

Вагин К.Д.

студент

Научный руководитель: Чаусова О.В., к.ф.-м.н.

Технологический университет им. Леонова А.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ERP-СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы оптимизации ERP-системы на примере госкорпорации «Росатом». Проведен детальный анализ существующих проблем в процессе согласования замен с использованием различных методов исследования, включая интервьюирование разных подразделений, анкетирование и наблюдение за рабочими процессами. Выявлены основные проблемы, которые влекут за собой значительные операционные и финансовые риски, включая простои в производстве. Кроме того, отсутствие регламентированных процедур согласования замен ТМЦ приводит к их задержке на этапе входного контроля, что увеличивает сроки реализации проектов и ведет к дополнительным издержкам. Существующие недостатки системы ОМТС, требуют комплексного подхода к оптимизации. С помощью факторного анализа было выявлено четыре ключевых направления для автоматизации процесса замен и разработана архитектура автоматизированной информационной системы «Согласование замен».

Ключевые слова: оптимизации ERP-системы, согласование замен, автоматизация процесса

Vagin K.D.

student

Scientific supervisor: Chausova O.V., PhD in Physics and Mathematics.

Technological University named by Leonov A.A.

**OPTIMIZATION OF ERP-SYSTEM ON THE EXAMPLE OF STATE
CORPORATION "ROSATOM"**

Abstract: The article considers the issues of ERP system optimization using the example of the state corporation Rosatom. A detailed analysis of existing problems in the process of coordinating replacements was carried out using various research methods, including interviewing different departments, questionnaires and monitoring work processes. The main problems that entail significant operational and financial risks, including production downtime, were identified. In addition, the lack of regulated procedures for coordinating replacements of inventory items leads to their delay at the stage of incoming inspection, which increases the time frame for project implementation and leads to additional costs. The existing shortcomings of the OMTS system require an integrated approach to optimization. Using factor analysis, four key areas for automating the replacement process were identified and the architecture of the automated information system "Coordination of Replacements" was developed.

Keywords: ERP system optimization, replacement coordination, process automation.

Введение

В современных условиях цифровизации бизнеса корпоративные информационные системы играют ключевую роль в управлении ресурсами предприятия [4]. Одной из таких систем является ERP (Enterprise Resource Planning) – интегрированная платформа, объединяющая финансовый, логистический, кадровый и производственный учет.

Госкорпорация «Росатом» – одна из крупнейших компаний России, объединяющая предприятия атомной отрасли, энергетики, науки и высоких технологий. Внедрение и оптимизация ERP-системы в такой масштабной структуре требует тщательного анализа и адаптации под специфику отрасли.

Отдел материально-технического снабжения (ОМТС) играет одну из ведущих ролей в обеспечении бесперебойного функционирования производственных процессов. В условиях деятельности такой крупной Госкорпорации, как «Росатом», эффективное управление ресурсами предприятия становится ключевым фактором устойчивости производственной системы, поскольку ОМТС отвечает за организацию закупочного цикла, планирования поставок и соблюдения регламентированных сроков обеспечения производства необходимыми ресурсами [1].

В контексте динамично трансформирующегося рынка и усложнения глобальных цепочек поставок, промышленные корпорации сталкиваются с необходимостью повышения гибкости и адаптивности систем материально-технического обеспечения (МТО). Особую значимость приобретает способность оперативно реагировать на изменения, обусловленные как развитием производственных технологий, так и изменениями нормативно-технической документации (НТД).

1. Исследование проблемы согласования замен

В рамках исследования был реализован комплексный подход к сбору требований и выявлению проблемных областей, основанный на сочетании количественных и качественных методов исследования. Процесс исследования проводился в несколько этапов с применением различных методологических инструментов, таких как анализ документации, опрос специалистов, анкетирование.

Этап 1. Предварительное исследование

На первом этапе был проведен анализ существующей документации:

- внутренние регламенты и стандарты организации;
- должностные инструкции сотрудников;
- отчеты о простоях производства, связанных с процессом согласования замен.

