

**КОЖЕВНИКОВА П. В., КОЛЕСНИКОВА Д. А., СОЧКО С. С.
ЕДИНОЕ ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ РЕШЕНИЙ**

УДК 025.4.03; 002.6:004.65, ГРНТИ 20.23.17

Единое хранилище данных системы
поддержки принятия диспетчерских
решений

Unified data storage of the dispatch
decision support system

**П. В. Кожевникова¹,
Д. А. Колесникова², С. С. Сочко¹**

**P. V. Kozhevnikova¹,
D. A. Kolesnikova², S. S. Sochko¹**

¹Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;

¹Ukhta State Technical University,
Ukhta;

²ООО «Газпром трансгаз Ухта», г. Ухта

²Gazprom transgaz Ukhta LLC, Ukhta

В современных условиях транспортировки природного газа, диспетчерские группы играют ключевую роль в обеспечении непрерывного контроля и управления всеми этапами процесса. Введение системы поддержки принятия диспетчерских решений (СППДР) значительно повышает эффективность, надежность и безопасность операций. В данной статье рассмотрена актуальность и необходимость внедрения СППДР на предприятиях, а также предложены методы модернизации и оптимизации системы для улучшения производительности и интеграции данных. Описаны основные функциональные требования и результаты разработки новой информационной системы, включающей единое хранилище данных и унифицированный API. Применение современных технологий, таких как PostgreSQL, FastAPI, GraphQL и Vue.js, позволяет создать систему управления данными, которая обрабатывает большие объемы информации и адаптируется к изменяющимся условиям.

In modern natural gas transportation conditions, dispatching groups play a key role in ensuring continuous control and management of all stages of the process. The introduction of a dispatch decision support system (DDSS) significantly enhances the efficiency, reliability, and safety of operations. This article discusses the relevance and necessity of implementing DDSS in enterprises, as well as proposed methods for modernizing and optimizing the system to improve performance and data integration. The main functional requirements and the results of the development of a new information system, including a unified data repository and a standardized API, are described. The application of modern technologies such as PostgreSQL, FastAPI, GraphQL, and Vue.js allows for the creation of a flexible and powerful data management system that efficiently processes large volumes of information and adapts to changing conditions.

Ключевые слова: транспортировка природного газа, диспетчерские группы, система поддержки принятия диспетчерских решений, СППДР, интеграция данных, модернизация системы, PostgreSQL, FastAPI, GraphQL, Vue.js

Keywords: natural gas transportation, dispatching groups, dispatch decision support system, DDSS, data integration, system modernization, PostgreSQL, FastAPI, GraphQL, Vue.js

Введение

В условиях современной транспортировки природного газа, диспетчерские группы предприятия становятся неотъемлемой частью этого процесса, обеспечивая непрерывный контроль и управление всеми этапами транспортировки.

Диспетчерские группы сталкиваются с беспрецедентными проблемами, связанными с необходимостью непрерывного мониторинга и управления сложными техническими системами. Для решения этих задач им необходимы мощные инструменты, которые могут предоставить им критически важную информацию и поддержку, повышающую эффективность принятия решений.

Одним из наиболее эффективных инструментов, поддерживающих компьютерную обработку принимаемых решений, является система поддержки принятия диспетчерских решений (СППДР). Это комплекс программных и аппаратных средств, разработанных для автоматизации и оптимизации процесса принятия решений диспетчерским персоналом [1].

Цель СППДР – это предоставление диспетчеру необходимой информации, аналитических данных и рекомендаций, что особенно актуально с учетом требуемого непрерывного мониторинга и управления сложными техническими системами.

Внедряя СППДР, диспетчерские группы повышают свою эффективность, надежность и безопасность операций, связанных с транспортировкой природного газа. Эта технология становится все более важной в современных условиях транспортировки, где своевременное и точное принятие решений имеет решающее значение для обеспечения бесперебойной и эффективной транспортировки природного газа потребителям.

СППДР предприятия непрерывно взаимодействует со сторонними системами такими как: SCADA PSI, программно-вычислительные комплексы, вертикально-интегрированные решения и системами внешних организаций.

Из источников данные через интеграционные механизмы поступают в базу и из базы через интеграционные механизмы данные передаются получателям.

Все оперируемые данные представляют собой технологические данные, они имеют разную структуру и дискретность. Хранятся данные в шести хранилищах. Из одного источника что-то хранится в своём изолированном хранилище, из другого раскидано по нескольким хранилищам, а из некоторых источников целиком хранится в хранилище журнала диспетчера.

Это усложняет анализ и формирование отчетов из-за сложности интеграции данных из множества источников, различных форматов и структур данных.

На основе, вышеописанного сформулируем актуальность данной темы:

Актуальность поддержки принятия диспетчерских решений заключается в следующем:

- разнообразие источников и получателей данных: Наличие множества источников и получателей данных, различных по структуре и интерфейсам взаимодействия, делает интеграцию данных необходимой для обеспечения единого представления информации

- частичная связность данных хранилищ: подчеркивает проблему недостаточной интеграции и объединения данных, хранящихся в различных хранилищах.

- импортонезависимые средства разработки: использование свободного программного обеспечения для разработки продукта, который будет независим от международной версии, и права на который будут принадлежать разработчику.

- использование СУБД Oracle: СУБД Oracle подвержена импортозамещению. Это обусловлено прекращением поддержки ПО компанией Oracle в 2018 году и политикой Правительства РФ по преимущественному использованию отечественного и свободно-распространяемого ПО. В связи с этим, предприятиям необходимо переводить свои информационно-управляющие системы на импортонезависимую платформу, чтобы избежать зависимости от импорта и обеспечить стабильность и безопасность своих систем.

- большой объем исчисляемых данных: Обработка больших объемов данных требует эффективных методов интеграции, чтобы обеспечить быстрый доступ к нужной информации и уменьшить время обработки.

- различная структура и дискретность данных: Различия в структуре и дискретности данных между источниками требуют специализированных подходов к интеграции, чтобы обеспечить качество и целостность данных.

