



УДК 004.4:681.5.08:625.1

Разработка мобильного приложения для диагностики железнодорожной инфраструктуры

Е. А. Белых¹, А. И. Сафронов¹, У. А. Старовойтова²

¹Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), Российская Федерация, 127994, ГСП-4, Москва, ул. Образцова 9, стр. 9

²АО «Фирма ТВЕМА», Российская Федерация, 119602, Москва, ул. Никулинская, 27

Для цитирования: Белых Е. А., Сафронов А. И., Старовойтова У. А. Разработка мобильного приложения для диагностики железнодорожной инфраструктуры // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2025. — Т. 22. — Вып. 2. — С. 553–565. DOI: 10.20295/1815-588X-2025-2-553–565

Аннотация

Современные технологии диагностики и мониторинга железнодорожной инфраструктуры играют важную роль в обеспечении безопасности, сопутствуют повышению эффективности грузовых и пассажирских перевозок. **Цель:** Анализ отечественного и зарубежного опыта разработки мобильных рабочих мест для оценки возможности его применения в области диагностики железнодорожной инфраструктуры и проведения реинжиниринга существующих программно-аппаратных решений, не отвечающих современным требованиям по эргономичности, обслуживаемости и масштабируемости. **Методы:** Выполнены формализованное описание информационного обеспечения разработки, реинжиниринг существующего программного обеспечения для диагностики железнодорожной инфраструктуры, отмечены его преимущества и недостатки, составлена диаграмма потоков данных в нотации Гейна — Сарсона для описания технологического процесса работы мобильного рабочего места. **Результаты:** Создан прототип мобильного рабочего места оператора-контролера, диагностирующего состояние железнодорожных путей и стрелочных переводов; выполнено описание функционирования созданного прототипа, запущенного на типовом смартфоне с предустановленной на нем операционной системой *Android*; сделаны выводы по результатам работы прототипа. **Практическая значимость:** Мобильное рабочее место контролера состояния железнодорожных путей и стрелочных переводов реализовано на базе стека современных информационных технологий — кроссплатформенного фреймворка *.NET MAUI*, предоставляющего возможности запуска программного обеспечения под управлением различных операционных систем.

Ключевые слова: Диагностика железнодорожной инфраструктуры, мобильное рабочее место, масштабируемость технических систем, применение фреймворка, *.NET MAUI*, контроль состояния путей, контроль состояния стрелочных переводов.

Введение

В современной транспортной системе Российской Федерации неразрушающие технологии диагностики и мониторинга железнодорожной

инфраструктуры (ЖДИ) [1, 2] играют ключевую роль при обеспечении безопасности, надежности и эффективности эксплуатации [3, 4]. Широкий спектр применяемых методов включает традици-

онные подходы (визуальный осмотр) и современные решения, основанные на *SCADA*.

В статье рассматривается процесс разработки мобильного приложения (МП) [5–7] для контроля и диагностики ЖДИ, непрерывно подвергающейся различным видам воздействий [8]. В настоящее время именно МП являются наиболее востребованными инструментами для технического обслуживания и мониторинга состояния ЖДИ.

Объектами исследования являются активы ОАО «РЖД». К ним относятся: рельсы, шпалы, стрелочные переводы, сигнальные устройства, контактная сеть, мосты, тоннели, станционные здания, оборудование, путевые механизмы, электроподвижной состав и др. Для каждого ведется нормативно-справочная (НСИ) и оперативно собираемая информация о характеристиках, местоположении, состоянии и планируемых ремонтных работах.

Мобильные устройства и технологии способствуют повышению качества и оперативности выполнения различных задач техническим персоналом. Ярким примером оснащенности МП для решения задач ОАО «РЖД» является мобильное рабочее место (МРМ) Центральной дирекции по ремонту пути (ЦДРП), куда входят:

- автоматизированная установка и обновление программного обеспечения (ПО) МРМ и дополнительных сервисов;
- авторизация оператора МРМ Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой (ЕК АСУИ) [9, 10];
- загрузка в МРМ ЕК АСУИ данных по зоне обслуживания оператора;
- оперативная синхронизация данных с ЕК АСУИ;
- возможность работы с МРМ в режиме без подключения к сети;
- автоматизированный поиск и фильтрация активов;

- просмотр характеристик станций и перегонов;
- учет выполнения ремонтно-путевых работ;
- отображение безопасного маршрута подхода персонала по территории;
- оповещение персонала в зонах с ограниченной видимостью [11–13];
- формирование схемы ограждения места производства путевых работ;
- отображение модели стрелочного перевода с местами измерений.

Целью настоящей статьи является анализ накопленного опыта разработки МРМ для оценки возможности его применения в области диагностики ЖДИ, а также проведения реинжиниринга существующих программно-аппаратных (ПА) решений, не отвечающих современным требованиям по эргономичности, обслуживаемости и масштабируемости.

