

Дормидошина Дарья Андреевна,
Технический директор, АО «ЦКБ «Дейтон»
Dormidoshina Daria A.,
Technical Director, JSC «CDO «Deyton»

Рубцов Юрий Васильевич,
Генеральный директор, АО «ЦКБ «Дейтон»
Rubtsov Yuriy V.,
General Director, JSC «CDO «Deyton»

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРЕДЛОЖЕНИЙ НА ВЫБОР ЭКБ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РЭА
MODERN METHODS OF DATA PROCESSING IN AUTOMATED
SYSTEMS FOR GENERATING PROPOSALS FOR THE SELECTION
OF ELECTRONIC COMPONENTS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT**

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные тенденции обработки данных в реальном времени в системах формирования предложений по выбору электронной компонентной базы для радиоэлектронной аппаратуры. Особое внимание уделяется интеграции периферийных вычислений и искусственного интеллекта, которые позволяют оперативно анализировать информацию и повышать качество принимаемых решений. Рассматриваются ключевые требования к подобным системам, включая масштабируемость, надежность и безопасность данных. Анализируются распространенные программные платформы для обработки данных и проблемы, связанные с их внедрением. В заключение подчеркивается, что применение технологий реального времени является необходимым условием для повышения эффективности разработки и производства РЭА в современных условиях.

Abstract. This article examines current trends in real-time data processing in systems for generating proposals for the selection of electronic components for electronic equipment. Particular attention is paid to the integration of edge computing and artificial intelligence, which enable rapid data analysis and improved decision-making. Key requirements for such systems, including scalability, reliability, and data security, are discussed. Common software platforms for data processing and the challenges associated with their implementation are analyzed. In conclusion, it is emphasized that the use of real-time technologies is a prerequisite for improving the efficiency of electronic equipment development and production in today's environment.

Ключевые слова: Электронная компонентная база, радиоэлектронная аппаратура, искусственный интеллект, изделия электронной техники

Keywords: Electronic component base, electronic equipment, artificial intelligence, electronic products

Введение

В системах формирования предложений на выбор изделий электронной компонентной базы (ЭКБ) для применения в радиоэлектронной аппаратуре (РЭА), обработка данных выполняется в режиме реального времени и является неотъемлемой частью процессов обеспечения правильности применения ЭКБ в РЭА. Технологии обработки данных стремительно развивается в меняющейся среде 2025 года. В течение текущего периода спрос на актуальные и достоверные данные продолжает расти [1], особенно с развитием приложений



на базе искусственного интеллекта (ИИ) [2]. Эти технологии позволяют мгновенно получать ценную информацию и принимать решения, повышая эффективность и способствуя улучшению взаимодействия конструкторов РЭА с информационной базой по ЭКБ.

Данные, обрабатываемые в режиме реального времени, формируют предложения на выбор ЭКБ для применения РЭА, быстро реагируют на меняющуюся исходную информацию, обеспечивая ее достоверность и актуальность [3]. С развитием периферийных вычислений, когда обработка данных возможна ближе к источнику (например, к изготовителям ЭКБ или поставщикам), задержка в поступлении информации значительно сокращается, что делает систему формирования предложений на выбор ЭКБ для применения в РЭА (Система) эффективнее [4].

В настоящей статье рассматриваются ключевые тенденции в технологиях, определяющих обработку данных в режиме реального времени, включая новые платформы и инструменты, способствующие трансформации информации. Независимо от уровня компетенций специалистов в том числе тех, кто получает предложения на применение ЭКБ в РЭА – конструкторов, понимание этих аспектов дает ценные знания, необходимые для ориентирования в меняющемся ландшафте данных. Практическое применение информации об ЭКБ показывает, что обработка данных в реальном времени – это не просто тренд, а необходимость в современной области разработки и изготовления РЭА.

Эволюция обработки данных об изделиях электронной компонентной базы в реальном времени

Неотъемлемую роль в современных процессах разработки РЭА занимает эволюция обработки данных об ЭКБ в реальном времени. В условиях непрерывного роста объемов данных речь идет не только об их сборе, но и о том, насколько быстро мы можем использовать их для формирования предложений на принятие решений по применению ЭКБ в РЭА. Ключевые технологии, такие как периферийные вычисления и ИИ, являются первопроходцами в этих процессах.