Таким образом, решение проблемы заключается в создании единого хранилища данных СППДР на импортозамещенной платформе, которое обеспечит централизованное хранение и обработку всех данных, для повышения оперативности и качества принимаемых диспетчерских решений, а цель статьи – описание аспектов разработки данного программного обеспечения.

Проектирование информационной системы

Объектом автоматизации являются процессы сбора, получения, обработки, хранения, архивирования и предоставления данных СППДР. DFD 0-го уровня (контекстная схема) «Как есть» представлена на Рисунке 1. Данная диаграмма показывает общую картину и представляет систему в виде единого процесса, наделенного связями с внешними сущностями. DFD 1-го уровня (системный уровень) «Как есть» представлена на Рисунке 2. На данном уровне единый процесс декомпозируется, и отображаются хранилища данных.

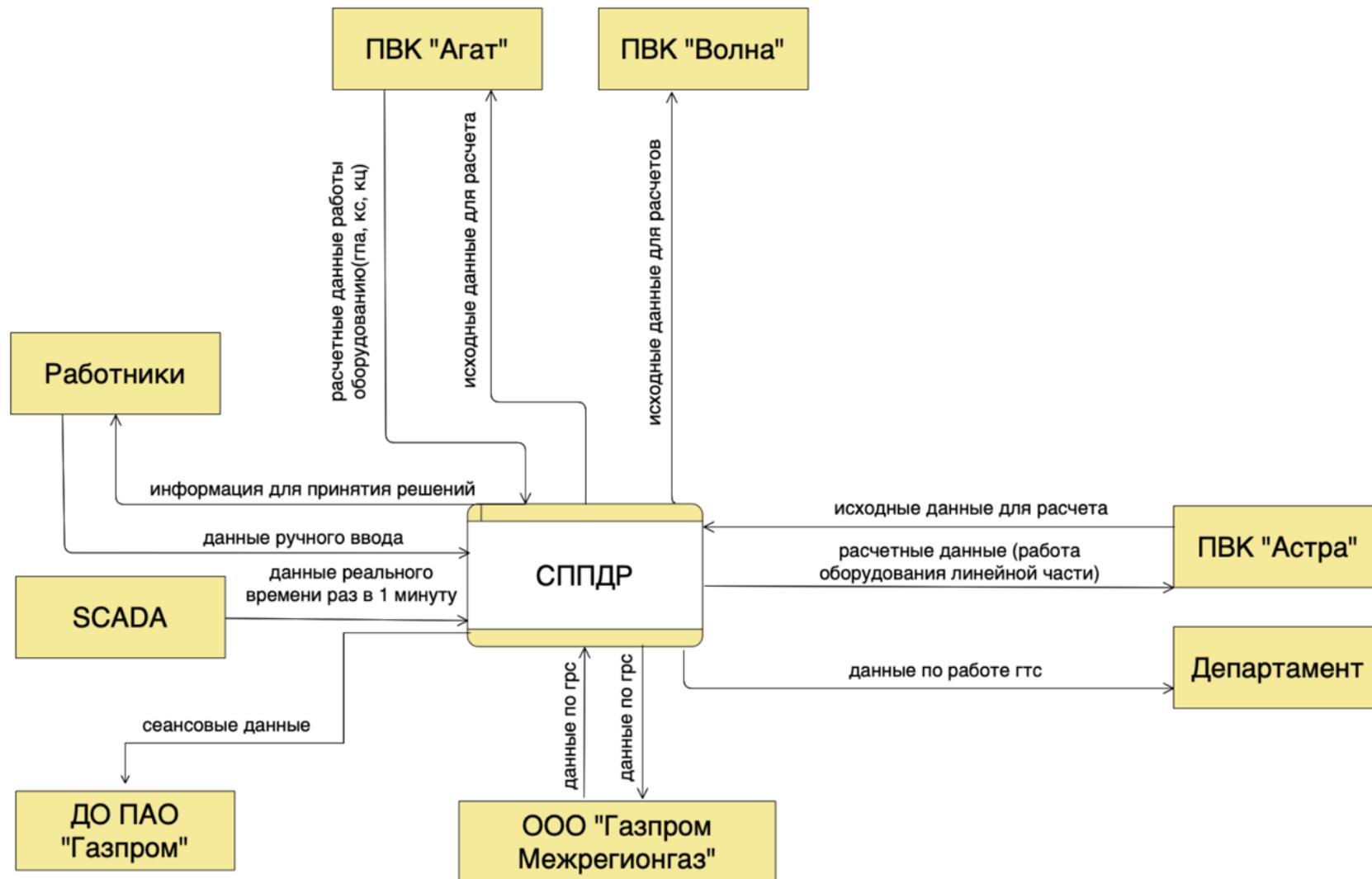


Рисунок 1 – DFD-0 (контекстного уровня)

