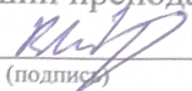


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет информационных технологий и робототехники
Кафедра «Программное обеспечение информационных систем и технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Старший преподаватель

 Н.В. Воюш
(подпись) (инициалы и фамилия)

« 11 » 06 2026 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«WEB-ресурс мониторинга и анализа логистических цепочек движения
товаров»

Специальность 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)»

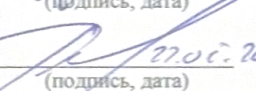
Направление специальности 1-40 05 01-04 «Информационные системы и технологии (в обработке и представлении информации)»

Обучающийся

группы 10702122
(номер)

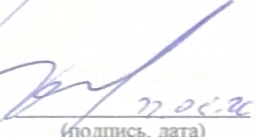
 05.05.26 А.Д. Зеленухо
(подпись, дата)

Руководитель

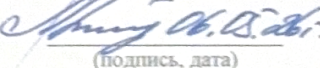
 07.05.26 Г.А. Пискун
(подпись, дата)

Консультанты:

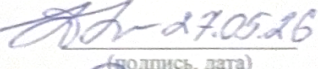
по разделу «Компьютерное проектирование»

 07.05.26 Г.А. Пискун
(подпись, дата)

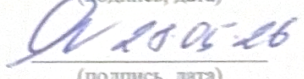
по разделу «Охрана труда»

 06.05.26 М.Л. Калиниченко
(подпись, дата)

по разделу «Экономика»

 27.05.26 Н.В. Комина
(подпись, дата)

Ответственный за нормоконтроль

 28.05.26 Л.В. Федосова
(подпись, дата)

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 101 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2026

РЕФЕРАТ

ОТНОШЕНИЕ, НОРМАЛИЗАЦИЯ ОТНОШЕНИЙ, ER-ДИАГРАММА, ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ЦЕЛОСТНОСТЬ ДАННЫХ, УПРАВЛЕНИЕ ТРАНЗАКЦИЯМИ

Объектом исследования является процесс автоматизации управления заказами на закупку и ведения справочников контрагентов в составе ERP-системы на основе многосервисной архитектуры.

Цель проекта - разработка модуля управления заказами и контрагентами ERP-системы, обеспечивающего полный жизненный цикл заказа на закупку, формирование запросов на коммерческое предложение в формате PDF и интеграцию с другими сервисами системы посредством синхронных и асинхронных механизмов межсервисного взаимодействия.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования:

- 1) анализ предметной области и существующих ERP-систем;
- 2) спроектирована логическая и физическая модели данных;
- 3) реализована серверная часть приложения на платформе ASP.NET Core;
- 4) реализована клиентская часть на основе библиотеки React и языка TypeScript;
- 5) обеспечено межсервисное взаимодействие посредством протокола gRPC и брокера сообщений RabbitMQ;
- 6) Реализован AI-ассистент, для интерактивной помощи пользователям.

Элементами практической значимости полученных результатов являются разработанный программный модуль, обеспечивающий сквозную автоматизацию процесса формирования заказов и генерации закупочной документации, а также реализованная модель многоарендности на основе рабочих пространств.

Результатами внедрения явились сокращение трудозатрат на оформление закупочной документации, исключение ошибок ручного ввода реквизитов контрагентов и обеспечение централизованного контроля статусов заказов.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса (разрабатываемого объекта), все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Дипломный проект: 101 с., 21_рис., 25 табл., 6 9_источников, 1 прил.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 О'Лири, Д. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация / Д. О'Лири; пер. с англ. Ю. И. Водяновой. - М.: Вершина, 2004. - 272 с.: ил.
- 2 Питеркин, С. В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем / С. В. Питеркин, Н. А. Оладов, Д. В. Исаев. - 3-е изд. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2010. - 368 с.: ил.
- 3 Гаврилов, Д. А. Управление производством на базе стандарта MRP II / Д. А. Гаврилов. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2008. - 416 с.: ил.
- 4 Эванс, Э. Предметно-ориентированное проектирование (DDD). Структуризация сложных программных систем / Э. Эванс; пер. с англ. - М.: Вильямс, 2011. - 448 с.: ил.
- 5 Мартин, Р. С. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения / Р. С. Мартин; пер. с англ. - СПб.: Питер, 2018. - 352 с.: ил.
- 6 Ньюмен, С. Создание микросервисов / С. Ньюмен; пер. с англ. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2022. - 624 с.: ил.
- 7 Фримен, А. ASP.NET Core 7 с примерами на C# для профессионалов / А. Фримен; пер. с англ. - 9-е изд. - СПб.: Диалектика, 2023. - 1264 с.: ил.
- 8 Смит, Дж. П. Entity Framework Core в действии / Дж. П. Смит; пер. с англ. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2022. - 656 с.: ил.
- 9 PostgreSQL 16 Documentation [Электронный ресурс] / The PostgreSQL Global Development Group. - Электрон. дан. - 2023. - Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/16/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.
- 10 RabbitMQ Documentation [Электронный ресурс] / Broadcom Inc. - Электрон. дан. - 2024. - Режим доступа: <https://www.rabbitmq.com/docs>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.
- 11 Бэнкс, А. React и Redux. Функциональная веб-разработка / А. Бэнкс, Е. Порселло; пер. с англ. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2021. - 336 с.: ил.
- 12 gRPC Documentation [Электронный ресурс] / The gRPC Authors. - Электрон. дан. - 2024. - Режим доступа: <https://grpc.io/docs/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.
- 13 Фаулер, М. Шаблоны корпоративных приложений / М. Фаулер; пер. с англ. - М.: Вильямс, 2018. - 544 с.: ил.
- 14 Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# / Дж. Рихтер; пер. с англ. - 4-е изд. - СПб.: Питер, 2017. - 896 с.: ил.
- 15 Microsoft Docs: .NET documentation [Электронный ресурс] / Microsoft Corporation. - Электрон. дан. - 2024. - Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/dotnet/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.