Периферийные вычисления: эта технология обрабатывает данные ближе к месту их создания, сокращая задержку и нагрузку на средства передачи информации. Вместо того, чтобы отправлять всё на центральный сервер, периферийные вычисления позволяют локально выполнять обработку данных, получая аналитику в режиме реального времени, которая оптимизирует, оценивает их актуальность и достоверность.

Алгоритмы ИИ обрабатывают значительные объёмы данных, обеспечивая прогнозную аналитику и оперативное формирование предложений на принятие решений по выбору ЭКБ. Возьмём, к примеру, результаты применения ЭКБ: ИИ может оценивать информацию об отказах ЭКБ в режиме реального времени, чтобы предлагать рекомендации по изделиям в тот момент, когда конструктор выбирает изделие из предложенных Системой. Эта возможность не только повышает надежность применения, но и улучшает доверие конструктора к Системе.

Интеграция этих технологий позволяет разработчикам изделий электронной техники (ИЭТ) использовать возможности обработки данных в режиме реального времени, обеспечивая ранее недостижимую эффективность.

Обработка данных в режиме реального времени Системой может не ограничиваться только правильностью формирования предложений на выбор ЭКБ в РЭА; она охватывает множество направлений, реализуемых предприятиями в радиоэлектронной промышленности, каждое из которых использует эту технологию по-своему.

Поставщики могут использовать данные об ЭКБ в режиме реального времени для мониторинга изготавливаемых объёмов (или запасов на складах), цен на изделия, колебания рынка и получение актуальной информации, которая может повлиять на закупки. Действуя мгновенно, поставщики могут минимизировать убытки и защитить свои активы.



Изготовители ЭКБ могут выполнить немедленное реагирование обеспечивая своевременное вмешательство в производство, которое может существенно повлиять на результаты поставки их продукции. Более того, ИИ анализирует тенденции в данных производства, выходного и входного контроля качества ЭКБ, помогая предсказывать потенциальные проблемы с применением изделий.

Обеспечивающие службы предприятий-изготовителей РЭА используют данные в режиме реального времени для улучшения управления запасами и повышения качества обеспечения потребителей их продукции. Например, Система может активно отслеживать поведение потребителей, позволяя изготовителям быстро адаптировать свои предложения, реагировать на изменения спроса и эффективно управлять цепочками поставок, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55754-2013 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники. Система взаимоотношений изготовителей и потребителей.

В быстро меняющемся мире предприятия, использующие возможности данных в режиме реального времени, лучше подготовлены к инновациям и удовлетворению ожиданиям заказчиков. Способность принимать быстрые и обоснованные решения может стать их отличительной чертой.

Обработка данных в режиме реального времени предоставляет специалистам актуальную информацию, позволяя им практически мгновенно реагировать на изменения в параметрах и показателях ЭКБ и надежность их применения в РЭА. Обеспечение Системой возможностей анализировать данные по мере их поступления и оперативно корректировать предложения на применение ЭКБ – это реальность [5], которая позволяет получить:

1) своевременность: с данными в режиме реального времени не надо опасаться применения устаревшей информации. Данные по мере обновления актуализируются;

2) точность: практически мгновенный доступ к данным снижает вероятность ошибок, которые могут возникнуть из-за задержки в их предоставлении;

3) проактивность: Выявление тенденций по мере их появления позволяет предпринимать проактивные, а не реактивные действия. Это позволяет получать разницу между использованием возможностей и их упущением. Обработка данных в реальном времени позволяет оптимизировать процессы разработки РЭА. Конструкторские службы могут оптимизировать рабочие процессы, эффективнее управлять временем и сокращать узкие места, что напрямую приводит к экономии средств. Когда информация поступает бесперебойно, всё остальное тоже работает.

4) управление ресурсами: разработчики РЭА могут непрерывно отслеживать процессы, учитывая изменения в документации на ЭКБ и перераспределяя ресурсы в режиме реального времени.

Совмещение систем предприятий и Системы могут инициировать действия, такие как повышение объема выпуска или оповещение о проблемах производства, повышая надежность данных;

5) мониторинг эффективности: аналитика в режиме реального времени помогает предприятиям определить, какие изделия пользуются спросом, а какие – нет, обеспечивая непрерывное реагирование на объёмы потребления.