Для достижения поставленной цели потребовалось: изучить современные принципы проектирования и реализации МРМ, существующие ПА решения для диагностики ЖДИ, оценить их преимущества и недостатки, определить направления и стратегию реинжиниринга, открывающего возможность разработки МРМ с учетом ранее накопленного, а также опыта, приобретенного при освоении новых информационных технологий (ИТ).

1. Современные принципы разработки МРМ

При разработке МП для операционных систем (ОС) *Android* часто допускаются ошибки проектирования, приводящие к снижению уровня обслуживаемости ПО и затрудняющие его последующее масштабирование. В таких ситуациях существенно возрастает общая стоимость разработки. Не допустить типовые ошибки проектирования позволяет следование современным принципам управления техническими проектами [8, 14, 15]:

- рассмотрение жизненного цикла ПО как плана работы команды;
- использование рабочих материалов макетирования в качестве инструмента для обсуждения функционального состава ПО с конечными пользователями [16, 17];
- использование этапа сопровождения ПО в качестве основного источника сведений о пользовательском опыте и возможности улучшения эргономичности графического пользовательского интерфейса (ГПИ) [18].

Анализ публикаций о создании и внедрении МП показал — эффективности работы ПО удастся достигать в рамках одной из архитектур [19]:

- *Model-View-Presenter (MVP)*,
- *Model-View-ViewModel (MVVM)*,
- *Model-View-Controller (MVC)*.

Архитектуры позволяют масштабировать МП и удобно:

- разделять логику функционирования «ядра» МП и его ГПИ [20–22];
- собирать стек связанных ИТ из: базы данных, фреймворка, модулей, готовых сценариев, сервисных функций и т. п. [5, 23];
- настраивать стратегии ручного и автоматизированного, модульного тестирования на всех этапах разработки МП [24].

2. Особенности функционирования и информационное обеспечение существующего ПА решения для диагностики ЖДИ

Рассматриваемое МРМ предназначено для удобной работы оператора с путевым диагностическим оборудованием. Это оборудование (аппаратная часть решения) представлено шаблоном электронно-путевым (ШЭП, рис. 1). Инструмент предназначен для диагностики бесстыкового пути.

Программная часть существующего решения составлена на языке высокого уровня *Java*. В результате анализа ПО выявлены проблемы



Рис. 1. Шаблон электронно-путевой

запуска на различных ОС, сделан вывод о невозможности дальнейшего масштабирования ПО в связи с отсутствием документации на разработку (не удалось идентифицировать архитектуру существующего решения).

Авторами проведен реинжиниринг программной части существующего решения (язык *Java*), предназначенного для выполнения измерений контролером ЖДИ (оператором) состояния активов, и в результате определен функциональный состав сервисных функций ПО по категориям:

А. Подключение и настройка

Сценарий: оператор подключает МРМ к ШЭП по протоколу *Bluetooth*. Настройки обеспечивают безопасное подключение и позволяют указывать точность проводимых измерений.

В. Режимы замера

Сценарий: «Путь». Режим «Путь» позволяет оператору выполнять измерения на главных и станционных путях. Данные сохраняются в таблице печатной ведомости «ПУ-28». «**Стрелочный перевод**». В режиме «Стрелочный перевод» оператор указывает схему проведения измерений и создает задачу. После выбора задачи и категории замера данные сохраняются в таблице печатной ведомости «ПУ-29».

С. Взаимодействие с измерительным устройством

Сценарий: ШЭП оснащен дисплеем и кнопками, которые позволяют оператору выбирать и переключаться между категориями замеров.

Таблица 1. Информация о стрелочных переводах (*STR.xml*)

№ п/п	Наименование поля	Физический смысл поля	Тип поля
1	ID	Идентификатор записи о стрелочном переводе	INTEGER
2	STRID	Идентификатор стрелочного перевода	INTEGER
3	ASSETNUM	Идентификатор пути, на котором расположен стрелочный перевод	TEXT
4	KM	Километр расположения стрелочного перевода на конкретном пути	INTEGER
5	M	Метр, уточняющий расположение стрелочного перевода	INTEGER
6	PUT_NOM	Номер пути, к которому относится стрелочный перевод	INTEGER
7	UP_NOM	Номер станции, с которой связан данный стрелочный перевод	INTEGER
8	ST_KOD	Код станции, к которой относится стрелочный перевод	INTEGER
9	NOM	Номер стрелочного перевода	INTEGER
10	TYPE	Тип стрелочного перевода	TEXT
11	OTB	Направление отвода, указывающее направление разветвления пути	INTEGER
12	POSH	«Пошерстность» (ширина или сложность) стрелочного перевода	INTEGER
13	SITEID	Номер дороги, к которой приписан стрелочный перевод	INTEGER
14	CREATEDATE	Дата создания записи о стрелочном переводе	TEXT
15	CHANGEDATE	Дата последнего изменения записи о стрелочном переводе	TEXT
16	CHANGETYPE	Вид изменения, внесенного в запись о стрелочном переводе	TEXT
17	HASH	Хеш-код записи о стрелочном переводе	TEXT
18	ROWSTAMP	Временной штамп завершения форматирования записи	INTEGER