- 16 Docker Documentation [Электронный ресурс] / Docker, Inc. - Электрон. дан. - 2024. - Режим доступа: <https://docs.docker.com/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.
- 17 Брюэр, Э. CAP twelve years later: How the «rules» have changed / E. Brewer // Computer. - 2012. - Vol. 45, No. 2. - P. 23-29.
- 18 ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. - Введ. 01.07.04. - Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2004. - 48 с.
- 19 ГОСТ 7.82-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления. - Введ. 01.07.02. - Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2002. - 23 с.
- 20 Тейлор, Д. JSON Web Tokens: безопасная аутентификация в веб-приложениях / Д. Тейлор; пер. с англ. - М.: ДМК Пресс, 2021. - 224 с.: ил.
- 21 Ричардсон, К. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга / К. Ричардсон; пер. с англ. - СПб.: Питер, 2019. - 544 с.: ил.
- 22 Вернон, В. Реализация методов предметно-ориентированного проектирования / В. Вернон; пер. с англ. - М.: Вильямс, 2016. - 688 с.: ил.
- 23 Клеппман, М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка / М. Клеппман; пер. с англ. - СПб.: Питер, 2018. - 640 с.: ил.
- 24 Гамма, Э. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес; пер. с англ. - СПб.: Питер, 2020. - 448 с.: ил.
- 25 Басс, Л. Архитектура программного обеспечения на практике / Л. Басс, П. Клементс, Р. Кацман; пер. с англ. - 3-е изд. - СПб.: Питер, 2016. - 576 с.: ил.
- 26 Хорсдал, К. Микросервисы на платформе .NET / К. Хорсдал; пер. с англ. - СПб.: Питер, 2018. - 352 с.: ил.
- 27 Fowler, M. Microservices. A definition of this new architectural term [Electronic resource] / M. Fowler, J. Lewis. - 2014. - Mode of access: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 28 Fowler, M. CQRS [Electronic resource] / M. Fowler. - 2011. - Mode of access: <https://martinfowler.com/bliki/CQRS.html>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 29 Richardson, C. Microservices Patterns [Electronic resource] / C. Richardson. - Mode of access: <https://microservices.io/patterns/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.

- 30 Nottingham, M. Problem Details for HTTP APIs [Electronic resource]: RFC 7807 / M. Nottingham, E. Wilde; Internet Engineering Task Force. - 2016. - Mode of access: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7807>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 31 Jones, M. JSON Web Token (JWT) [Electronic resource]: RFC 7519 / M. Jones, J. Bradley, N. Sakimura; Internet Engineering Task Force. - 2015. - Mode of access: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7519>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 32 Hardt, D. The OAuth 2.0 Authorization Framework [Electronic resource]: RFC 6749 / D. Hardt; Internet Engineering Task Force. - 2012. - Mode of access: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6749>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 33 Bray, T. The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format [Electronic resource]: RFC 8259 / T. Bray; Internet Engineering Task Force. - 2017. - Mode of access: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc8259>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 34 Fielding, R. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures: Doctoral dissertation [Electronic resource] / R. Fielding; University of California, Irvine. - 2000. - Mode of access: <https://ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 35 React documentation [Electronic resource] / Meta Platforms, Inc. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://react.dev/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 36 TypeScript Handbook [Electronic resource] / Microsoft Corporation. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://www.typescriptlang.org/docs/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 37 Chakra UI Documentation [Electronic resource] / Chakra UI Team. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://chakra-ui.com/docs>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 38 Redux Toolkit Documentation [Electronic resource] / Redux Team. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://redux-toolkit.js.org/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 39 TanStack Query Documentation [Electronic resource] / Tanner Linsley. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://tanstack.com/query/latest>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 40 Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 [Electronic resource]: W3C Recommendation / World Wide Web Consortium. - 2018. - Mode of access: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 41 OWASP Top Ten [Electronic resource] / Open Web Application Security Project. - Electronic data. - 2021. - Mode of access: <https://owasp.org/www-project-top-ten/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.