Аналитика в режиме реального времени не просто гарантирует бесперебойную работу, но и закладывает основу для более продуманных стратегий, основанных на данных, которые способствуют развитию радиоэлектронной промышленности.

В основе успешной работы изготовителей ЭКБ лежат результативные отношения изготовителей, заказчиков и потребителей. Обработка данных в режиме реального времени позволяет изготовителям быть в курсе взаимодействия, предпочтений и поведения потребителей, преобразуя эти данные в более эффективный опыт;



6) персонализация: аналитика в режиме реального времени позволяет предприятиям разрабатывать рекомендации и предложения по применению ЭКБ, которые находят отклик у потребителя. Когда разработчик РЭА получает предложения, основанные на истории применения, это говорит о том, что данные в режиме реального времени работают на обеспечения оптимальных процессов разработки.

7) обратная связь: изготовители ЭКБ могут оперативно реагировать на запросы и проблемы потребителей, значительно повышая удовлетворенность и лояльность. Когда потребитель сталкивается с проблемой; возможность решить её немедленно имеет значение;

8) оптимизированные маркетинговые инициативы: анализируя взаимодействие с потребителями, разработчики ЭКБ могут корректировать производства в режиме реального времени для удовлетворения ожиданий заказчиков, потребителей и достижения максимального эффекта.

Внедрение обработки данных в режиме реального времени в 2025 году – это не просто стремление идти в ногу с тенденциями; это принятие обоснованных и гибких решений, способствующих росту и повышению удовлетворенности промышленности. Сосредоточившись на этих ключевых преимуществах, разработчики могут подготовить себя к успеху в будущем, основанном на информации.

Для оптимизации технологий обработки данных Система должна обладать рядом важных функций. Эти функции повышают ее масштабируемость, надежность и адаптивность данных. В таблице 1 представлен обзор таких функций:

Таблица 1

Описание	Функции
Масштабируемость	Возможность масштабирования ресурсов в зависимости от потребностей в обработке данных
Отказоустойчивость	Автоматизированное обнаружение и восстановление после неисправностей или сбоев
Обработка в реальном времени	Обработка потоков данных с минимальной задержкой
Пакетные возможности	Обработка больших наборов данных в пакетном режиме для периодической обработки
Качество данных	Выявление и управление аномалиями данных, а также обеспечение стандартизации
Интеграция	Совместимость с существующей инфраструктурой и системами данных
Безопасность	Шифрование данных, контроль доступа и соответствие стандартам
Мониторинг	Отслеживание состояния конвейера и показателей производительности в режиме реального времени
Простота использования	Удобные интерфейсы или API для настройки конвейеров данных

Комментарии к функциям в таблице 1:

– масштабируемость: Система должна иметь возможность горизонтального и вертикального масштабирования для обработки изменяющихся объемов данных. Эта гибкость позволяет оптимизировать использование ресурсов, сохраняя при этом производительность;



- отказоустойчивость: обеспечивает надежную обработку данных за счет обнаружения сбоев и перенаправления или повторного выполнения заданий по мере необходимости;
- возможности обработки в режиме реального времени и пакетной обработки: большинству специалистов требуется как обработка в режиме реального времени, так и пакетная обработка для удовлетворения разнообразных потребностей в данных. Обработка в режиме реального времени обеспечивает мгновенный анализ и принятие решений, в то время как пакетная обработка позволяет обрабатывать большие объемы данных для периодической аналитики;
- качество данных критически для точной аналитики: Система должна обеспечивать стандартизацию, очистку и обогащение данных в процессе обработки. Это гарантирует оперативное устранение аномалий, дубликатов или отсутствующих значений;
- интеграция с существующей инфраструктурой: беспрепятственная интеграция с базами данных, API и хранилищами данных упрощает извлечение и загрузку данных. Эффективные инструменты Системы должны подключаться к различным данным, обеспечивать эффективное и согласованное перемещение данных;
- безопасность и мониторинг данных. Шифрование и аутентификация защищают информацию, а комплексный мониторинг обеспечивает отслеживание показателей производительности в режиме реального времени и оповещает администраторов о потенциальных проблемах.