Этап 2. Опрос фокус-группы

Был проведен опрос у специалистов различных подразделений:

- 12 специалистов отдела МТС,
- 8 сотрудников конструкторского бюро,
- 15 представителей производственных подразделений,
- 2 специалистов службы качества,
- 5 руководителей среднего звена.

Этап 3. Анкетирование

Анкета включала следующие типы вопросов:

Оценочные вопросы (по шкале Ликерта 1-5):

1. Оцените эффективность текущего процесса согласования замен.
2. Насколько удобен существующий формат документации?
3. Как часто возникают задержки при согласовании?

Открытые вопросы:

1. Опишите основные трудности, с которыми вы сталкиваетесь при согласовании замен.

2. Какие улучшения в процессе согласования вы считаете необходимыми?

3. Какие функции должна включать автоматизированная система?

Множественный выбор:

Выберите наиболее частые причины задержек согласования:

- отсутствие необходимой документации,
- длительность процесса согласования,
- сложность поиска информации,
- отсутствие четкого регламента.

Этап 3: Наблюдение за рабочими процессами

Проведено структурированное наблюдение за работой специалистов с хронометражем выполнения типовых операций. В ходе наблюдения использовался метод исследования рабочего дня сотрудника, позволивший выявить:

- реальные временные затраты на различные этапы согласования,
- частоту возникновения типовых проблем,
- характер взаимодействия между подразделениями,
- специфику работы с документацией.

При наблюдении заполнялись следующие поля:

Дата наблюдения: _____

Подразделение: _____

Наблюдаемый процесс: _____

Временная шкала (15-минутные интервалы):

Временной интервал	Действие:	Затраченное время	Проблемы:

--	--	--	--

Общие наблюдения:

Частота обращений к документации:	
Количество согласующих:	
Время ожидания ответов:	

2. Анализ полученных данных

Для проведения факторного анализа использован метод главных компонент (РСА) [3]. Выборка составила 200 процессов согласования замен за период 6 месяцев.

Были оценены следующие критерии факторов:

1. **Длительность согласования (дней)** – общее время согласования в днях.
2. **Количество согласующих** – число сотрудников, участвующих в согласовании.
3. **Сложность маршрутизации (балл)** – оценка сложности маршрута (1–5).
4. **Межфункциональное взаимодействие (балл)** – уровень взаимодействия между отделами (1–5).
5. **Регламентация процессов (балл)** – степень формализации процесса (1–5).
6. **Доступность ИС (балл)** – доступность информационных систем (1–5).
7. **Уровень автоматизации (балл)** – степень автоматизации процессов (1–5).
8. **Интеграция систем (балл)** – связность ИС (1–5).
9. **Техническая поддержка (балл)** – оценка техподдержки (1–5).
10. **Быстродействие систем (балл)** – скорость работы систем (1–5).

11. **Полнота документации (балл)** – насколько полна документация (1–5).
12. **Актуальность НТД (балл)** – актуальность нормативных документов (1–5).
13. **Доступность архива (балл)** – лёгкость доступа к архивам (1–5).
14. **Качество заполнения форм (балл)** – качество оформления документов (1–5).
15. **Структурированность данных (балл)** – упорядоченность данных (1–5).
16. **Версионность документов (балл)** – управление версиями (1–5).
17. **Унификация форматов (балл)** – стандартизация форматов документов (1–5).

Переменные с разными шкалами (дни и баллы 1–5) приводятся к единой шкале с нулевым средним и единичным стандартным отклонением

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}, \quad (1)$$

где X – исходное значение переменной,

μ – среднее значение переменной (математическое ожидание),

σ стандартное отклонение переменной.

Вычисляется корреляционная матрица для всех 17 переменных, отражающая степень взаимосвязи между ними.

Для нахождения собственных значений и собственных векторов используется следующее уравнение матрицы (2):

$$\det(R - \lambda I) = 0, \quad (2)$$

где R – корреляционная (или ковариационная) матрица,

λ – собственное значение,

I – единичная матрица того же размера, что и R .

det – определитель матрицы.

Далее происходит расчет факторных нагрузок (3):

$$L_{ij} = e_{ij} \times \sqrt{\lambda_j} \quad (3)$$

где e_{ij} – элемент собственного вектора,

λ_j – собственное значение фактора.