Таблица 2. Информация о путях (*WAY.xml*)

№ п/п	Наименование поля	Физический смысл поля	Тип поля
1	WAYID	Идентификатор записи о пути	INTEGER
2	ASSETNUM	Собственно, идентификатор пути	TEXT
3	NOM	Номер пути	TEXT
4	DESCRIPTION	Текстовое описание пути	TEXT
5	LOCATION	Географическое расположение пути	TEXT
6	UP_NOM	Номер станции, к которой относится данный путь	INTEGER
7	TYPE	Тип пути	TEXT
8	CREATEDATE	Дата создания записи о пути	TEXT
9	CHANGEDATE	Дата последнего изменения записи о пути	TEXT
10	CHANGETYPE	Вид изменения, внесенного в запись о пути	INTEGER
11	SITEID	Номер дороги, связанной с путем	INTEGER
12	HASH	Хеш-код записи о пути	TEXT
13	ROWSTAMP	Временной штамп завершения форматирования записи о пути	INTEGER

Таблица 3. Информация о ШЭП (идентификатор ШЭП.csv)

№ п/п	Наименование поля	Физический смысл поля	Тип поля
1	TYP	Тип ШЭПа	TEXT
2	NOM	Номер ШЭПа	TEXT
3	DATA	Дата регистрации/изменения	TEXT
4	ASSETNUM	Уникальный идентификатор ШЭПа в системе	TEXT
5	RW_CODE	Код дороги, за которой закреплен ШЭП	INTEGER

Д. Просмотр и экспорт данных

Сценарий: в ПО имеется вкладка «Просмотр/экспорт данных», где оператор просматривает и выбирает сохраненные данные замеров.

Е. Импорт паспорта

Сценарий: для корректной работы приложения необходимо загружать в него ZIP-архив, содержащий XML-файлы.

Ф. Дополнительные настройки

Сценарий: ПО предоставляет возможность выбора файлов формата *.CSV для добавления НСИ, настройки уведомлений и звука.

Результат анализа информационного обеспечения (ИО) программной части существующего решения выполнен по методике, изложенной в [22]. В зависимости от полигона, на котором работает оператор, ему предоставляется доступ к соответствующему «паспорту» — ZIP-архиву. Архив содержит XML-файлы, структурированные согласно табл. 1, 2.

Импорт справочников НСИ происходит по схожему принципу. НСИ содержится не в XML-, а в CSV-файле. В табл. 3 представлен пример структуры CSV-файла, содержащего идентификаторы ШЭПов.

3. Особенности разработки MPM на базе фреймворка .NET MAUI

Разработка нового MPM выполняется на базе фреймворка *.NET Multi-platform App UI* (сокращенно *.NET MAUI*) — кроссплатформенного фреймворка для создания нативных мобильных [6] и приложений рабочего стола с использованием языка программирования *Visual C#* и языка разметки *XAML*. С помощью *.NET MAUI* можно разрабатывать приложения под такие ОС, как *Android*, *iOS*, *macOS* и *Windows*, используя при этом один и тот же код (рис. 2).

Первая версия фреймворка *.NET MAUI* выпущена в 2022 году. Позже, в ноябре 2024 года, выпущена актуализация под приложе-

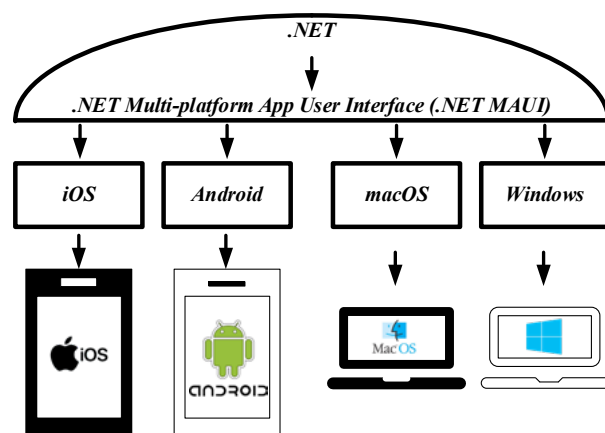


Рис. 2. Технология работы ГПИ фреймворка .NET MAUI

ния рабочего стола ОС *Microsoft Windows* (*.NET Core 9*). Фреймворк *.NET MAUI* является развитием *Xamarin Forms* [5], технологии свободно распространяемым исходным кодом. Создаваемые на базе фреймворка *.NET MAUI* приложения готовы к работе сразу на нескольких ОС: *iOS*, *Android*, *Windows*, *macOS*.

При создании классического кроссплатформенного МП разработчики сталкиваются со следующими трудностями [25]:

- различие в подходах к построению ГПИ;
- разные программируемые интерфейсы приложений (*API*);
- разные ОС и языки для разработки.

Широкий диапазон ОС, средств разработки, а также языков программирования не может положительно сказываться на сроках создания МП и в конечном счете на денежных средствах, выделяемых на разработку. Фреймворк *.NET MAUI* поставляет решение вышеотмеченной проблемы и снимает все вышеперечисленные трудности разработки.