Анализ широко используемых программных платформ для обработки данных, описание их ключевых особенностей и примеры применения в Системе:

– Airbyte – это программная платформа интеграции данных с открытым исходным кодом, который синхронизирует данные из баз данных, API и файлов с хранилищами данных, озерами данных и базами данных. Обширная библиотека коннекторов и простота настройки делают платформу адаптируемой к потребностям интеграции данных в Системе [6];

– Apache Kafka – распределенная платформа потоковой передачи данных. Обеспечивает потоковую передачу и обработку данных в режиме реального времени, используется для построения высокопроизводительных систем обработки данных, потоковой аналитики, интеграции данных и критически важных модулей для применения в Системе [7];

– Apache NiFi поддерживает масштабируемые направленные графы маршрутизации, обработку данных и логики системного посредничества. Обладает интуитивно понятным пользовательским интерфейсом для проектирования, управления и мониторинга потоков данных. Используется для приема, преобразования и распределения данных между системами. Удобный интерфейс и возможности детального отслеживания и обработки данных делают платформу идеальным инструментом для управления потоками данных между разрозненными источниками, что значительно при сборе и обработке данных в Системе [8];

– AWS Glue – безсерверный сервис интеграции данных, который упрощает подготовку и объединение данных для аналитики, машинного обучения и разработки приложений. Он предоставляет как визуальные, так и основанные на коде интерфейсы. Преимущества: AWS Glue легко интегрируется с другими сервисами AWS, предоставляя управляемый сервис ETL (извлечение, преобразование, загрузка), не требующий выделения или управления серверами. Такой подход используется при тестировании модулей Системы [9];

– Azure Data Factory – облачный сервис интеграции данных, который позволяет создавать, планировать и организовывать конвейеры данных в любом масштабе. Интегрируется с различными типами хранилищ данных, включая базы данных, общие файловые ресурсы и облачные хранилища, а также с вычислительными сервисами, такими как Azure HDInsight и Azure Batch. Предоставляет широкий спектр вариантов подключения и может обрабатывать, и преобразовывать данные из различных источников. Также, как и для AWS Glue методы обработки информации используются в Системе [10];



– Confluent Platform включает в себя дополнительные инструменты для повышения удобства использования и добавляет функции, критически важные для надежного управления корпоративными данными. Используется для полномасштабных развертываний и улучшенная безопасности данных [11];

– Delta Lake предоставляет уровень хранения, обеспечивающий надежность наборов данных. Поддерживает транзакции, масштабируемую обработку метаданных и объединяет потоковую и пакетную обработку данных. Оказался эффективным при обработке больших объемов данных и поддерживает сложные анализы данных. В работе с инструментарием применяется машинное обучение [12];

– Fivetran – автоматизированный инструмент интеграции данных, известный своей простотой и отсутствием необходимости в обслуживании. Он реплицирует данные из приложений, баз данных и других ресурсов в облачное хранилище. Fivetran применяется в Системе для надежного конвейера данных без сложной настройки и обслуживания [13];

– Google Cloud Dataflow – полностью управляемый сервис для потоковой и пакетной обработки данных. Он построен на Apache Beam, предлагая унифицированную модель для построения надежных бессерверных конвейеров обработки данных. Подходит в Системе для сценариев, требующих обработки и интеграции данных в режиме реального времени, поддерживая сложные многоэтапные конвейеры [14];

– Stitch – простой и мощный сервис ETL, созданный для разработчиков. Он быстро перемещает данные из различных источников в хранилища данных. Stitch известен своими возможностями быстрой интеграции и простотой использования, что обеспечивает быструю настройку и синхронизацию данных [15];

– StreamSets разработан для непрерывного сбора, преобразования и доставки данных на сложные платформы данных. Он эффективно обрабатывает дрейф данных – явление, при котором структура, семантика или схема данных динамически изменяются [16];

– Talend – комплексная платформа интеграции данных с открытым исходным кодом, предлагает инструменты для подключения, извлечения, преобразования и загрузки данных из различных источников. Она известна своим широким набором коннекторов и мощными возможностями интеграции с широким спектром источников и получателей данных [17].

При выборе свойств и их использование в Системе следует учитывать конкретные требования к обработке данных. Ориентация на потоковую передачу данных в реальном времени для аналитики «на лету» или на пакетную обработку для анализа больших объемов данных. Эта оценка поможет сузить список потенциальных инструментов, специализирующихся на типах операций с данными, необходимых для оптимального функционирования Системы.