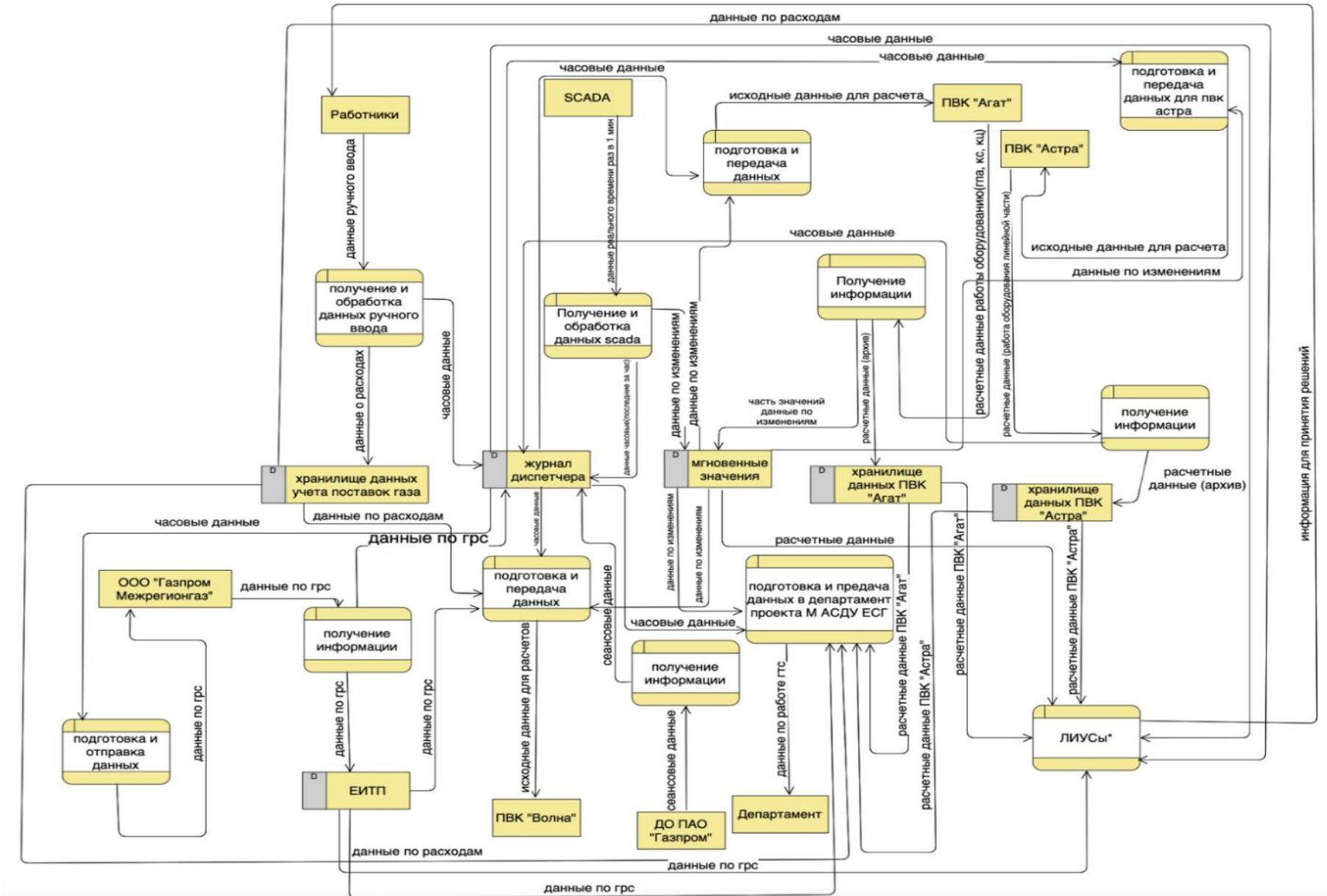


Рисунок 2 – DFD-1 (системного уровня) «Как есть»

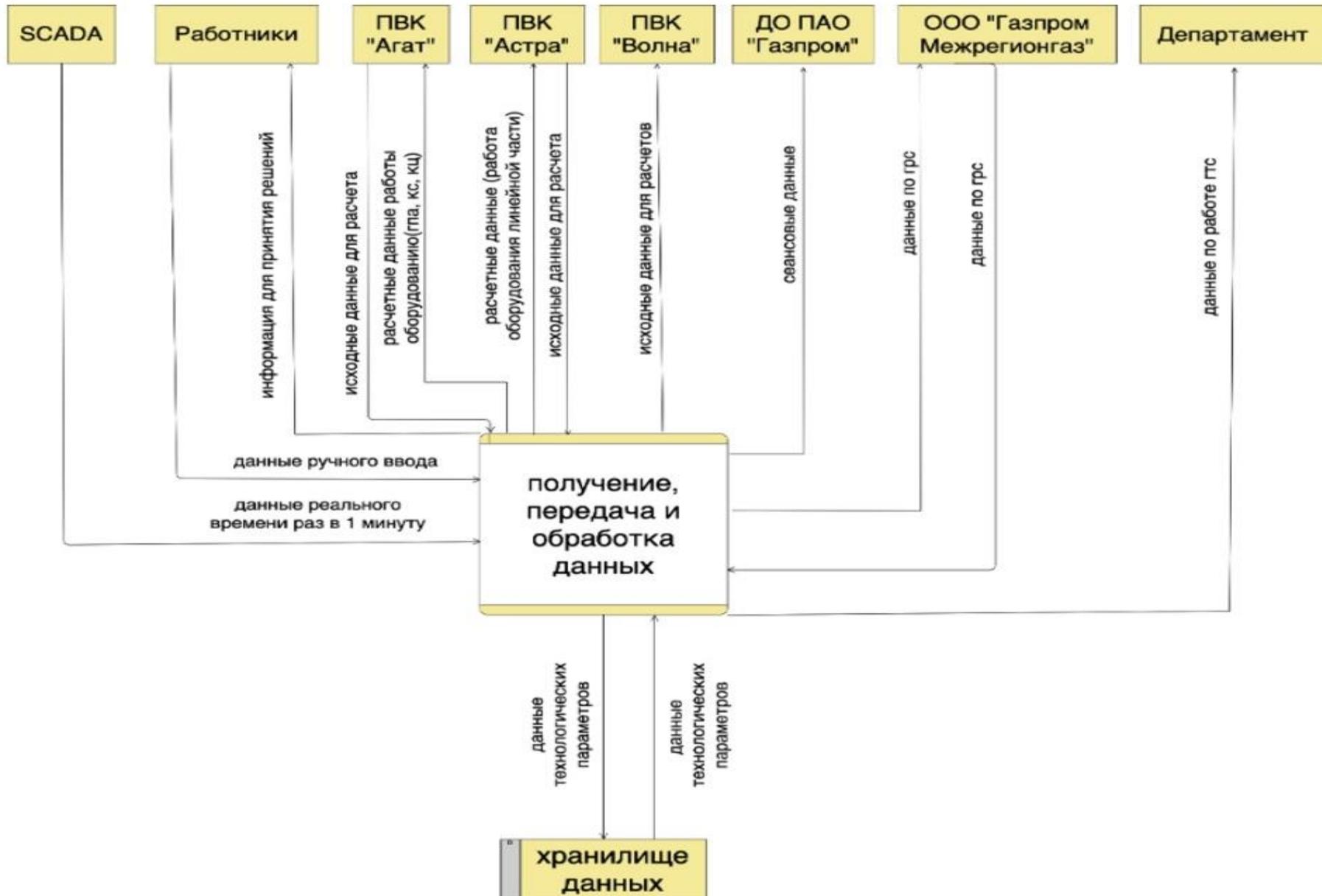


Рисунок 3 – DFD-1 (системного уровня) «Как будет»