Фреймворк *.NET MAUI* объединяет *API* ОС *Android*, *iOS*, *macOS* и *Windows* в общий *API*, позволяющий составлять общий код для всех поддерживаемых ОС и по необходимости добавлять для каждой отдельной ОС специфические

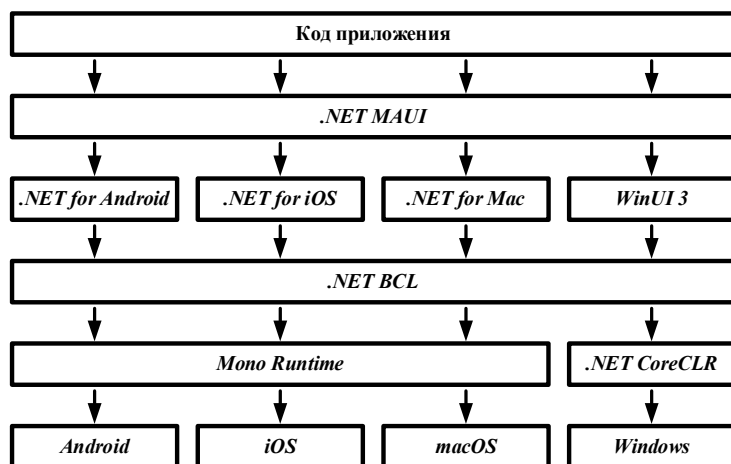


Рис. 3. Схема работы .NET MAUI

ПО.ШЭП АО "Фирма ТВЕМА" В 1.2.3	
Режимы-Настройки	
Дорога	
Оператор	
ШЭП устройство	
Bluetooth	
Тип рельсов	
Базы данных	
Звук	
Почта	

Рис. 4. Настройки программного обеспечения МРМ

настройки. Работа фреймворка *.NET MAUI* представлена на рис. 3.

Фреймворк *.NET MAUI* предоставляет единый набор инструментов для создания ПО. В процессе работы он опирается на инструменты, через которые взаимодействует с отдельной ОС: *.NET for Android*, *.NET for iOS*, *.NET for macOS* и *Windows UI 3 (WinUI 3)*. Так ПО сначала обращается к фреймворку *.NET MAUI*, а он — к инструментам для конкретной ОС.

Чтобы разрабатывать в *Microsoft Visual Studio* ПО на базе фреймворка *.NET MAUI* в установщике компонентов *Microsoft Visual Studio*, необходимо выбрать и установить элемент «Разработка с помощью *.NET Multi-Platform App UI*» из категории «Разработка мобильных приложений на *.NET*».

4. Оценка работоспособности прототипа МРМ оператора, контролирующего текущее состояние путей и стрелочных переводов

Под управление фреймворка *.NET MAUI* (язык *Visual C#*) перенесены сервисные функции из ПО существующего решения. После импорта данных оператор настраивает параметры МП (красные рамки на рис. 4):

- выбирает конкретную дорогу, на которой планируется работа;

- выбирает оператора — подключает персональный «паспорт»;

- выбирает ШЭП-устройство (по «идентификатору ШЭП»).

Выбор сведений происходит из выпадающих списков, для заполнения которых необходимо инициировать механизм импорта в МРМ нажатием на кнопку «Базы данных». Упомянутые списки называются справочниками НСИ.

По нажатии оператором на кнопку с надписью *Bluetooth* (зеленая рамка на рис. 4) оператор выбирает из набора *Bluetooth*-устройств *Sheep-XXXX*, предварительно включив ШЭП.

Для описания технологии работы МП авторы выбрали *DFD*-нотацию. На рис. 5 в *DFD*-нотации Гейна — Сарсона представлена схема технологического процесса работы оператора МРМ на верхнем («нулевом», *Level 0*) уровне.

Взаимодействующими сущностями являются: «Оператор», «МРМ», «ШЭП». Используемыми для чтения и записи отношениями являются: «Паспорт», «Справочники НСИ», «Измерения». В числе функций верхнего уровня продемонстрированы: «Смена режима работы», «Выполнение измерения», «Конвертация данных» («Преобразование данных»), «Создание файла формата *PDF*», «Взаимный обмен сигналами сопряжения между устройствами», «Сохранение результа-

На рис. 6 приведены примеры замеров, фиксируемых в МРМ.

Переключение категорий замеров производится либо по нажатии кнопки переключения позиции курсора в меню на панели управления ШЭП, либо по нажатии на строку интересующей категории в списке на ГПИ МРМ. В МРМ и ШЭП данный процесс синхронизирован.

Результат проведения замеров в перспективе можно будет выгружать в формате печатной ведомости в *PDF*-файл. В табл. 4 приведен фрагмент набора сконвертированных сведений об измерениях, хранящихся в базе данных, подготовленных для составления печатной ведомости «ПУ-29».