Расчет доли объясненной дисперсии показывает, какую часть общей дисперсии данных объясняет каждый фактор. Чем выше эта доля, тем значимее фактор (4):

$$D_j = \frac{\lambda_j}{\sum_{k=1}^m \lambda_k} \quad (4)$$

где: λ_j – собственное значение j -го фактора,

m – общее количество факторов,

$\sum_{k=1}^m \lambda_k$ – сумма всех собственных значений (общая дисперсия).

Выделенные факторы:

Фактор 1. Организационный

Компоненты фактора:

1. Длительность согласования (факторная нагрузка 0,82).
2. Количество согласующих (факторная нагрузка 0,76).
3. Сложность маршрутизации (факторная нагрузка 0,71).
4. Межфункциональное взаимодействие (факторная нагрузка 0,69).
5. Регламентация процессов (факторная нагрузка 0,65).

Суммарный вес фактора: 0,35

Собственное значение: 3,85

Организационный фактор составляет 35% дисперсии.

Фактор 2. Технологический

Компоненты фактора:

1. Доступность информационных систем (факторная нагрузка 0,79).
2. Уровень автоматизации (факторная нагрузка 0,75).
3. Интеграция систем (факторная нагрузка 0,72).
4. Техническая поддержка (факторная нагрузка 0,68).
5. Быстродействие систем (факторная нагрузка 0,64).

Суммарный вес фактора: 0,28

Собственное значение: 3,12

Организационный фактор составляет 28% дисперсии (суммарный вес фактора * 100%)

Фактор 3: Документационный

Компоненты фактора:

1. Полнота документации (факторная нагрузка 0,85).
2. Актуальность НТД (факторная нагрузка 0,81).
3. Доступность архива согласований (факторная нагрузка 0,78).
4. Качество заполнения форм (факторная нагрузка 0,76).
5. Структурированность данных (факторная нагрузка 0,72).
6. Версионность документов (факторная нагрузка 0,70).
7. Унификация форматов (факторная нагрузка 0,68).

Суммарный вес фактора: 0,25

Собственное значение: 2,95

Организационный фактор составляет 25% дисперсии.

Преобладание организационных проблем указывает на необходимость первоочередной оптимизации бизнес-процессов и организационной структуры. Значительная доля технических проблем подтверждает актуальность разработки новой автоматизированной системы для контроля процесса согласования замен.

Временной анализ процесса согласования.

Распределение времени по этапам:

1. Поиск документов: 25% времени.
2. Согласование: 35% времени.
3. Ожидание ответа: 20% времени.
4. Внесение изменений: 15% времени.
5. Финальное утверждение: 5% времени.

Наибольшие временные затраты приходятся на этапы поиска документов и согласования, что указывает на необходимость автоматизации именно этих процессов в первую очередь. Значительное время ожидания ответа (20%) говорит о необходимости внедрения системы автоматических уведомлений.

В ходе анкетирования и опроса было выявлено проблемы, которые должна решить автоматизированная информационная система «Согласование замен».

Выявленные проблемы:

1. Для соблюдения сроков плана производства и выполнения государственных контрактов важно покупать точно в срок. Из-за этого решение данной проблемы происходит в телефонных разговорах, где информация может искажаться, либо быть понята неправильно. Также это приводит к долгому согласованию со всеми остальными участниками процесса.
2. Информация о прекращении производства зачастую поступает очень поздно, когда все сроки уже просрочены. Еще одной проблемой является источник информации о прекращении производства, это либо жалобы заявителей, либо анализ отчетов о просроченных сроках поставок. Правильно чтобы источником информации был закупщик, который первый узнает об этом.

3. При попадании на входной контроль наименования при поставке могут не совпадать с внутренним справочником продукции внешней поставки (СПВП) и справочником входного контроля, тогда даже при условии полной годности ТМЦ отправляются в изолятор.

4. Важно учитывать изменения в НТД для соблюдения законов РФ, также не последнюю роль играют характеристики ТМЦ, они могут повлиять на конечное изделие.