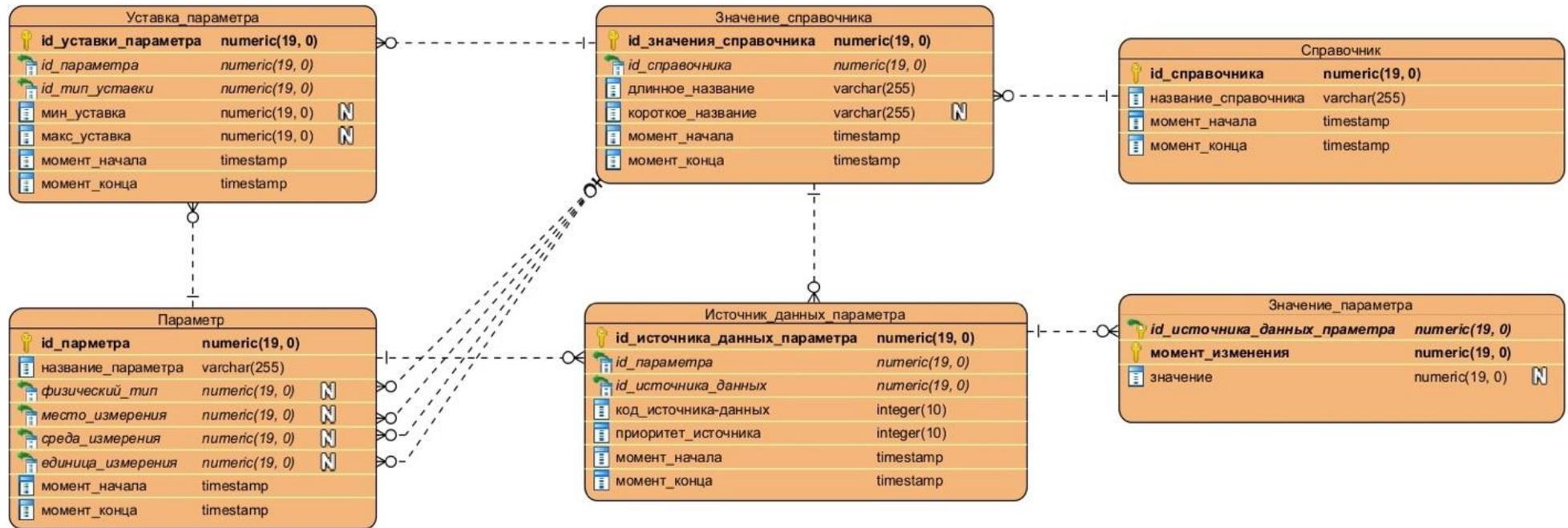


Рисунок 4 – Логическая модель базы данных

Проанализировав схему «Как есть», обратимся к схеме «Как будет». С точки зрения самого процесса – он не терпит изменений.

Изменения скорее только с технической стороны:

- Источники и получатели не поменяются;
- Интеграционные механизмы сейчас это программы-роботы и jobs, а будет реализован один сервис обмена (см. Рисунок 3);
- В базе сейчас несколько хранилищ, а будет одно с доступом через API (см. Рисунок 3);
- Административных панелей сейчас в количестве пяти штук, а будет одна.

Данные изменения направлены на улучшение технической реализации процесса, но при этом сохраняют его основные характеристики и цели. Таким образом, схема «Как будет» контекстного уровня полностью соответствует схеме контекстного уровня «Как есть».

На основании вышеописанного были выделены основные функциональные требования:

- Добавление новых записей в таблицу: Система должна предоставлять пользователю интерфейс для ввода новых данных в таблицы.
- Удаление существующих параметров из таблиц: Система должна предоставлять возможность удалять записи из таблиц.
- Редактирование существующих параметров: Система должна поддерживать возможность редактирования существующих записей.
- Сортировка записей в таблицах: Система должна предоставлять функционал для сортировки записей в таблицах по различным критериям, включая алфавитный порядок и по возрастанию или убыванию числовых значений.
- Фильтрация записей в таблицах: Система должна поддерживать функционал для фильтрации записей в таблицах.
- Настройка отображения колонок: Система должна предоставлять пользователю возможность выбора и настройки видимости колонок в таблице данных.

Создание логической модели начинается с выделения ключевых сущностей предметной области. В результате анализа были выделены основные сущности:

1. Параметр – сущность, содержит название параметра, физический тип, место измерения, среда измерения, единица измерения, момент начала и момент конца.
2. Уставка_параметра – сущность, содержит минимальное и максимальное значение уставки, и момент начала, и момент конца.
3. Источник_данных_параметра – сущность, содержит код источника данных, и момента начала и конца.
4. Значение-параметра – сущность, содержит значение и момент изменения
5. Справочник – сущность, содержит название справочника, и момент начала, и момент конца.
6. Значение_справочника – сущность, содержит длинное и короткое название справочника, а также момент начала и момент конца.

Связи между сущностями наглядно представлены на логической модели базы данных (Рисунок 4).

Результаты разработки системы

Успешная разработка системы обусловлена полным соответствием её функциональным требованиям. Это означает, что все аспекты системы, указанные в требованиях, были успешно реализованы и успешно интегрированы в общую архитектуру системы. Выполнение вышеописанных функциональных требований является ключевым показателем качества и эффективности системы.

Скриншот веб-интерфейса системы поддержки принятия диспетчерских решений. В центре экрана отображается таблица параметров. Вверху интерфейса видны меню: "Параметры", "Уставки", "Значения", "Источники данных параметров" и "Справочники".