- 42 Provos, N. A Future-Adaptable Password Scheme / N. Provos, D. Mazières // Proceedings of the FREENIX Track: 1999 USENIX Annual Technical Conference. - USENIX Association, 1999. - P. 81-91.
- 43 Kreps, J. Why local state is a fundamental primitive in stream processing [Electronic resource] / J. Kreps. - 2014. - Mode of access: <https://www.oreilly.com/radar/why-local-state-is-a-fundamental-primitive-in-stream-processing/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 44 Indrasiri, K. gRPC: Up and Running. Building Cloud Native Applications with Go and Java for Docker and Kubernetes / K. Indrasiri, D. Kuruppu. - O'Reilly Media, 2020. - 250 p.
- 45 Vasiliev, Y. PostgreSQL для администраторов баз данных и разработчиков / Y. Vasiliev; пер. с англ. - М.: ДМК Пресс, 2022. - 432 с.: ил.
- 46 Скит, Дж. С# для профессионалов. Тонкости программирования / Дж. Скит; пер. с англ. - 4-е изд. - М.: Вильямс, 2020. - 608 с.: ил.
- 47 Албахари, Дж. С# 10 и .NET 6 для профессионалов. Справочник / Дж. Албахари; пер. с англ. - М.: Вильямс, 2022. - 1008 с.: ил.
- 48 Smith, S. Architecting Modern Web Applications with ASP.NET Core and Microsoft Azure [Electronic resource] / S. Smith; Microsoft. - 2024. - Mode of access: <https://learn.microsoft.com/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 49 .NET Microservices: Architecture for Containerized .NET Applications [Electronic resource] / C. de la Torre, B. Wagner, M. Rousos; Microsoft. - 2024. - Mode of access: <https://learn.microsoft.com/dotnet/architecture/microservices/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 50 Momjian, B. PostgreSQL: Introduction and Concepts / B. Momjian. - Addison-Wesley, 2018. - 462 p.
- 51 Videla, A. RabbitMQ in Action: Distributed Messaging for Everyone / A. Videla, J. J. W. Williams. - Manning Publications, 2012. - 312 p.
- 52 Khorikov, V. Unit Testing Principles, Practices, and Patterns / V. Khorikov. - Manning Publications, 2020. - 304 p.
- 53 Belshe, M. Hypertext Transfer Protocol Version 2 (HTTP/2) [Electronic resource]: RFC 7540 / M. Belshe, R. Peon, M. Thomson; Internet Engineering Task Force. - 2015. - Mode of access: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7540>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 54 Vinoski, S. Advanced Message Queuing Protocol / S. Vinoski // IEEE Internet Computing. - 2006. - Vol. 10, No. 6. - P. 87-89.
- 55 OpenAPI Specification [Electronic resource]: Version 3.1.0 / OpenAPI Initiative. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://spec.openapis.org/oas/v3.1.0>, free. - Tit. from screen. - Language: English.

- 56 Vite documentation [Electronic resource] / E. You. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://vitejs.dev/guide/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 57 Zod documentation [Electronic resource] / C. McKay. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://zod.dev/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 58 React Hook Form documentation [Electronic resource] / B. Luo. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://react-hook-form.com/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 59 Boucher, A. QuestPDF - A modern .NET library for PDF document generation [Electronic resource] / A. Boucher. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://www.questpdf.com/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 60 Carrasco, R. Polly: Resilience and transient-fault-handling library [Electronic resource] / R. Carrasco. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://github.com/App-vNext/Polly>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 61 Google Identity documentation [Electronic resource] / Google LLC. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://developers.google.com/identity>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 62 Amazon S3 Developer Guide [Electronic resource] / Amazon Web Services. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://docs.aws.amazon.com/s3/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 63 MinIO documentation [Electronic resource] / MinIO, Inc. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://min.io/docs/minio/linux/index.html>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 64 Соммервилл, И. Инженерия программного обеспечения / И. Соммервилл; пер. с англ. - 10-е изд. - М.: Вильямс, 2020. - 816 с.: ил.
- 65 Мартин, Р. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг / Р. Мартин; пер. с англ. - СПб.: Питер, 2019. - 464 с.: ил.
- 66 Хант, Э. Программист-прагматик. Путь от подмастерья к мастеру / Э. Хант, Д. Томас; пер. с англ. - 2-е изд. - М.: ЛОРИ, 2020. - 384 с.: ил.
- 67 Орлов, С. А. Технологии разработки программного обеспечения / С. А. Орлов. - 4-е изд. - СПб.: Питер, 2012. - 608 с.: ил.
- 68 Prometheus documentation [Electronic resource] / Prometheus Authors. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://prometheus.io/docs/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.
- 69 Serilog documentation [Electronic resource] / N. Blumhardt. - Electronic data. - 2024. - Mode of access: <https://serilog.net/>, free. - Tit. from screen. - Language: English.