Из этих проблем выделены четыре ключевых направления для автоматизации процесса согласования замен:

- согласование при невозможности приобретения ТМЦ к установленному сроку,
- согласование при прекращении производства необходимых компонентов,
- согласование при несоответствии форм записи по потребности,
- согласование при изменениях в нормативно-технической документации.

3. Проектирование системы АИС «Согласование замен»

В ходе общего совещания с руководителями подразделений и представленными результатами обследования было принято решение создать 4 ветви согласования замен, а именно:

1. Невозможность приобретения требуемых ТМЦ к установленному сроку.
2. Прекращение производства необходимых компонентов.
3. Несоответствие форм записи по потребности.
4. Изменения в нормативно-технической документации (НТД).

Для понимания взаимодействия системы и пользователей была составлена диаграмма последовательности (рисунок 1, 2).

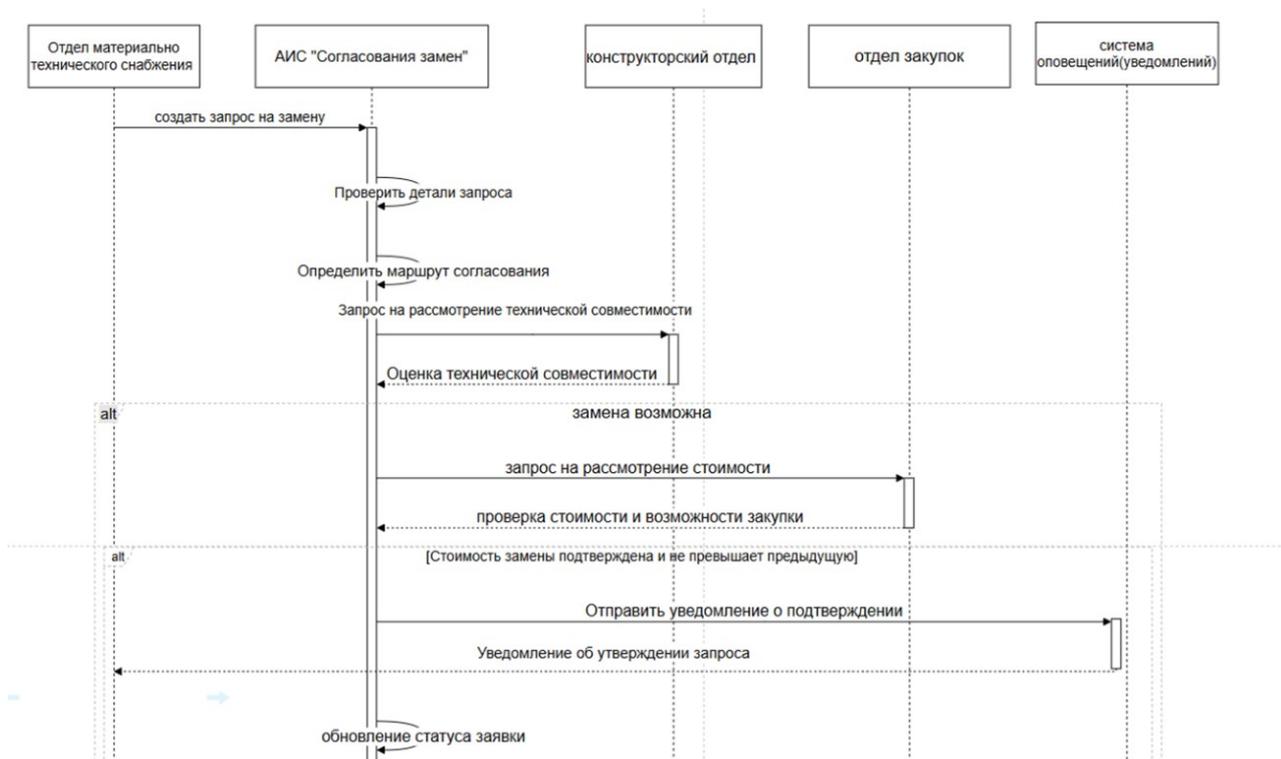


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности часть 1

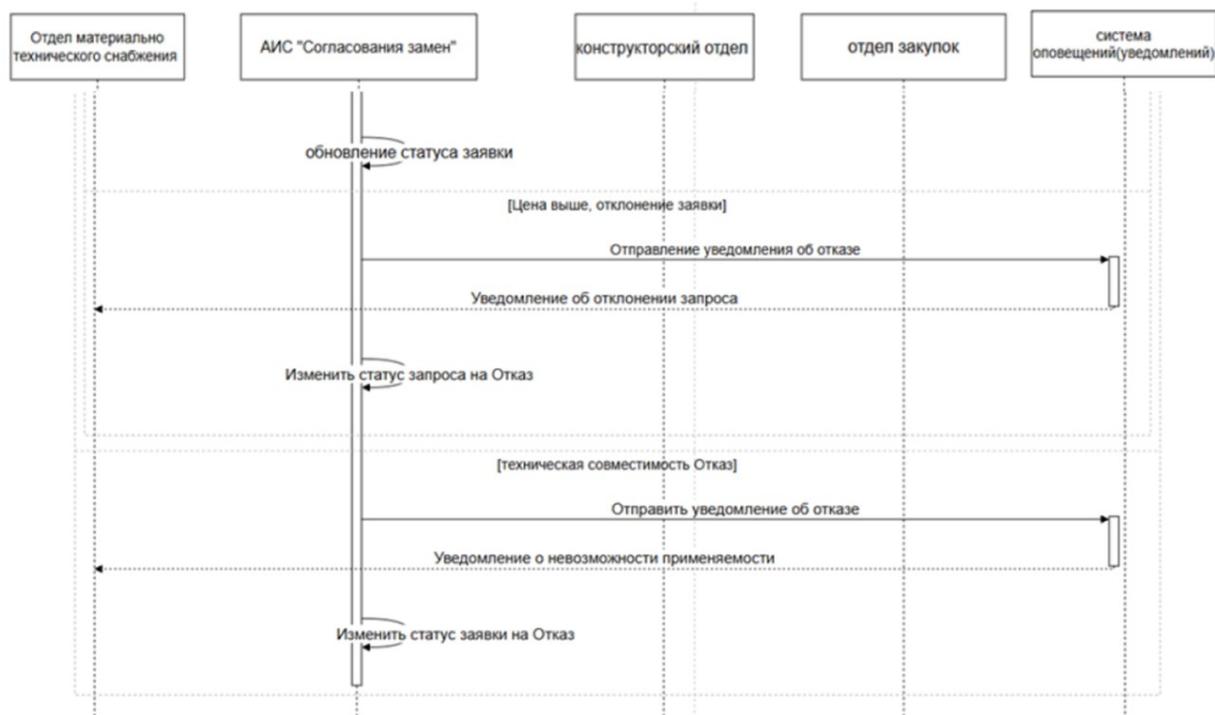


Рисунок 2 – Диаграмма последовательности часть 2

В качестве выбора системы управления базами данных (БД) была выбрана PostgreSQL.

Преимущества PostgreSQL [2]:

1. Открытый исходный код: PostgreSQL является бесплатной системой с открытым исходным кодом, что позволяет пользователям свободно использовать, изменять и распространять её, что важно в условиях санкций для соблюдения законодательства РФ.
2. Расширяемость: PostgreSQL предлагает возможность создания пользовательских функций и расширений. Из-за этого она подходит для проектов с индивидуальными требованиями, позволяя адаптировать систему под конкретные нужды.
3. Поддержка различных типов данных: Система поддерживает широкий спектр типов данных, включая стандартные числовые и строковые типы, а также более сложные структуры, такие как JSON, XML и геометрические данные. Это позволяет эффективно работать с разнообразными данными.
4. Высокая производительность: PostgreSQL оптимизирована для обработки больших объемов данных и может выполнять десятки тысяч запросов в секунду. Она использует индексы и интеллектуальные планировщики запросов для достижения высокой эффективности.
5. Надежность и безопасность: Система соответствует принципам ACID (атомарность, согласованность, изолированность и долговечность), что обеспечивает надежную работу с транзакциями и защиту данных [5]. Также доступны механизмы репликации и восстановления данных.
6. Кроссплатформенность: PostgreSQL работает на различных операционных системах, включая Linux, Windows и macOS, что делает её универсальной для использования в разных средах.