Наименование	Физ.тип	Место измер.	Среда измер.	Ед.измер.	Момент начала	Момент конца	Действия
Р газа 1220 Пунга	Давление	ПОСЛЕ	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-01-04 23:28:56.000	2023-08-29 07:45:29.000	
Т газа на входе КЦ1 КС1	Температура	ДО	Газ	градус Цельсия	2023-03-18 20:28:19.000	2023-06-02 04:12:08.000	
Т газа на выходе КЦ1 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	2023-11-12 04:19:24.000	2024-02-01 14:06:49.000	
Р газа на входе КЦ2 КС1	Давление	ДО	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-01-11 08:25:44.000	2023-01-28 18:30:42.000	
Р газа на выходе КЦ2 КС1	Давление	ПОСЛЕ	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-09-30 07:22:02.000	2023-10-10 20:11:10.000	
Т газа на входе КЦ2 КС1	Температура	ДО	Газ	градус Цельсия	2023-08-11 18:18:48.000	2023-10-15 01:30:22.000	
Т газа на выходе КЦ2 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	2023-12-19 15:12:23.000	2023-07-21 10:33:26.000	
Р газа на входе КЦ3 КС1	Давление	ДО	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-01-15 19:43:42.000	2023-12-11 01:27:48.000	
Р газа на выходе КЦ3 КС1	Давление	ПОСЛЕ	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-09-12 11:18:29.000	2023-07-16 21:08:22.000	
Т газа на входе КЦ3 КС1	Температура	ДО	Газ	градус Цельсия	2023-07-30 13:07:26.000	2023-01-04 07:17:42.000	
Т газа на выходе КЦ3 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	2023-05-14 04:02:39.000	2023-07-26 06:41:30.000	
Р газа на входе КЦ4 КС1	Давление	ДО	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-01-12 16:00:03.000	2024-02-19 03:35:03.000	
Р газа на выходе КЦ4 КС1	Давление	ПОСЛЕ	Газ	килограмм-сила на квадратный сантиметр	2023-08-18 02:47:26.000	2023-12-28 08:32:07.000	
Т газа на входе КЦ4 КС1	Температура	ДО	Газ	градус Цельсия	2023-07-05 14:43:46.000	2023-06-29 06:02:26.000	

Внизу интерфейса отображается информация о количестве элементов: "Всего элементов: 4517 Отображаемых элементов: 14". Также присутствуют кнопки "Предыдущая" и "Следующая".

Рисунок 5 – Общий интерфейс разработки

Добавление новых записей в таблицы: этот интерфейс включает в себя форму, позволяющую вводить новые значения для параметров, и кнопку для подтверждения добавления записи.

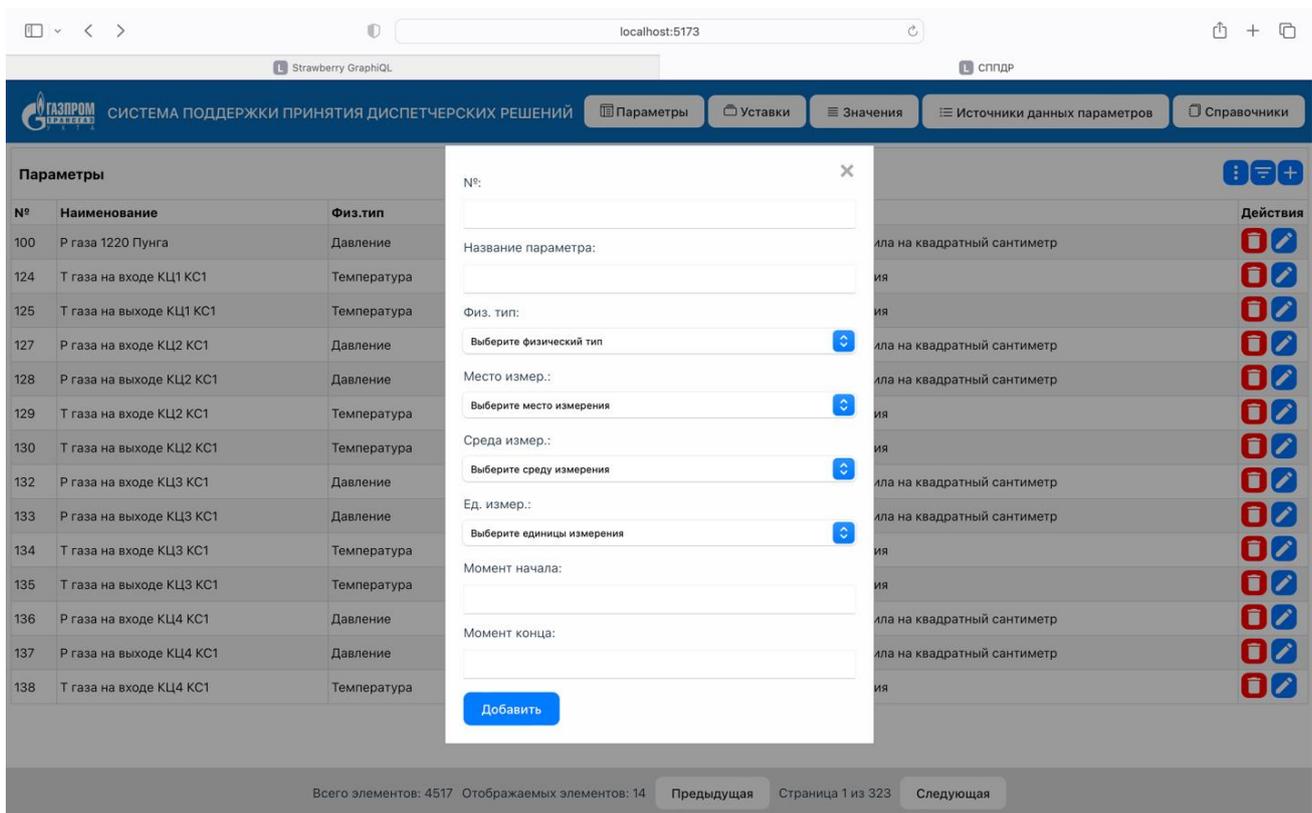


Рисунок 6 – Добавление новых записей в таблицу

Удаление существующих параметров из таблиц: это реализовано через кнопку удаления, расположенную рядом с каждой записью, которая при нажатии инициирует процесс удаления записи из базы данных.

