```
mat[ col ][ sy-index ] = mat[ col ][ sy-index ] - temp * mat[ row ][ sy-index ].
```

```
ENDDO.
```

```
rhs[ col ] = rhs[ col ] - temp * rhs[ row ].
```

```
ENDIF.
```

```
ENDDO.
```

```
ENDDO.
```

```

DATA: x TYPE STANDARD TABLE OF f WITH EMPTY KEY,
      x1 TYPE f VALUE 0,
      x2 TYPE f VALUE 0,
      x3 TYPE f VALUE 0.
```

```
x3 = rhs[ 3 ] / mat[ 3 ][ 3 ].
```

```
x2 = ( rhs[ 2 ] - mat[ 2 ][ 3 ] * x3 ) / mat[ 2 ][ 2 ].
```

```
x1 = ( rhs[ 1 ] - mat[ 1 ][ 2 ] * x2 - mat[ 1 ][ 3 ] * x3 ) / mat[ 1 ][ 1 ].
```

```
x = VALUE #( ( x1 ) ( x2 ) ( x3 ) ).
```

```
lt_return = x.
```

Код программы ZMM_DISTR_MAT

```

REPORT zmm_distr_mat.
TABLES: mara, marc, mdps.
TYPES: BEGIN OF ty_req,
        banfn    TYPE banfn,
        matnr    TYPE matnr,
        werks    TYPE werks_d,
        menge    TYPE menge_d,
        bdat     TYPE budat,
        fdat     TYPE budat,
        urgent   TYPE flag,
        covered  TYPE flag,
END OF ty_req.
TYPES: BEGIN OF ty_stock,
        werks    TYPE werks_d,
        matnr    TYPE matnr,
        labst    TYPE labst,
END OF ty_stock.
DATA: lt_reqs    TYPE STANDARD TABLE OF ty_req,
      lt_sorted  TYPE STANDARD TABLE OF ty_req,
      ls_req     TYPE ty_req,
      lt_stock   TYPE STANDARD TABLE OF ty_stock,
      lv_total_req TYPE menge_d VALUE 0,
      lv_total_cov TYPE menge_d VALUE 0,
      lv_to_buy  TYPE menge_d VALUE 0.
SELECT banfn matnr werks menge bdat fdat urgent
INTO TABLE lt_reqs
FROM zppmd_needs
WHERE matnr IS NOT NULL.
CALL FUNCTION 'MD_STOCK_REQUIREMENTS_LIST'
EXPORTING
  matnr = iv_matnr
  werks = iv_werks
IMPORTING
  et_stock = lt_stock.

```

```

SORT lt_reqs BY urgent DESCENDING fdat bdat.
lt_sorted = lt_reqs.
LOOP AT lt_sorted INTO ls_req.
  READ TABLE lt_stock INTO DATA(ls_stock)
    WITH KEY matnr = ls_req-matnr werks = ls_req-werks.
  IF sy-subrc = 0 AND ls_stock-labst > 0.
    IF ls_stock-labst >= ls_req-menge.
      ls_req-covered = 'X'.
      ls_stock-labst = ls_stock-labst - ls_req-menge.
      MODIFY lt_stock FROM ls_stock.
    ELSE.
      lv_total_req += ( ls_req-menge - ls_stock-labst ).
      ls_stock-labst = 0.
      MODIFY lt_stock FROM ls_stock.
    ENDIF.
  ELSE.
    lv_total_req += ls_req-menge.
  ENDIF.
ENDLOOP.
DATA: lv_move_1213 TYPE menge_d,
      lv_move_1223 TYPE menge_d,
      lv_stock_1213 TYPE menge_d,
      lv_stock_1223 TYPE menge_d.
READ TABLE lt_stock INTO DATA(ls_1213) WITH KEY matnr = ls_req-matnr
werks = '1213'.
READ TABLE lt_stock INTO DATA(ls_1223) WITH KEY matnr = ls_req-matnr
werks = '1223'.
lv_stock_1213 = ls_1213-labst.
lv_stock_1223 = ls_1223-labst.
IF lv_total_req > 0.
  IF lv_stock_1213 >= lv_total_req.
    lv_move_1213 = lv_total_req.
  ELSE.
    lv_move_1213 = lv_stock_1213.
    lv_total_req = lv_total_req - lv_stock_1213.
  IF lv_stock_1223 >= lv_total_req.
    lv_move_1223 = lv_total_req.
    lv_total_req = 0.