Возможности интеграции также важны. Выбранный инструмент должен легко интегрироваться с существующей инфраструктурой данных, будь то облачная или локальная. Инструменты, предлагающие широкий набор готовых коннекторов или надежный доступ через API, обеспечивают более плавную интеграцию с разрозненными источниками данных и приложениями, способствуя созданию более целостной системы данных.

Функции безопасности также критически важны, особенно для строгих стандартов конфиденциальности данных. Подходящий инструмент должен обеспечивать комплексные меры безопасности, включая сквозное шифрование данных в состоянии покоя и при передаче, надежный контроль доступа и соответствие международным стандартам, таким как GDPR или HIPAA. Это гарантирует безопасность методов обработки данных и их соответствие международным нормам.

Еще один фактор, который следует учитывать, – масштабируемость инструмента. Возможность эффективного масштабирования ресурсов по мере роста объемов данных крайне



важна для поддержания производительности и эффективного управления расходами. Широко применяются инструменты с функциями автоматического масштабирования, которые могут динамически регулировать ресурсы в зависимости от рабочей нагрузки для оптимизации операционной эффективности.

Проблемы применения обработки данных в режиме реального времени

По мере роста спроса на обработку данных в режиме реального времени растут и проблемы, связанные с применением этих технологий. Специалисты, стремящиеся извлечь выгоду из мгновенной аналитики, сталкиваются с рядом препятствий, главными из которых являются управление данными и безопасность, а также интеграция с существующими системами.

Управление данными и безопасность выходят на первый план при внедрении технологий обработки данных в режиме реального времени. Необходимость быстрого доступа к данным иногда может приводить к компромиссам в управлении и защите данных.

Проблемы управления: в среде реального времени данные постоянно циркулируют, что затрудняет надлежащий контроль. Необходимы средства управления данными, охватывающую качество данных, права собственности и соблюдение соответствующих нормативных требований.

Риски безопасности: данные принадлежат предприятиям. Это повышает уязвимость к внешним угрозам, таким как атаки программ-вымогателей и фишинговые схемы. Меры кибербезопасности должны развиваться, чтобы соответствовать гибкости обработки данных в режиме реального времени, внедряя непрерывный мониторинг и адаптивные протоколы безопасности.

Проблемы качества данных: быстрый поток данных иногда может приводить к несоответствиям. Неточность или неполнота данных может поставить под угрозу ценную информацию, которую должна предоставлять обработка в режиме реального времени. Такие инструменты, как автоматизированные процессы проверки снижают такие риски.

Интеграция с существующими системами. Интеграция возможностей обработки данных в реальном времени с устаревшими системами может быть сложной. Многие предприятия по-прежнему полагаются на устоявшиеся архитектуры, которые конфликтуют с новыми технологиями.

Проблемы совместимости: Устаревшие системы могут не поддерживать скорость и объём данных, необходимые современным приложениям реального времени. Специалистам предприятий необходимо оценить, стоит ли модернизировать или полностью заменить громоздкие системы – этот процесс может быть трудоёмким и дорогостоящим.

Разрозненность данных: если устаревшие системы не обеспечивают эффективного обмена данными, предприятия могут столкнуться с фрагментацией информации. Такая «разрозненность» данных может свести на нет преимущества обработки данных в реальном времени, лишая конструкторов возможности получать необходимую информацию с надлежащим качеством.

Высокие затраты на внедрение: переход к комплексной архитектуре данных в реальном времени часто требует значительных инвестиций. Необходимо выделять ресурсы на обучение, инфраструктуру и, возможно, новое программное обеспечение или платформы.

Путь к внедрению технологий обработки данных в реальном времени может быть сложным, но понимание этих проблем – первый шаг к их преодолению. Поскольку предприятия стремятся усовершенствовать свои стратегии функционирования, решение этих вопросов с помощью целевых решений будет способствовать успеху как сейчас, так и в дальнейшем.

Взаимозависимость технологий обработки данных в реальном времени и ИИ становится всё более проблемной и значимой. Данные в реальном времени должны напрямую



передаваться в процессы выполняемые ИИ, фактически создавая обратную связь, которая улучшает обе технологии.