PostgreSQL часто сравнивают с другими системами управления базами данных, такими как MySQL. Сравнение производительности PostgreSQL и MySQL (БД на 400 тыс. записей) показана в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение производительности PostgreSQL и MySQL (БД на 400 тыс. записей).

Операция	PostgreSQL, с.	MySQL, с.	Преимущество PostgreSQL
Добавление записей	5,5	15	В 2,7 раза быстрее
Внутреннее объединение	1,1	2,8	В 2,5 раза быстрее
Сортировка с индексом	0,9	1,5	В 1,67 раза быстрее
Группировка	0,35	0,52	В 1,49 раза быстрее
Выборка с индексом	0,6	1,2	В 2 раза быстрее
Обновление	3,5	9,5	В 2,7 раза быстрее
Без индексов (внутр. объедин.)	1,3	-	-
Без индексов (выборка)	0,7	-	-
Без индексов (обновление)	2,2	-	-

Для проектирования базы данных была составлена диаграмма классов (рисунок 3).

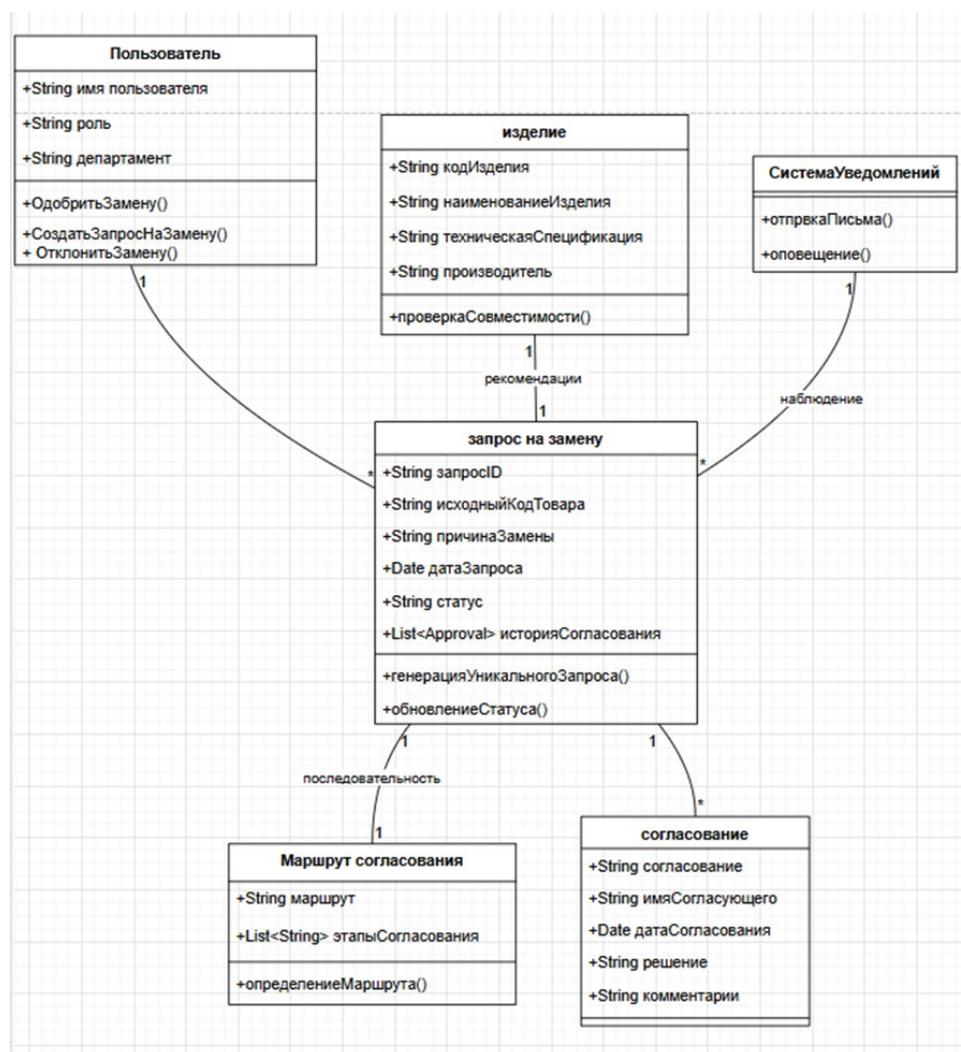


Рисунок 3 – Диаграмма классов

БД хранит информацию о запросе на замену, маршруте согласования, информации о изделии, информацию о пользователях, хранит информацию о самих согласованиях, также отражает систему уведомлений.

