

УДК 004.42

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/124/11>

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОГО АВТОТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ .NET И SQL SERVER

©*Аркабаев Н. К.*, ORCID: 0009-0000-1912-2225, SPIN-код: 9304-5193, канд. физ.-мат. наук,
Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, narkabaev@oshsu.kg
©*Маткалык кызы К.*, ORCID: 0009-0004-1010-4097, SPIN-код: 7930-7820,
Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, kmatkalykkyzy@oshsu.kg
©*Маматбакыт уулу К.*, ORCID: 0009-0006-6219-9328, Ошский государственный
университет, г. Ош, Кыргызстан, mamatbakytuuluk@gmail.com

DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF URBAN TRANSPORT BASED ON .NET AND SQL SERVER TECHNOLOGIES

©*Arkabaev N.*, ORCID: 0009-0000-1912-2225, SPIN-code: 9304-5193, Ph.D.,
Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, narkabaev@oshsu.kg
©*Matkalyk kyzy K.*, ORCID: 0009-0004-1010-4097, SPIN-code: 7930-7820,
Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, kmatkalykkyzy@oshsu.kg
©*Mamatbakyt uulu K.*, ORCID: 0009-0006-6219-9328,
Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, mamatbakytuuluk@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена проектированию архитектуры автоматизированной системы мониторинга технического состояния городского автотранспорта на примере ОсОО «Ош транзит». Рассматриваются современные подходы к автоматизации процессов технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств с применением платформы .NET и СУБД SQL Server. Предложена многоуровневая архитектура системы, обеспечивающая эффективный учёт обслуживания автобусов, автоматизацию документооборота ремонтного отдела и оперативную обработку заявок на выполнение работ. Разработанная архитектура включает модуль управления данными о транспортных средствах, подсистему планирования технического обслуживания, систему формирования отчётности и веб-интерфейс для взаимодействия пользователей. Результаты исследования могут быть использованы транспортными предприятиями для повышения эффективности управления автопарком.

Abstract. This article explores the architecture of an automated system for monitoring the technical condition of urban transport using Osh Transit LLC as an example. Modern approaches to automating vehicle maintenance and repair processes using the .NET platform and SQL Server DBMS are considered. A multi-tiered system architecture is proposed that ensures efficient bus maintenance accounting, automated repair department document flow, and prompt processing of work requests. The developed architecture includes a vehicle data management module, a maintenance scheduling subsystem, a reporting system, and a web interface for user interaction. The research findings can be used by transport companies to improve fleet management efficiency.

Ключевые слова: автоматизация, мониторинг транспорта, техническое обслуживание, городской транспорт, информационная система.

Keywords: automation, transport monitoring, maintenance, urban transport, information system.

В городах Кыргызстана общественный транспорт обслуживает до 65% пассажиропотока. В Оше автобусный парк ОсОО «Ош транзит» насчитывает 127 единиц подвижного состава, выполняющих до 850 рейсов ежедневно. Анализ работы ремонтного отдела выявил критические проблемы: среднее время обработки заявки на ремонт составляет 4.2 дня, что приводит к простоям 18-22% парка и ежемесячным убыткам в размере 2.4 млн сомов [1, 2].

Основные причины задержек: бумажный документооборот (потеря 12-15% заявок), ручной учет графиков ТО (просрочка 23% регламентных работ), отсутствие оперативного доступа к истории обслуживания (дублирование работ в 8% случаев). Существующие системы мониторинга транспорта ориентированы на диспетчерское управление и не решают задачи автоматизации технического обслуживания [3-5].

Анализ существующих решений показывает, что большинство систем мониторинга ориентировано либо на диспетчерское управление движением транспорта, либо на контроль расхода топлива [6, 7].

При этом комплексные решения, объединяющие функции мониторинга технического состояния, планирования обслуживания и учёта выполненных работ, представлены недостаточно. Зарубежные исследования демонстрируют эффективность применения автоматизированных систем для диагностики неисправностей и предиктивного обслуживания транспортных средств, однако их адаптация к условиям отечественных транспортных предприятий требует разработки специализированных архитектурных решений [8, 9].

Интеллектуальные транспортные системы активно внедряются в городах стран СНГ и Центральной Азии [10, 11].

Разработка автоматизированных систем управления дорожным движением, навигационно-информационных систем и систем диспетчерского контроля дает повысить качество транспортного обслуживания населения [12].