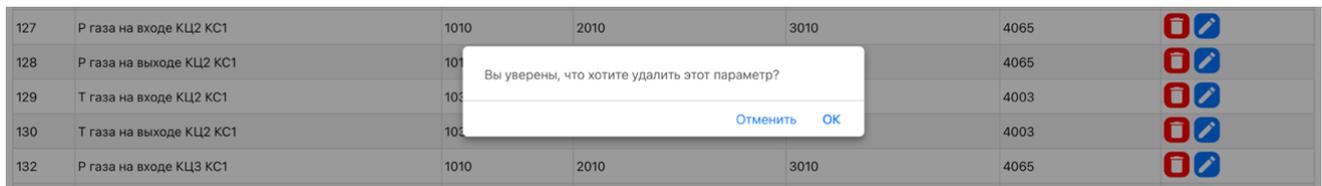


Рисунок 7 – Удаление записей из таблицы

Редактирование существующих параметров: для этого предоставляется форма редактирования, доступная по нажатию на кнопку редактирования рядом с записью (возле кнопки удаления). Форма должна позволять пользователю изменять значения записей и сохранять изменения.

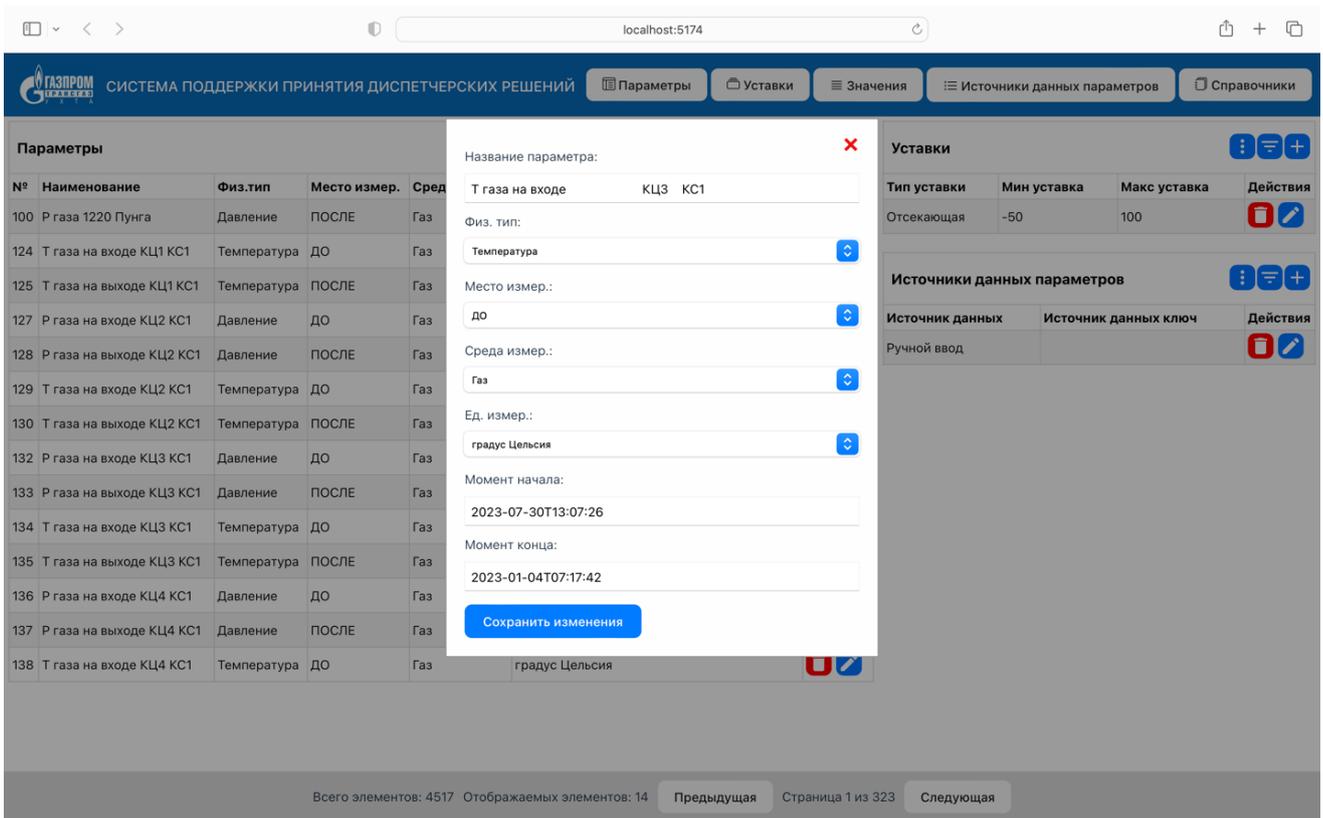


Рисунок 8 – Редактирование записей в таблице

Сортировка записей в таблицах: это реализовано через кнопки сортировки, расположенные в заголовках столбцов таблицы.