Таблица 4. Фрагмент печатной ведомости «ПУ-29». Сведения о стрелочных переводах

ПД	Станция	Стрелочный перевод	Дата проверки
1	Перово	113	31.05.2024
4	Перово	27	01.06.2024
4	Перово	27	31.05.2024
7	Перово	11	26.01.2024
7	Перово	11	29.02.2024
7	Перово	19	31.05.2024
7	Перово	51	01.06.2024
7	Перово	9	31.05.2024

В табл. 5 приведен фрагмент набора сконвертированных сведений об измерениях, хранящихся в базе данных, подготовленных для составления второго раздела печатной ведомости «ПУ-29».

Заключение

Проведенный анализ отечественного и зарубежного опыта разработки МРМ для различных предметных областей позволил определить архитектуру нового проектного решения, а также собрать стек технологий для реализации прототипа МРМ контролера состояния железнодорожных путей и стрелочных переводов, согласно современным принципам проектирования МП.

Новое проектное решение МРМ вобрало в себя как сильные стороны существующего ПО, так и позволило парировать выявленные недостатки — устранить неудовлетворительную эргономичность, отсутствие четкой документации, отсутствие должного уровня по обслуживаемости и осваиваемости, неудовлетворительную управляемость при работе в различных ОС, а также невозможность дальнейшего масштабирования.

Сильными сторонами существующего решения являются: приемлемая, нормализованная структура хранения данных и согласованная

Таблица 5. Фрагмент печатной ведомости «ПУ-29». Раздел 2

Величина ординат в расстояниях, м от корня остряка								
В корне остряка	2	4	6	8	...	16	В конце переводной кривой	Дополнительно
28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	...	28,0	28,0	Комментарий отсутствует
206,0	251,0	300,0	353,0	410,0	...	681,0	1458,0	Комментарий отсутствует
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	...	27,4	27,4	Комментарий отсутствует
27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	...	27,8	27,8	Комментарий отсутствует
0,0	0,0	28,0	28,0	28,0	...	28,0	28,0	Комментарий отсутствует
28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	...	28,0	28,0	Комментарий отсутствует

с конечными пользователями карта технологического процесса, воспроизведенная в результате реинжиниринга.

Представленное в статье описание функционирования прототипа МРМ одновременно является и краткой инструкцией пользователя, повышающей показатели осваиваемости МРМ, а также намечающей границы между уже реализованным функциональным составом МРМ и перспективами развития прототипа на всех этапах, предшествующих внедрению продукта в опытную эксплуатацию.

Список источников

1. Костинский Г. И. Системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена / Г. И. Костинский, К. Л. Шляховский, В. Г. Новиков, Л. Н. Логинова // Наука и техника транспорта. — 2022. — № 1. — С. 52–56.
2. Dey A. Detection and evaluation of rail defects with non-destructive testing methods / A. Dey, J. Kurz, L. Tenczynski // 19th World Conference on Non-Destructive Testing. — Munich: e-Journal of Nondestructive Testing. — 2016. — Vol. 21(7). — URL: <https://www.ndt.net/?id=19511>.
3. Баранов Л. А. Опыт и перспективы подготовки специалистов для высокоскоростного движения / Л. А. Баранов, П. Ф. Бестемьянов, А. А. Выгнанов, А. Н. Фиронов // Автоматика, связь, информатика. — 2024. — № 4. — С. 26–28.
4. Бородин А. Ф. Алгоритмические решения задач эффективного использования и развития железнодорожной инфраструктуры и перевозочных ресурсов / А. Ф. Бородин, В. В. Панин, Е. С. Прокофьева, Р. Ф. Сайбаталов // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». — 2019. — № 3. — С. 28–39.
5. Демин В. В. Разработка мобильного приложения / В. В. Демин // Наука. Информатизация. Технологии. Образование. — Екатеринбург: РГППУ. — 2019. — С. 49–53.
6. Хасанов М. И. К слову о работе с программным обеспечением для мобильных устройств / М. И. Хасанов // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций. — Пенза: ПГАУ. — 2023. — С. 427–431.
7. Baktha K. Mobile Application Development: All the Steps and Guidelines for Successful Creation of Mobile App: Case Study / K. Baktha // International Journal of Computer Science and Mobile Computing. — Vol. 6. — Iss. 9. — September 2017. — Pp. 15–20.
8. Aparicio A. Adaptation of transport to climate change in Europe: Challenges and options across transport modes and stakeholders / A. Aparicio, N. Sobrino, M. Leitner, K. Mäkinen et al. // EEA Report. — European Environment Agency. — 2014. — Iss. 8.
9. Тарабрин В. Ф. ЕК АСУИ СДМИ — цифровая платформа для предиктивного анализа и управления состоянием железнодорожной инфраструктуры / В. Ф. Тарабрин, Е. В. Юрченко, А. В. Лохач // Путь и путевое хозяйство. — 2022. — № 6. — С. 25–28.
10. Гордиенко Е. П. Организации технического обслуживания транспорта на примере ЕК АСУИ / Е. П. Гордиенко // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2024»). — Воронеж: РГУПС. — 2024. — С. 44–47.
11. Новиков В. Г. Координатная система контроля и оповещения / В. Г. Новиков, И. И. Алабушев // Вестник ВНИИЖТ. — 2008. — № 1. — С. 45–48.
12. Новиков В. Г. Навигационно-информационные системы на железнодорожном транспорте / В. Г. Новиков // Вестник ВНИИЖТ. — 2012. — № 4. — С. 49–51.
13. Lee S. Developing a railway station safety control automation system / S. Lee, Y. Seo, D. Kim // Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. — 2017. — Vol. 11.
14. Locatelli G. Project characteristics and performance in Europe: An empirical analysis for large transport infrastructure projects / G. Locatelli, D. C. Invernizzi, N. J. Brookes // Transportation Research Part A: Policy and Practice. — 2017. — Pp. 108–122.
15. Michelberger F. Rare earth elements in railway infrastructure — potentials for an information system as a tool for operators and other stakeholders / F. Michelberger,