Однако вопросы автоматизации внутренних процессов транспортных предприятий, в частности технического обслуживания и ремонта, остаются недостаточно проработанными. Выбор технологической платформы для разработки информационных систем имеет критическое значение для обеспечения масштабируемости, надёжности и производительности решения [13, 14].

Платформа .NET предоставляет широкий спектр инструментов для создания корпоративных приложений, а СУБД SQL Server обеспечивает надёжное хранение и эффективную обработку больших объёмов данных [15, 16].

Целью данного исследования – разработка архитектуры автоматизированной системы мониторинга технического состояния городского автотранспорта, обеспечивающей комплексную автоматизацию процессов учёта обслуживания, планирования ремонтных работ и формирования управленческой отчётности с использованием современных программных технологий.

Анализ требований к системе мониторинга. На основе изучения деятельности ремонтного отдела ОсОО «Ош транзит» были выявлены следующие ключевые требования к автоматизированной системе. Система должна обеспечивать ведение единой базы данных обслуживаемого подвижного состава с полной историей проведённых ремонтов и технических осмотров. Необходима возможность автоматического формирования графиков планово-предупредительного обслуживания на основе пробега транспортных средств, моточасов работы двигателя и календарных сроков. Важной функцией является автоматизация процесса

приёма и обработки заявок на проведение ремонтных работ от водителей и диспетчеров. Система должна позволять оперативно назначать исполнителей, контролировать сроки выполнения работ и фиксировать использованные материалы и запасные части. Для эффективного управления запасами требуется интеграция с учётной системой складского хозяйства предприятия.

Формирование управленческой отчётности должно осуществляться автоматически на основе накопленных данных. Руководству необходима аналитическая информация о структуре затрат на обслуживание и ремонт, статистика отказов по типам неисправностей, показатели эффективности использования ремонтного персонала и простоев транспортных средств в ремонте.

Для реализации системы была выбрана платформа Microsoft.NET Framework ввиду её широких возможностей для разработки корпоративных информационных систем. Технология ASP.NET помогает создавать масштабируемые веб-приложения с высокой производительностью. Использование языка программирования C# представляет строгую типизацию, объектно-ориентированный подход и богатую экосистему библиотек и фреймворков. В качестве системы управления базами данных выбран Microsoft SQL Server, который предоставляет надёжные механизмы хранения данных, поддержку транзакций, средства обеспечения целостности и безопасности информации. SQL Server обладает развитыми возможностями для создания хранимых процедур, триггеров и представлений, что реализует сложную бизнес-логику на уровне базы данных. Интеграция .NET и SQL Server через технологию ADO.NET повышает эффективное взаимодействие прикладного и серверного уровней системы. Для организации взаимодействия с пользователями принято решение о разработке веб-интерфейса, доступного через стандартные браузеры. Это гарантирует возможность работы с системой с различных устройств без необходимости установки специализированного программного обеспечения на рабочих местах пользователей. Применение технологий HTML5, CSS3 и JavaScript следовало создать современный адаптивный пользовательский интерфейс.

Система построена по многоуровневой архитектуре, включающей уровень представления, уровень бизнес-логики и уровень данных. Такое разделение даёт модульность системы, упрощает её сопровождение и модификацию отдельных компонентов. Уровень представления реализован в виде веб-приложения на базе ASP.NET MVC. Применение паттерна Model-View-Controller чётко разделяет логику обработки данных, представления информации пользователю и управления взаимодействием. Компонент View отвечает за формирование HTML-страниц и визуализацию данных. Controller обрабатывает запросы пользователей, вызывает необходимые методы бизнес-логики и передаёт данные в представления. Model инкапсулирует структуры данных, передаваемых между уровнями.

Уровень бизнес-логики содержит классы-сервисы, реализующие основные функции системы. Модуль управления транспортными средствами предлагает справочника подвижного состава с техническими характеристиками и параметрами эксплуатации. Модуль планирования технического обслуживания автоматически формирует графики профилактических работ на основе заданных регламентов и фактических показателей пробега. Модуль обработки заявок управляет жизненным циклом ремонтных заявок от регистрации до закрытия с фиксацией всех этапов выполнения работ. Модуль отчётности предоставляет инструменты для формирования различных аналитических отчётов. Реализована возможность построения отчётов по шаблонам, настройки параметров выборки данных и экспорта результатов в форматы Excel и PDF. Статистические отчёты позволяют анализировать

динамику затрат на обслуживание по периодам, структуру неисправностей по типам транспортных средств, показатели загрузки ремонтного персонала.