Предиктивная аналитика: ИИ может анализировать потоковые данные, мгновенно предсказывая тенденции и аномалии. Эта возможность невероятно полезна для выбора, применяемого в РЭА ЭКБ, где своевременная и актуальная информация может иметь решающее значение.

Адаптивное обучение: Используя данные в реальном времени, алгоритмы ИИ могут непрерывно обучаться и адаптироваться. Это означает, что со временем они становятся точнее и эффективнее в распознавании закономерностей, что приводит к формированию более обоснованных решений.

Расширенная автоматизация: сочетание этих технологий обеспечивает более сложную автоматизацию. Например, предприятия могут корректировать уровень запасов потребляемых материалов для производства ИЭТ на основе данных о продажах в режиме реального времени, анализируемых с помощью ИИ, обеспечивая удовлетворение спроса покупателей без избыточных запасов.

Будущие тенденции в технологиях обработки данных об электронной компонентной базы в реальном времени

Ландшафт обработки данных в реальном времени не просто меняется, он меняет способы работы предприятий с данными. Понимание этих тенденций будет крайне важно для специалистов, стремящихся оставаться в авангарде. Некоторые важные изменения, которые можно ожидать.

Расцвет гибридных моделей обработки: в последние годы наблюдается заметный рост популярности гибридных моделей обработки, сочетающих в себе как обработку в реальном времени, так и пакетную обработку. Почему это важно? Ответ кроется в уникальных преимуществах обоих подходов.

Гибкость: благодаря гибридной конфигурации специалисты могут выбирать подходящий метод обработки для различных задач. Например, хотя обработка в реальном времени творит чудеса для оперативного получения актуальной информации, пакетная обработка по-прежнему бесценна для сложного анализа исторических данных (например, когда и в каких условиях применения были отказы конкретного ИЭТ).

Повышенная эффективность: эта модель позволяет оптимизировать ресурсы. Можно выполнять интенсивные пакетные задания в часы пониженной нагрузки Системы, не тратя время на обработку данных в реальном времени.

Оптимизированные рабочие процессы: объединяя эти типы обработки, специалисты по обработке данных могут создавать эффективные и адаптивные рабочие процессы. Такое сочетание повышает операционную гибкость, позволяя потребителям информации быстро адаптироваться к меняющимся условиям.

В перспективе ожидается значительный рост технологий обработки данных в реальном времени. Эти тенденции указывают на возможности для инноваций и инвестиций в различных отраслях.

Повышенный спрос на аналитику в реальном времени: поскольку предприятия всё больше осознают важность оперативности получения информации, спрос на инструменты и технологии, расширяющие возможности обработки данных в реальном времени, стремительно растёт.

Дальнейшее развитие электронной промышленности значительно увеличивает объём данных, генерируемых в реальном времени. Эта тенденция требует более надёжных решений для обработки данных в реальном времени, чтобы справиться с необходимым потоком.

Безопасность данных: по мере того, как Система становится всё более интегрированной, растёт и потребность в безопасных средах обработки. Важность мер



кибербезопасности, адаптированных к рабочим процессам обработки данных в реальном времени, невозможно переоценить.

В составе будущих тенденций в технологиях обработки данных об ЭКБ отмечается не только рост, но и появление новых инструментов, позволяющих обрабатывать данные Системой.

Заключение

Обработка данных в режиме реального времени – это не тренд, а необходимость. Используя мгновенную аналитику, в Системе можно оптимизировать обработку данных, быстрее формировать решения и улучшать взаимодействие с основными потребителями данных – конструкторами РЭА. Такие технологии, как периферийные вычисления и ИИ, играют ключевую роль в обработке информации, позволяя Системе функционировать оперативно и адекватно.

Поскольку сфера управления данными продолжает развиваться, крайне важно быть в курсе новейших инструментов и передовых практик. Данная статья поможет принять правильное решение, предоставляя задания конструкторам, использующим современные методы работы с данными и практические знания различных инструментов их обработки, которые позволяют внедрять наиболее эффективные решения для оптимального выбора изделий ЭКБ и применения в РЭА.