H. Grossberger, P. Judmaier // Transport problems. — 2015. — Vol. 10 (Special Edition).

16. Вяткин Р. В. Разработка макета мобильного приложения для Ивановского государственного политехнического университета / Р. В. Вяткин, О. И. Никитина // Молодые ученые — развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). — 2021. — № 1. — С. 639–642.

17. Зуева К. А. Сервисы для создания мобильных приложений / К. А. Зуева, В. Ю. Белаш // Дневник науки. — 2022. — № 4(64).

18. Сафронов А. И. Применение методологии дизайн-мышления к планированию перевозочного процесса на Московском метрополитене в интеллектуальной транспортной системе «АРМ Графиста» / А. И. Сафронов // Интеллектуальные транспортные системы. — М.: РУТ. — 2023. — С. 338–347. — DOI: 10.30932/9785002182794-2023-338-347.

19. Сидоренко В. Г. Применение современных технологий программирования к автоматизации планирования движения поездов метрополитена / В. Г. Сидоренко, А. И. Сафронов, К. М. Филипченко, М. А. Чжо // Автоматика на транспорте. — 2016. — Т. 2. — № 3. — С. 331–347.

20. Ликсин С. С. Сравнительный анализ шаблонов проектирования приложений с пользовательским интерфейсом / С. С. Ликсин, П. А. Лукошкин, С. В. Шибанов // Вестник Пензенского государственного университета. — 2021. — № 4(36). — С. 79–85.

21. Сафронов А. И. Способы проектирования эргономичных графических пользовательских интерфейсов для интеллектуальных транспортных систем / А. И. Сафронов // Интеллектуальные транспортные системы. — М.: РУТ. — 2024. — С. 385–394. — DOI: 10.30932/9785002446094-2024-385-394.

22. Сафронов А. И. Антология задач организации графического пользовательского интерфейса в интеллектуальной системе «АРМ Графиста» / А. И. Сафронов, У. А. Старовойтова // Интеллектуальные транспортные системы. — М.: РУТ. — 2022. — С. 326–337.

23. Сидоренко В. Г. Разработка информационного обеспечения для интеллектуального управления городскими рельсовыми транспортными системами / В. Г. Сидоренко, Л. Н. Логинова, А. И. Сафронов // Автоматика на транспорте. — 2023. — Т. 9. — № 2. — С. 178–192. — DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-02-178-192.

24. Логинова Л. Н. Направления развития подготовки бакалавров и магистров в области автоматизации, цифровизации и управления / Л. Н. Логинова, В. Г. Новиков, А. И. Сафронов // Информатизация образования и науки. — 2023. — № 4(60). — С. 58–68.

25. Cuervo E. MAUI: Making smartphones last longer with code offload / E. Cuervo, A. Balasubramanian, D. Cho, A. Wolman et al. // Conference: Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys 2010). — 2010. — DOI: 10.1145/1814433.1814441.

Дата поступления: 10.03.2025

Решение о публикации: 12.04.2025

Контактная информация:

БЕЛЫХ Егор Александрович — студент;

14bea20@mail.ru

САФРОНОВ Антон Игоревич — канд. техн. наук, доц.;

safronov-ai@mail.ru

СТАРОВОЙТОВА Ульяна Александровна —

начальник отдела системного анализа;

starovoytova@tvema.ru

A Mobile Application for Railway Infrastructure Diagnostics

E. A. Belykh¹, A. I. Safronov¹, U. A. Starovoitova²

¹Russian University of Transport, 9, bld 9, GSP-4, Obratsova Str., Moscow, 127994, Russian Federation

²JSC “Firm TVEMA”, 27, Nikulinskaya str., Moscow, 119602, Russian Federation

For citation: Belykh E. A., Safronov A. I., Starovoitova U. A. A Mobile Application for Railway Infrastructure Diagnostics // *Proceedings of Petersburg State Transport University*, 2025, vol. 22, iss. 2, pp. 553–565. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2025-2-553-565