Связи между классами:

1. Пользователь - Запрос на замену - связь показывает, что пользователь может создавать и управлять запросами.
2. Изделие - Запрос на замену (1:1) - каждый запрос связан с конкретным изделием.
3. Запрос на замену - Маршрут согласования (1:1) - для каждого запроса определяется свой маршрут согласования.
4. Запрос на замену - Согласование (1:*) - один запрос может иметь множество этапов согласования.
5. Система Уведомлений связана с процессом через уведомления - обеспечивает информирование участников процесса.

Также был разработан прототип интерфейса АИС «Согласования замен» (рисунок 4, 5, 6).



№ заявки	Дата создания заявки	Причина замены	Статус	КН КД	№ потребности	Инициатор замены	GID СПВП	Обозначение при поставке	Обозначение по КД	Обозначение в заявке	Ожидаемая дата поставки

Рисунок 4 – Интерфейс АИС «Согласование замен». Модуль «Заявки»

 		
Дата согласования	Было	Стало

Рисунок 5 – Интерфейс АИС «Согласование замен». Модуль «Согласование ТМЦ»

Дата	Исполнитель	Задача	Дата решения задачи	Решение

Рисунок 6 – Интерфейс АИС «Согласование замен». Модуль «Исполнители»

Интерфейс создания заявки на замену представлен на рисунке 7, где представлена возможность выбора причины замены, а также ранее согласованные замены по выбранному ТМЦ.

Создать заявку

Причина замены

↓

Согласовать замену ТМЦ
 Согласовать новую дату обеспечения

	КН КД	Исходная потребность	Замена по потребности	Причина замены	Заявка
■					
■					

Заключение

Разработка и внедрение модуля АИС «Согласования замен» представляет собой комплексное решение актуальных проблем, возникающих в процессах материально-технического обеспечения госкорпорации «Росатом». Модуль не только автоматизирует рутинные операции, но и предоставляет инструменты для принятия обоснованных решений, что в конечном итоге способствует повышению эффективности производства и конкурентоспособности предприятия в целом.

Реализация проекта по созданию модуля АИС «Согласования замен» позволит достичь следующих результатов:

1. Сокращение времени на поиск и утверждение замен ТМЦ на 50-70%.
2. Минимизация простоев производства, связанных с отсутствием необходимых комплектующих.
3. Повышение обоснованности принимаемых решений по заменам за счет централизации информации и автоматизации ее анализа.
4. Формирование единой базы знаний по заменам, пригодной для дальнейшего анализа и оптимизации процессов планирования МТО.

Результаты данного исследования могут быть применены не только в рамках рассматриваемой организации, но и адаптированы для других

предприятий, сталкивающихся с аналогичными проблемами в процессах согласования.

Использованные источники:

1. Дьяков И. Ю., Сергеев В. И. Управление логистическими процессами: учебник и практикум для СПО. — М.: Юрайт, 2022. — 307 с.
2. Постгрес Professional. Преимущества PostgreSQL для бизнеса // Официальный сайт PostgresPro. URL: <https://postgrespro.ru> (дата обращения: 5.05.2025)
3. Чеканский А. В. Метод главных компонент (РСА) и его применение в экономике. — СПб.: Питер, 2021. — 192 с.
4. Шостак А. Ю. Информационные системы в управлении предприятием. — М.: Финансы и статистика, 2020. — 288 с.
5. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. — Geneva: ISO, 2011. — 31 p. URL: <https://www.iso.org/standard/35733.html> (дата обращения: 5.05.2025)