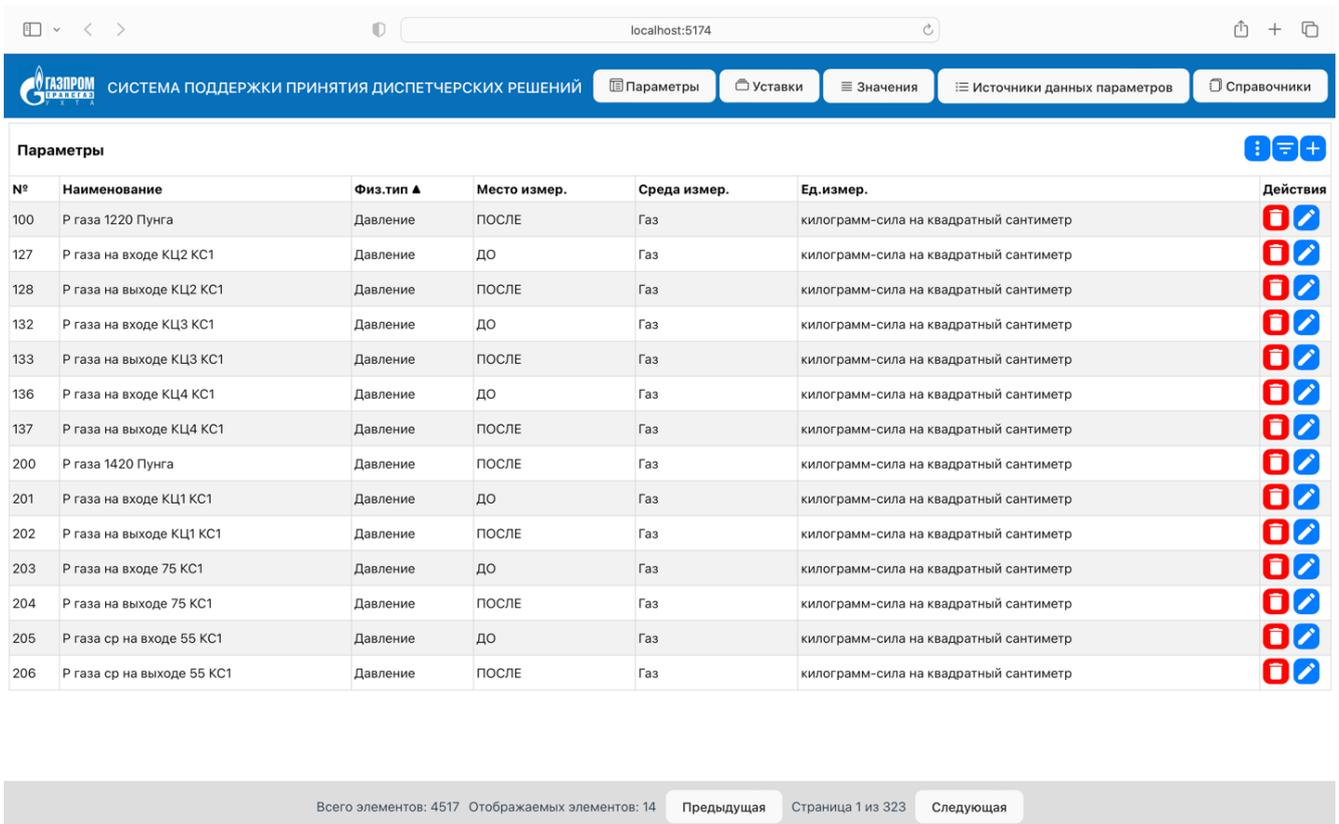


Рисунок 9 – Сортировка записей в таблице

Фильтрация записей в таблицах: это реализовано через выпадающие списки с predetermined критериями фильтрации.

Скриншот веб-интерфейса системы поддержки принятия диспетчерских решений. В верхней части экрана отображены меню: "Параметры", "Уставки", "Значения", "Источники данных параметров" и "Справочники". В центре экрана находится панель "Параметры" с выпадающим списком, в котором выбран параметр "Т газа на выходе КЦ1 КС1". Ниже расположена таблица с одной записью:

№	Наименование	Физ.тип	Место измер.	Среда измер.	Ед.измер.	Действия
125	Т газа на выходе КЦ1 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	

Всего элементов: 1 Отображаемых элементов: 1 Отфильтрованных элементов: 1 [Предыдущая](#) [Страница 1 из 1](#) [Следующая](#)

Рисунок 10 – Фильтрация с выбором одного параметра

Скриншот веб-интерфейса системы поддержки принятия диспетчерских решений. В верхней части экрана отображены меню: "Параметры", "Уставки", "Значения", "Источники данных параметров" и "Справочники". В центре экрана находится панель "Параметры" с выпадающим списком, в котором выбран параметр "Газ". Ниже расположена таблица с 14 записями:

№	Наименование	Физ.тип	Место измер.	Среда измер.	Ед.измер.	Действия
125	Т газа на выходе КЦ1 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
130	Т газа на выходе КЦ2 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
135	Т газа на выходе КЦ3 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
139	Т газа на выходе КЦ4 КС1	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
553	Т газа на выходе Цех 1 КС 2	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
557	Т газа на выходе Цех 2 КС 2	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
563	Т газа на выходе Цех 3 КС 2	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
570	Т газа на выходе Цех 4 КС 2	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
1555	Т газа после крана Г3 299 км	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
1556	Т газа после крана Г4 299 км	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
1557	Т газа после крана Г5 299 км	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
1558	Т газа после крана Г6 299 км	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
1560	Т газа после крана Г6 315 км	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	
2297	Т точки росы КЦ2 КС3	Температура	ПОСЛЕ	Газ	градус Цельсия	

Всего элементов: 548 Отображаемых элементов: 14 Отфильтрованных элементов: 548 [Предыдущая](#) [Страница 1 из 40](#) [Следующая](#)

Рисунок 11 – Фильтрация с выбором нескольких параметров

Настройка отображения колонок: этот интерфейс предоставляет пользователю возможность выбора и настройки видимости колонок в таблице данных. Пользователь может выбрать, какие колонки отображать. Для этого предусмотрена кнопка в шапке таблицы, по нажатию которой появляется форма с чек-боксами для каждой колонки.