Список литературы:

1. Donal Tobin. Real-Time Data Integration Statistics – 39 Key Facts Every Data Leader Should Know in 2025. Data Pipelines For Ops & Analyst. 2025 – URL: <https://www.integrate.io/blog/real-time-data-integration-growth-rates/> (дата обращения: 28.11.2025 г.).
2. The 2025 AI Index Report. Stanford University. Stanford, California. 2025 – URL: <https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report> (дата обращения: 02.12.2025 г.).
3. Electronics Component Market Update 2025. Kitron is a leading Scandinavian Electronics Manufacturing Services. 2025 – URL: <https://kitron.com/blog/electronics-component-market-update-august-2025#> (дата обращения: 02.12.2025 г.).
4. Harish Narne. The Role of Edge Computing in Enhancing Data Processing Efficiency. International Journal of Edge Computing (IJEC). 2022 – URL: https://www.researchgate.net/publication/387513097_The_Role_of_Edge_Computing_in_Enhancing_Data_Processing_Efficiency (дата обращения: 29.11.2025 г.).
5. Дормидошина Д. А., Рубцов Ю.В. Совершенствование процессов выбора электронной компонентной базы через валидацию результатов нормализации данных в процессах разработки радиоэлектронной аппаратуры // Вектор научной мысли. 2025. №9. Стр. 112-121.
6. Jim Kutz. What Are The Best AI-Powered Data Integration Tools in 2025? Airbyte. Data Engineering Resources. 2025 – URL: <https://airbyte.com/data-engineering-resources/best-ai-powered-data-integration-tools> (дата обращения: 01.12.2025 г.).
7. Andrew Mills. Apache Kafka: Architecture, deployment and ecosystem [2025 guide]. NetApp. 2025 – URL: <https://www.instaclustr.com/education/apache-kafka/> (дата обращения: 01.12.2025 г.).
8. Anil Kushwaha. 10 Real-World Apache NiFi Use Cases Across Diverse Industries. Apache NiFi. 2025 – URL: <https://www.dfmanager.com/blog/real-world-apache-nifi-use-cases> (дата обращения: 03.12.2025 г.).
9. Rachel Whitener. What Is AWS Glue? Uses, Comparisons, And Cost Optimization. CloudZero. 2025 – URL: <https://www.cloudzero.com/blog/aws-glue/> (дата обращения: 02.12.2025 г.).



10. Faisal Mohamood. Advancing Data Integration: Innovation in Data Factory in MS Fabric at Ignite 2025. Microsoft. 2025 – URL: <https://blog.fabric.microsoft.com/sr-latn-rs/blog/advancing-data-integration-innovations-in-data-factory-in-ms-fabric-at-ignite-2025?ft=All> (дата обращения: 02.12.2025 г.).
11. Eric Avidon. Confluent platform update targets performance, simplicity. TechTarget. 2025 – URL: <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/news/366626557/Confluent-platform-update-targets-performance-simplicity> (дата обращения: 03.12.2025 г.).
12. Pete Hampton, Kelsey Schlarman. Consuming the Delta Lake Change Data Feed for CDC. ClickHouse. 2025 – URL: <https://clickhouse.com/blog/consuming-delta-lake-change-data-feed-cdc> (дата обращения: 01.12.2025 г.).
13. Preethi Varma. Fivetran Review 2025: What You Need to Know Before You Buy. Hevo. 2025 – URL: <https://hevodata.com/learn/fivetran-review/> (дата обращения: 02.12.2025 г.).
14. Nimesha Jinarajadasa. Harnessing the Power of Google Cloud Platform (GCP) for Your Development Projects. DevOps. 2025 – URL: <https://kodekloud.com/blog/google-cloud-platform-gcp/> (дата обращения: 29.11.2025 г.).
15. Maciej Jakubiec. Stitch & Jules, new AI agents by Google – AI. Delante. 2025. – URL: <https://delante.co/ai-news-jules-stitch/> (дата обращения: 01.12.2025 г.).
16. IBM StreamSets Control Hub. Release Notes. Last Updated: 2025-10-16. – URL: <https://www.ibm.com/docs/en/streamsets-controlhub?topic=hub-release-notes> (дата обращения: 01.12.2025 г.).
17. Jules Ratier. Talend vs Fivetran: A Complete Comparison of Data Integration Solutions. Koncile. 2025 – URL: <https://www.koncile.ai/en> (дата обращения: 03.12.2025 г.).