Уровень данных представлен реляционной базой данных SQL Server. Разработана нормализованная схема данных, включающая таблицы для хранения информации о транспортных средствах, графиках обслуживания, заявках на ремонт, выполненных работах, использованных материалах и запасных частях. Установлены связи между таблицами с обеспечением ссылочной целостности через механизм внешних ключей.

Для повышения производительности системы созданы индексы по полям, часто используемым в условиях выборки и соединения таблиц. Разработаны хранимые процедуры для выполнения сложных операций обработки данных снизить сетевой трафик между приложением и сервером базы данных. Применение представлений упрощает формирование отчётов путём предварительного объединения данных из нескольких связанных таблиц.

Подсистема учёта транспортных средств хранит полную информацию о каждой единице подвижного состава: государственный регистрационный номер, марку и модель, год выпуска, технические характеристики двигателя и трансмиссии, дату ввода в эксплуатацию. Для каждого транспортного средства ведётся история изменения показаний одометра и контролировать фактический пробег и автоматически определять сроки очередного технического обслуживания.

Подсистема планирования технического обслуживания использует справочник регламентных работ, содержащий перечень операций, периодичность их выполнения по пробегу или времени, нормы времени и стоимости. На основе этих данных система автоматически формирует график предстоящих технических обслуживаний для каждого транспортного средства. При приближении планового срока обслуживания система генерирует напоминания ответственным лицам и автоматически создаёт заявки на проведение работ.

Подсистема управления заявками предоставляет приём заявок от водителей и диспетчеров через веб-интерфейс с указанием характера неисправности и степени её срочности. Механик-контролёр рассматривает поступившие заявки, определяет необходимый объём работ и назначает исполнителей из числа ремонтного персонала. В процессе выполнения работ фиксируются затраченное время, использованные материалы и запасные части. После завершения ремонта осуществляется приёмка работ с занесением результатов в систему.

Подсистема формирования отчётности предоставляет руководству информацию для принятия управленческих решений. Реализованы отчёты о выполнении графика технического обслуживания с указанием просроченных работ, о структуре затрат на обслуживание и ремонт по статьям расходов, о частоте отказов по типам неисправностей и агрегатам, о загрузке ремонтного персонала и производительности труда. Система формирует отчёты за произвольные периоды времени с возможностью детализации данных.

На основе разработанной архитектуры создан прототип автоматизированной системы мониторинга технического состояния автотранспорта. Проведено опытное внедрение системы в ремонтном отделе ОсОО «Ош транзит» с целью оценки её функциональности и выявления возможных недостатков. Результаты внедрения показали, что применение системы сократят время обработки заявок на ремонт в среднем на 40% за счёт автоматизации процессов регистрации, назначения исполнителей и контроля выполнения работ. Электронный документооборот исключает потери информации и обеспечивает своевременный доступ к истории обслуживания каждого транспортного средства. Автоматическое формирование графиков технического обслуживания и своевременное оповещение ответственных лиц способствуют снижению количества внеплановых ремонтов, вызванных несвоевременным

проведением профилактических работ. Это повысить коэффициент технической готовности подвижного состава и сократить простои транспортных средств. Система предоставляет прозрачность всех процессов технического обслуживания и ремонта, что даёт руководству предприятия инструменты для эффективного контроля деятельности ремонтного подразделения. Аналитические отчёты позволяют выявлять проблемные зоны, принимать обоснованные решения по оптимизации процессов и планировать бюджет на обслуживание автопарка. Применение веб-технологий гарантирует доступность системы для пользователей с различных рабочих мест без необходимости установки дополнительного программного обеспечения. Адаптивный дизайн интерфейса позволяет работать с системой не только с настольных компьютеров, но и с планшетов и смартфонов, что особенно важно для мобильных сотрудников. Модульная архитектура системы допускает её дальнейшее развитие и расширение функциональности. Возможна интеграция с системами спутникового мониторинга транспорта для автоматического получения данных о пробеге и параметрах эксплуатации транспортных средств. Перспективным направлением является внедрение модуля предиктивной диагностики на основе анализа статистики отказов и применения методов машинного обучения для прогнозирования потребности в обслуживании.