Summary

Modern diagnostic and monitoring technologies for railway infrastructure play an important role in ensuring safety and contribute to improved efficiency of freight and passenger transportation. **Purpose:** To analyse national and international experience in the development of mobile workstations in order to assess the possibility of their application in the field of railway infrastructure diagnostics and of the reengineering of existing software and hardware solutions that do not meet modern requirements in terms of ergonomics, maintainability and scalability. **Methods:** A formal description of the project’s information support was carried out, the existing software for railway infrastructure diagnosis was re-engineered with its advantages and disadvantages demonstrated, and a data flow diagramme in Gein-Sarson notation was created to describe the technological process of a mobile workplace. **Results:** A prototype of an operator’s mobile workplace for diagnosing the condition of railway tracks and switches has been created. The created prototype has been launched on a standard smartphone with the Android operating system pre-installed, and its operation has been described. The conclusions have been drawn on the basis of the prototype results. **Practical significance:** The mobile workplace of the operator-controller monitoring the condition of railway tracks and switches is implemented on the basis of a stack of modern information technologies such as a cross-platform framework .NET MAUI, which provides the ability to run software in various operating systems.

Keywords: Railway infrastructure diagnostics, mobile workplace, technical system scalability, .NET MAUI framework application, track condition monitoring, switches’ condition monitoring.

References

1. Kostinskij G. I., Shlyakhovskiy K. L., Novikov V. G., Loginova L. N. Sistemy avtomaticheskogo beskontaktnogo vliyavleniya peregreva buks podvizhnogo sostava Moskovskogo metropolitena [Moscow Metro rolling stock axle boxes overheating automatic contactless detection Systems]. *Nauka i tekhnika transporta* [Science and technology of transport]. 2022, Iss. 1, pp. 52–56. (In Russian)
2. Dey A., Kurz J., Tenczynski L. Detection and evaluation of rail defects with non-destructive testing methods. 19th World Conference on Non-Destructive Testing, Munich: e-Journal of Nondestructive Testing, 2016, vol. 21(7). Available at: <https://www.ndt.net/?id=19511>.
3. Baranov L. A., Bestem’yanov P. F., Vygnanov A. A., Fironov A. N. Opyt i perspektivy podgotovki specialistov dlya vysokoskorostnogo dvizheniya [Training specialists for high-speed traffic experience and prospects]. *Avtomatika, svyaz, informatika* [Automation, communications, informatics]. 2024, Iss. 4, pp. 26–28. (In Russian)
4. Borodin A. F., Panin V. V., Prokof’eva E. S., Saybatalov R. F. Algoritmicheskie resheniya zadach effektivnogo ispolzovaniya i razvitiya zheleznodorozhnoj infrastruktury i perevozochnykh resursov [Railway infrastructure and transportation resources efficient use and development problems algorithmic solutions]. *Byulleten’ Ob’edinennogo uchenogo soveta OAO “RZD”* [JSC Russian Railways Bulletin]. 2019, Iss. 3, pp. 28–39. (In Russian)