```

```

ELSE.
    lv_move_1223 = lv_stock_1223.
    lv_total_req = lv_total_req - lv_stock_1223.
ENDIF.
ENDIF.
lv_to_buy = lv_total_req.
ENDIF.
DATA: lt_items TYPE STANDARD TABLE OF BAPIEBAN,
      lt_return TYPE STANDARD TABLE OF BAPIRET2,
      ls_item  TYPE BAPIEBAN.
ls_item-material = ls_req-matnr.
ls_item-plant = '1201'.
ls_item-matl_group = 'ZINT'.
ls_item-doc_type = 'UB'.
IF lv_move_1213 > 0.
    ls_item-quantity = lv_move_1213.
    ls_item-supplying_plant = '1213'.
ENDIF.
IF lv_move_1223 > 0.
    ls_item-quantity = lv_move_1223.
    ls_item-supplying_plant = '1223'.
ENDIF.
APPEND ls_item TO lt_items.
IF lv_to_buy > 0.
    CLEAR ls_item.
    ls_item-material = ls_req-matnr.
    ls_item-plant = '1201'.
    ls_item-matl_group = 'ZEXT'.
    ls_item-quantity = lv_to_buy.
    ls_item-doc_type = 'NB'.
    APPEND ls_item TO lt_items.
ENDIF.
CALL FUNCTION 'BAPI_REQUISITION_CREATE'
  TABLES
    requisition_items = lt_items
    return            = lt_return.
CALL FUNCTION 'BAPI_TRANSACTION_COMMIT'
  EXPORTING wait = 'X'.

```

Код программы ZMM_RFQ_LOT_CREATE

```

REPORT zmm_rfq_lot_create.
SELECT banfn bnfpo matnr werks menge ebeln matkl bsart ekgrp lfdat
  INTO TABLE lt_reqs FROM eban WHERE bsart = 'NB' AND matnr IS NOT NULL.
LOOP AT lt_reqs ASSIGNING <ls_req>.
  DATA(ls_key) = VALUE key( werks = <ls_req>-werks ekgrp = <ls_req>-ekgrp ).
  COLLECT ls_key INTO lt_keys.
ENDLOOP.
LOOP AT lt_keys INTO DATA(ls_key).
  CLEAR lt_temp.
  LOOP AT lt_reqs ASSIGNING <ls_req>
    WHERE werks = ls_key-werks AND ekgrp = ls_key-ekgrp.
    APPEND <ls_req> TO lt_temp.
  ENDLOOP.
  APPEND VALUE ty_group( key = ls_key items = lt_temp ) TO lt_group.
ENDLOOP.
LOOP AT lt_group INTO <ls_group>.
  lt_header-doc_type = 'ZPZ'.
  lt_header-purch_org = '1112'.
  lt_header-pur_group = <ls_group>-key-ekgrp.
  lt_header-created_on = sy-datum.
  lt_header-quotation_deadline = sy-datum + 10.
  LOOP AT <ls_group>-items INTO DATA(ls_item).
    APPEND VALUE BAPIRFQITEM TO lt_itemdata.
  ENDLOOP.
  CALL FUNCTION 'BAPI_RFQ_CREATE'
    EXPORTING
      headerdata = lt_header
    TABLES
      itemdata   = lt_itemdata
      return     = lt_return.
  CALL FUNCTION 'BAPI_TRANSACTION_COMMIT'
    EXPORTING
      wait = 'X'.
ENDLOOP.

```