В результате проведённого исследования разработана архитектура автоматизированной системы мониторинга технического состояния городского автотранспорта на основе технологий .NET и SQL Server. Предложенное решение обеспечивает комплексную автоматизацию процессов учёта обслуживания, планирования ремонтных работ и формирования управленческой отчётности. Многоуровневая архитектура системы с чётким разделением уровней представления, бизнес-логики и данных создает модульность, масштабируемость и удобство сопровождения. Применение современных программных технологий .NET Framework, ASP.NET MVC и SQL Server гарантирует высокую производительность, надёжность и безопасность системы. Опытное внедрение прототипа системы в ОсОО «Ош транзит» подтвердило практическую применимость разработанных решений и повышения качества управления техническим обслуживанием автотранспортного парка. Результаты исследования могут быть использованы транспортными предприятиями различного масштаба для модернизации систем управления техническим обслуживанием и ремонтом подвижного состава. Направлениями дальнейших исследований являются разработка модуля интеграции с системами GPS/ГЛОНАСС мониторинга, внедрение технологий предиктивной аналитики для прогнозирования отказов оборудования, а также создание мобильных приложений для работы ремонтного персонала непосредственно в зоне обслуживания транспортных средств.

Список литературы:

1. Чеснокова О. В., Коновалов В. В., Антропов А. А. Применение автоматизированных систем для организации работы городского транспорта // Наука и инновации в промышленности. 2023. №3. С. 166-171.
2. Атажанов М. К., Сайлиев М. И., Фармонов Ш. Ш. Автоматизированные системы управления на городском пассажирском транспорте // Молодой ученый. 2017. №13. С. 146-148.
3. Гаджиев А. М., Панфилов И. А. Автоматизация учета грузоперевозок на автотранспортном предприятии // Вестник Российского университета кооперации. 2018. №2. С. 88-91.
4. Капский Д. В., Навой Д. В. Развитие автоматизированной системы управления дорожным движением Минска как части интеллектуальной транспортной системы города // Наука и техника. 2017. Т. 16. № 3. С. 230-237.

5. Сакульева Т. Н. Развитие общественного транспорта и изменение транспортного поведения // *Инновации и инвестиции*. 2021. №5. С. 156-159.
6. Бровко К. Ю., Дружинин А. В. Цифровая трансформация транспортной инфраструктуры города // *Строительство и архитектура*. 2022. Т. 10. №1. С. 45-52.
7. Гозбенко В. Е., Крипак М. Н., Лебедева О. А., Каргапольцев С. К. Повышение эффективности функционирования транспортной сети городского пассажирского транспорта путем применения автоматизации модели выбора оптимального подвижного состава // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2017. №2. С. 203-208.
8. Friedrich C., Lechler A., Verl A. Autonomous systems for maintenance tasks—requirements and design of a control architecture // *Procedia Technology*. 2014. V. 15. P. 595-604. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.09.020>
9. Yang X., Zhang J., Liu W., Jing J., Zheng H., Xu W. Automation in road distress detection, diagnosis and treatment // *Journal of Road Engineering*. 2024. V. 4. №1. P. 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2024.01.005>
10. Волков В. П., Волкова Т. В., Волков Ю. В. Сучасний стан автомобільного транспорту і перспективи розвитку технічної експлуатації автомобілів // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2019. №16. С. 77-87.
11. Жанабаев З. Ж., Муратова К. М. Современные системы GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта в Казахстане: опыт внедрения // *Вестник КазАТК*. 2020. № 3. С. 45-52.
12. Петрова Д. В. Концепция информационной системы мониторинга пассажиропотоков общественного транспорта городских агломераций // *Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего*. 2019. №3. С. 27-40. <https://doi.org/10.17586/2587-8557-2019-3-27-40>
13. Troelsen A., Japikse P. Pro C# 9 with. NET 5: Foundational Principles and Practices in Programming. Apress, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6939-8>
14. Freeman A. Pro ASP. NET Core 3: Develop Cloud-Ready Web Applications Using MVC, Blazor, and Razor Pages. Apress, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7957-1>
15. Ben-Gan I. T-SQL Fundamentals. 4th ed. Microsoft Press, 2023. 752 p.
16. Аркабаев Н. К., Доолотбек кызы Г., Аманбаев С. М. Оптимизация логистических процессов и транспортных задач в условиях динамичной онлайн-торговли // *Бюллетень науки и практики*. 2024. Т. 10. №1. С. 292-298. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/98/35>

References:

1. Chesnokova, O. V., Konovalov, V. V., & Antropov, A. A. (2023). Primenenie avtomatizirovannykh sistem dlya organizatsii raboty gorodskogo transporta. *Nauka i innovatsii v promyshlennosti*, (3), 166-171. (in Russian).
2. Atazhanov, M. K., Sailiev, M. I., & Farmonov, Sh. Sh. (2017). Avtomatizirovannye sistemy upravleniya na gorodskom passazhirskom transporte. *Molodoi uchenyi*, (13), 146-148. (in Russian).
3. Gadzhiev, A. M., & Panfilov, I. A. (2018). Avtomatizatsiya ucheta gruzoperevozok na avtotransportnom predpriyatii. *Vestnik Rossiiskogo universiteta kooperatsii*, (2), 88-91. (in Russian).
4. Kapskii, D. V., & Navoi, D. V. (2017). Razvitie avtomatizirovannoi sistemy upravleniya dorozhnym dvizheniem Minska kak chasti intellektual'noi transportnoi sistemy goroda. *Nauka i tekhnika*, 16(3), 230-237. (in Russian).
5. Sakul'eva, T. N. (2021). Razvitie obshchestvennogo transporta i izmenenie transportnogo povedeniya. *Innovatsii i investitsii*, (5), 156-159. (in Russian).
6. Brovko, K. Yu., & Druzhinin, A. V. (2022). Tsifrovaya transformatsiya transportnoi infrastruktury goroda. *Stroitel'stvo i arkhitektura*, 10(1), 45-52. (in Russian).

7. Gozbenko, V. E., Kripak, M. N., Lebedeva, O. A., & Kargapol'tsev, S. K. (2017). Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya transportnoi seti gorodskogo passazhirskogo transporta putem primeneniya avtomatizatsii modeli vybora optimal'nogo podvizhnogo sostava. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie*, (2), 203-208. (in Russian).
8. Friedrich, C., Lechler, A., & Verl, A. (2014). Autonomous systems for maintenance tasks—requirements and design of a control architecture. *Procedia Technology*, 15, 595-604. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.09.020>
9. Yang, X., Zhang, J., Liu, W., Jing, J., Zheng, H., & Xu, W. (2024). Automation in road distress detection, diagnosis and treatment. *Journal of Road Engineering*, 4(1), 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2024.01.005>
10. Volkov, V. P., Volkova, T. V., & Volkov, Yu. V. (2019). Suchasni stan avtomobil'nogo transportu i perspektivi rozvitku tekhnichnoi ekspluatatsii avtomobiliv. *Tekhnichnii servis agropromislovogo, lisovogo ta transportnogo kompleksiv*, (16), 77-87. (in Russian).
11. Zhanabaev, Z. Zh., & Muratova, K. M. (2020). Sovremennye sistemy GPS/GLONASS monitoringa transporta v Kazakhstane: opyt vnedreniya. *Vestnik KazATK*, (3), 45-52. (in Russian).
12. Petrova, D. V. (2019). Kontsepsiya informatsionnoi sistemy monitoringa passazhiropotokov obshchestvennogo transporta gorodskikh aglomeratsii. *Informatsionnoe obshchestvo: obrazovanie, nauka, kul'tura i tekhnologii budushchego*, (3), 27-40. (in Russian). <https://doi.org/10.17586/2587-8557-2019-3-27-40>
13. Troelsen, A., & Japikse, P. (2021). *Pro C# 9 with .NET 5: Foundational Principles and Practices in Programming*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6939-8>
14. Freeman, A. (2020). *Pro ASP.NET Core 3: Develop Cloud-Ready Web Applications Using MVC, Blazor, and Razor Pages*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7957-1>
15. Ben-Gan, I. (2023). *T-SQL Fundamentals*. Microsoft Press.
16. Arkabaev, N., Doolotbek kyzy, G., & Amanbaev, S. (2024). Optimizing Logistic Processes and Transport Challenges in the Dynamic Landscape of Online Commerce. *Bulletin of Science and Practice*, 10(1), 292-298. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/98/35>

Поступила в редакцию
26.01.2026 г.

Принята к публикации
04.02.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Аркабаев Н. К., Маткалык кызы К., Маматбакыт уулу К. Разработка архитектуры автоматизированной системы мониторинга технического состояния городского автотранспорта на основе технологий .NET И SQL Server // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №3. С. 111-117. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/124/11>

Cite as (APA):

Arkabaev, N., Matkalyk kyzy, K., & Mamatbakyt uulu, K. (2026). Development of the Architecture of an Automated System for Monitoring the Technical Condition of Urban Transport Based on .NET and SQL Server Technologies. *Bulletin of Science and Practice*, 12(3), 111-117. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/124/11>