5. Dyomin V. V. Razrabotka mobilnogo prilozheniya [Mobile application development]. *Nauka. Informatizatsiya. Tekhnologii. Obrazovanie* [Science. Informatization. Technologies. Education]. Ekaterinburg: RGPPU Publ., 2019, pp. 49–53. (In Russian)
6. Khasanov M. I. K slovu o rabote s programmnyim obespecheniem dlya mobilnykh ustroystv [Working with software for mobile devices]. *Strategicheskoe razvitie innovatsionnogo potentsiala otraslej, kompleksov i organizatsij* [Strategic development of the innovative potential of industries, complexes and organizations]. Penza: PGAU Publ., 2023, pp. 427–431. (In Russian)
7. Baktha K. Mobile Application Development: All the Steps and Guidelines for Successful Creation of Mobile App: Case Study. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, Vol. 6, Iss. 9, pp. 15–20.
8. Aparicio A., Sobrino N., Leitner M., Mäkinen K. et al. Adaptation of transport to climate change in Europe: Challenges and options across transport modes and stakeholders. *European Environment Agency Report*, 2014, Iss. 8.
9. Tarabrin V. F., Yurchenko E. V., Lokhach A. V. EK ASUI SDMI — tsifrovaya platforma dlya prediktivnogo analiza i upravleniya sostoyaniem zheleznodorozhnoy infrastruktury [EC ASUI SDMI — a digital platform for railway infrastructure state predictive analysis and management]. *Put' i putevye khozyajstvo* [Path and track facilities]. 2022, Iss. 6, pp. 25–28. (In Russian)
10. Gordienko E. P. Organizatsii tekhnicheskogo obsluzhivaniya transporta na primere EK ASUI [Organization of technical maintenance of transport by example EC ASUI]. *Transport: nauka, obrazovanie, proizvodstvo* [Transport: science, education, production]. Voronezh: RGUPS Publ., 2024, pp. 44–47. (In Russian)
11. Novikov V. G., Alabushev I. I. Koordinatnaya sistema kontrolya i opoveshheniya [Control and notification coordinate system]. *Vestnik VNIIT* [Bulletin of VNIIT]. 2008, Iss. 1, pp. 45–48. (In Russian)
12. Novikov V. G. Navigatsionno-informatsionnye sistemy na zheleznodorozhnom transporte [Navigation and information systems in railway transport]. *Vestnik VNIIT* [Bulletin of VNIIT]. 2012, Iss. 4, pp. 49–51. (In Russian)
13. Lee S., Seo Y., Kim D. Developing a railway station safety control automation system. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 2017, vol. 11.
14. Locatelli G. D., Invernizzi C., Brookes N. J. Project characteristics and performance in Europe: An empirical analysis for large transport infrastructure projects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2017, pp. 108–122.
15. Michelberger F., Grossberger H., Judmaier P. Rare earth elements in railway infrastructure — potentials for an information system as a tool for operators and other stakeholders. *Transport problems*, 2015, vol. 10 (Special Edition).
16. Vyatkin R. V., Nikitina O. I. Razrabotka maketa mobilnogo prilozheniya dlya Ivanovskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta [Mobile application layout development for Ivanovo State Polytechnic University]. *Molodye uchenye — razvitiyu Natsional'noy tekhnologicheskoy initsiativy (POISK)* [Young scientists for the development of the National Technology Initiative (SEARCH)]. 2021, Iss. 1, pp. 639–642. (In Russian)
17. Zueva K. A., Belash V. Yu. Servisy dlya sozdaniya mobil'nykh prilozheniy [Services for creating mobile applications]. *Dnevnik nauki* [Diary of science]. 2022, Iss. 4(64). (In Russian)
18. Safronov A. I. Primenenie metodologii dizayn-myshleniya k planirovaniyu perevozochnogo protsessa na Moskovskom metropolitene v intellektual'noy transportnoy sisteme “ARM Grafista” [Transportation process planning design-thinking methodology Application on the Moscow metro in the intelligent transport system “ARM Graphista”]. *Intellektualnie transportnie sistemy* [Intelligent transport systems]. Moscow: RUT Publ., 2023, pp. 338–347. DOI: 10.30932/9785002182794-2023-338-347. (In Russian)
19. Sidorenko V. G., Safronov A. I., Filipchenko K. M., Chzho M. A. Primenenie sovremennykh tekhnologiy programmirovaniya k avtomatizatsii planirovaniya dvizheniya poezdov metropolitena [Modern programming technologies application to metro train planning automation].

Avtomatika na transporte [Automation in transport]. 2016, vol. 2, Iss. 3, pp. 331–347. (In Russian)

20. Liksin S. S., Lukoshkin P. A., Shibano V. S. Sravnitel'nyy analiz shablonov proektirovaniya prilozheniy s pol'zovatel'skim interfeysom [Application design patterns with a user interface comparative analysis]. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Penza State University]. 2021, Iss. 4(36), pp. 79–85. (In Russian)

21. Safronov A. I. Sposoby proektirovaniya ergonomichnykh graficheskikh pol'zovatel'skikh interfeysov dlya intellektual'nykh transportnykh sistem [Designing ergonomic graphical user interfaces methods for intelligent transport systems]. *Intellektual'nye transportnye sistemy* [Intelligent transportation systems]. Moscow: RUT Publ., 2024, pp. 385–394. DOI: 10.30932/9785002446094-2024-385-394. (In Russian)

22. Safronov A. I., Starovoytova U. A. Antologiya zadach organizatsii graficheskogo pol'zovatel'skogo interfeysa v intellektual'noy sisteme “ARM Grafista” [Organizing a graphical user interface tasks anthology in the intelligent system “ARM Graphista”]. *Intellektual'nye transportnye sistemy* [Intelligent transportation systems]. Moscow: RUT Publ., 2022, pp. 326–337. (In Russian)

23. Sidorenko V. G., Loginova L. N., Safronov A. I. Razrabotka informatsionnogo obespecheniya dlya intellektual'nogo upravleniya gorodskimi rel'sovymi transportnymi sistemami [Information support development

for urban rail transport systems intelligent management]. *Avtomatika na transporte* [Automation in transport]. 2023, vol. 9, Iss. 2, pp. 178–192. DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-02-178-192. (In Russian)

24. Loginova L. N., Novikov V. G., Safronov A. I. Napravleniya razvitiya podgotovki bakalavrov i magistr v oblasti avtomatizatsii, tsifrovizatsii i upravleniya [Bachelor's and master's degree training development directions in the automation, digitalization and management field]. *Informatizatsiya obrazovaniya i nauki* [Informatization of education and science]. 2023, Iss. 4(60), pp. 58–68. (In Russian)

25. Cuervo E., Balasubramanian A., Cho D., Wolman A. et al. MAUI: Making smartphones last longer with code offload. Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys 2010), 2010. DOI:10.1145/1814433.1814441.

Received: March 10, 2025

Accepted: April 12, 2025

Author's information:

Egor A. BELYKH — Student; 14bea20@mail.ru

Anton I. SAFRONOV — PhD in Engineering, Associate Professor; safronov-ai@mail.ru

Ulyana A. STAROVOITOVA — Head of the System Analysis Department; starovoytova@tvema.ru