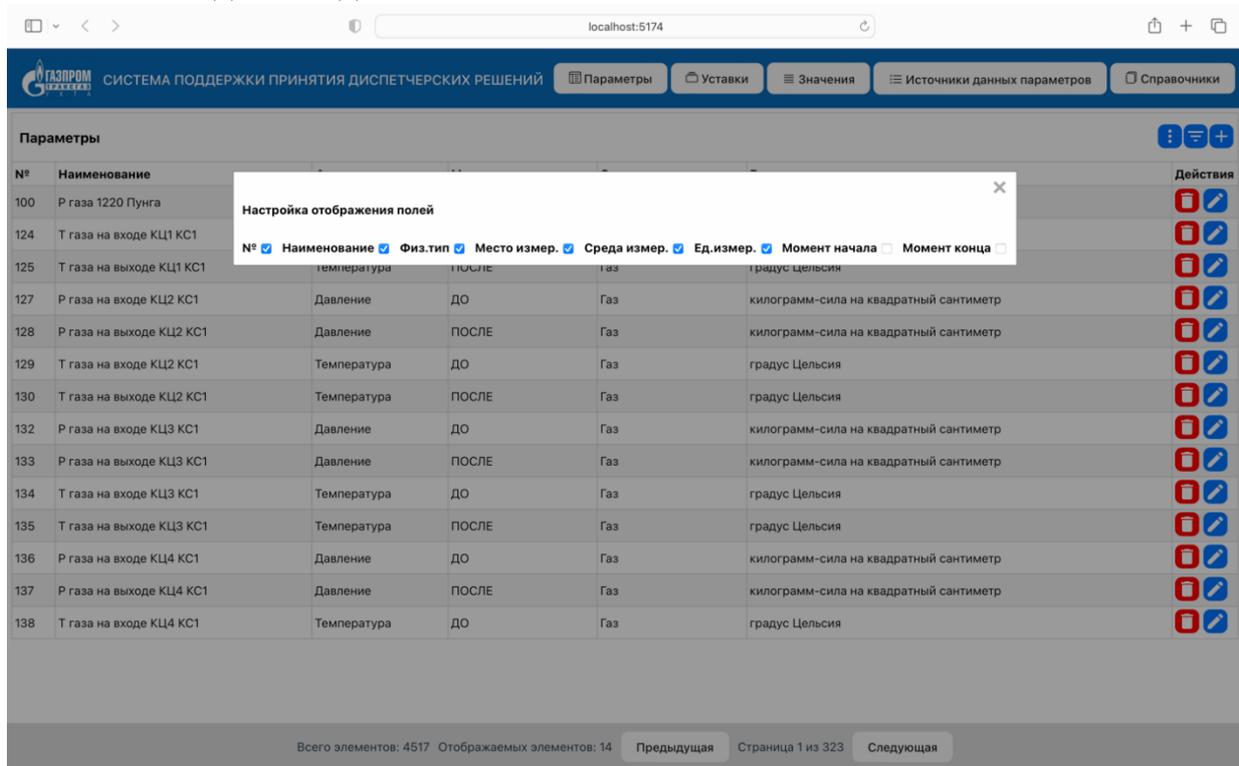


Рисунок 12 – Отображение колонок

Заключение

В заключении можно подвести итоги разработки, подчеркнув ключевые достижения и преимущества, которые были получены благодаря реализации описанных компонентов.

Серверный язык программирования выбран таким образом, чтобы обеспечить высокую производительность и легкость разработки. Python, благодаря своей простоте и большому количеству библиотек, идеально подходит для создания сложных приложений, включая веб-сервисы и микросервисную архитектуру. Административная панель, разработанная с использованием Vue.js, представляет собой современный и интерактивный интерфейс, который позволяет пользователям легко взаимодействовать с системой.

В ходе разработки были успешно реализованы ключевые компоненты системы, которые значительно упростили процесс управления данными и повысили эффективность работы с ними.

Создание единого хранилища данных на базе PostgreSQL обеспечило централизованное управление информацией, что упростило процесс обработки и анализа данных [2].

Разработка унифицированного API на основе FastAPI и GraphQL позволила обеспечить гибкость и эффективность в обмене данными между различными компонентами системы. Для написания серверной части использовался Python,

а для работы с базой данных PostgreSQL применялся SQLAlchemy. Это обеспечило возможность легко интегрировать новые источники данных и адаптировать систему под изменяющиеся требования, что является критически важным в современном мире быстро меняющихся технологий [3,4].

Административная панель, разработанная с использованием Vue.js и предназначенная для графического представления и управления данными, значительно упростила процесс работы с системой. Она предоставляет удобные инструменты для визуализации данных, управления информацией и мониторинга работы системы, что делает систему более доступной и понятной [5].

В целом, разработка этих компонентов позволила создать систему управления данными, которая способна обрабатывать большие объемы информации и адаптироваться к изменяющимся условиям. Это подчеркивает важность инновационного подхода к разработке программного обеспечения и использования современных технологий для решения сложных задач в сфере энергетической отрасли.

Список использованных источников и литературы

1. Базарова И. А., Козлов Д. М. Система поддержки принятия решений по методу парогравитационного дренажа // Информационные технологии в управлении и экономике. 2023. №3. Режим доступа: <http://itue.ru/Issue/Article/253>
2. Рогов Е. В. PostgreSQL 16 изнутри. – М.: ДМК Пресс, 2024. — 664 с.
3. Лучано Рамальо Python. К вершинам мастерства. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 768 с.
4. Алекс Бэнкс. GraphQL: язык запросов для современных веб-приложений. – Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 240 с. – ISBN 978-5-4461-1143-5. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/365264/reading> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
5. Эрик Хэнчетт. Vue.js в действии. – Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 304 с. – ISBN 978-5-4461-1098-8. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/361849/reading> (дата обращения: 01.05.2024). – Текст: электронный.

List of references

1. Bazarova I. A., Kozlov D. M. Decision support system using the method of steam-gravitational drainage. Information technologies in management and economics. 2023. No. 3. Access mode: <http://itue.ru/Issue/Article/253>
2. Rogov E.V. PostgreSQL 16 from the inside. – M.: DMK Press, 2024. – 664 p.
3. Luciano Ramaglio Python. To the heights of mastery. – M.: DMK Press, 2016. – 768 p.
4. Alex Banks. GraphQL: A query language for modern web applications. – St. Petersburg: Peter, 2021. 240 p. ISBN 978-5-4461-1143-5. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/365264/reading> (access date: 04/25/2024). Text: electronic.
5. Eric Hanchett. Vue.js in action. St. Petersburg: Peter, 2021. 304 p. ISBN 978-5-4461-1098-8. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/361849/reading> (access date: 05/01/2024).