

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МОНИТОРИНГА ОПАСНОСТИ ВОЗМОЖНОГО РАЗМЫВА УЧАСТКОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты проектирования программного обеспечения в форме веб-приложения для мониторинга опасности возможного размыва участков земляного полотна и искусственных сооружений Улан-Баторской железной дороги, с учётом возможностей современных геоинформационных технологий, а также возможность мониторинга состояния искусственных сооружений (ИССО). Веб-приложение даёт возможность централизованно и оперативно информировать всех участников об изменении погодных условий и характеристиках пути. Для обеспечения безопасного и бесперебойного движения поездов железная дорога должна быть защищена от размывов. Размывы в летние месяцы являются серьёзным препятствием для ритмичной работы. В настоящее время, когда планируется серьёзное повышение размеров перевозок как местных, так и транзитных в направлении международного коридора Россия – Монголия – Китай, обеспечение сохранности грузов и пассажиров, безусловное выполнение графика движения поездов являются залогом повышения доходности работы дороги.

**Ключевые слова:** веб-приложение, геоинформационные технологии, размыв пути, выпавшие осадки, железнодорожный путь.

**T.K. Kirillova<sup>1</sup>, A.N. Znaidyuk, P.S. Pavlov**

<sup>1</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

## **DESIGNING A DIGITAL ECOSYSTEM OF TOURISM ACTIVITIES**

**Abstract.** The article considers the results of the design and development of software in the form of a web application for monitoring the danger of possible erosion of sections of the roadbed and artificial structures of the Ulaanbaatar railway, taking into account the capabilities of modern geoinformation technologies, as well as the possibility of monitoring the state of the ISSO. The web application makes it possible to centrally and promptly inform all participants about changes in weather conditions and path characteristics. To ensure the safe and uninterrupted movement of trains, the railway must be protected from washouts. Washouts in the summer months are a serious obstacle to rhythmic work. At present, when it is planned to seriously increase the size of both local and transit traffic in the direction of the international corridor Russia – Mongolia – China, ensuring the safety of goods and passengers, unconditional fulfillment of the train schedule are the key to increasing profitability.

**Keywords:** web application, geoinformation technologies, track erosion, precipitation, railway track.

**Введение.** Актуальной является задача автоматизации системы мониторинга опасности возможного размыва участков земляного полотна и искусственных сооружений, обеспечение безопасности во внештатных ситуациях дороги в соответствии с комплексом требований, таких, как минимизация времени реагирования, сокращение времени оповещения об инциденте и т.д. Вопросы проектирования веб-ориентированных архитектур программных решений на основе геоинформационных систем освещаются в трудах отечественных ученых и специалистов, среди которых Воробьева Г.Р. Автор указывает на преимущества визуализации объектов благодаря использованию геоинформационных технологий, которые предоставляют больше информации, чем другие известные системы или технологии. Важность этой функциональности подчеркивается динамическими свойствами и многоуровневым масштабированием геопространственного изображения. В научных работах сформулированы и теоретически обоснованы научные подходы к проблемам создания сервис-ориентированных программных решений [1,2].

**Постановка задачи.** Цель исследования – рассмотреть проектирование программного обеспечения в форме веб-приложения для мониторинга опасности возможного размыва участков земляного полотна и искусственных сооружений Улан-Баторской железной дороги. Задачами является осуществление проектирования программного обеспечения с учётом возможностей современных геоинформационных технологий, и обеспечением возможности

мониторинга состояния искусственных сооружений (ИССО). Разработка модели прогнозирования рисков размыва железнодорожного пути выполнена с использованием методики факторного анализа рисков размывов пути, предложенной специалистами службы пути АО «Улан-Баторская железная дорога» и доработанная специалистами университета путей сообщения в 2024 году [3].

Для обеспечения безопасного и бесперебойного движения поездов железная дорога должна быть защищена от размывов [5-6]. Размывы в летние месяцы являются серьезным препятствием для ритмичной работы УБЖД. В настоящее время, когда планируется серьезное повышение размеров перевозок по УБЖД как местных, так и транзитных в направлении международного коридора Россия – Монголия – Китай, обеспечение сохранности грузов и пассажиров, безусловное выполнение графика движения поездов являются залогом повышения доходности работы дороги [7].

Согласованная функциональность веб-приложения:

- при вводе данных об ожидаемом количестве осадков (ручной и автоматический ввод) программа прогнозирует места (участки дороги), где есть риск размыва пути с указанием степени опасности (жёлтая зона - средний уровень риска, оранжевая зона – опасная, с вероятностью размыва, красная зона – очень высокий уровень риска);

- выдавать рекомендации о необходимости принятия управленческих решений при оперативном планировании мероприятий;

- формирование отчёта в двух форматах в PDF, EXCEL;

- организация автоматических уведомлений о рисках размыва пути, выводимые на рабочий стол пользователя;

- ввод исходных данных в базу данных приложения осуществляется полностью специалистами УБЖД;

- рассылка публичных и личных сообщений пользователям;

- выдача отчётов и построение аналитических графиков за разные промежутки времени, возможность делать выборку по рисковому километрам дороги.

**Проектирование.** Этапы проектирование веб-приложения:

- проведен анализ предметной области и выбран стек технологий;

- осуществлено проектирование веб-приложения;

- разработан прототип интерфейса;

Для реализации веб-приложения выбран язык программирования Python, фреймворк Django, HTML, CSS. Системой управления базами данных (СУБД) был выбран PostgreSQL, так как это СУБД с открытым исходным кодом. С помощью PostgreSQL можно создавать, хранить базы данных и работать с данными с помощью запросов на языке SQL [9-12].

Алгоритм прогнозирования рисков размыва. Процесс начинается, с того, что гидрометцентр Монголии присылает прогноз погоды по участкам. Для корректной работы алгоритма данные необходимо обработать. После обработки полученные данные заносятся в базу данных и далее считаются, как динамические т.к. он изменяются каждый день. После обработки данных гидрометцентра, происходит подсчет рисков размыва железнодорожного пути. Для этого понадобится получить ранее внесённые данные и параметры объектов ИССО, после чего происходит подсчет риска размыва и занесения его в базу данных. В самом конце сотрудникам выдаются управленческие рекомендации в зависимости от балла. Блок схема представлена на рисунке 1.

Проект веб-приложения программы «Система контроля опасности размыва дороги» («СКОРД»), предполагается спроектировать с использованием геоинформационных систем (ГИС, географическая информационная система) — это компьютерные технологии, которые применяют для создания карт и оценки фактически существующих объектов, а также происшествий. Информация на карту наносится слоями, что позволяет любой слой данных добавить, или удалить, что делает обновление удобнее. Пользователь может указать место или объект на цифровой карте, чтобы найти информацию о нем.

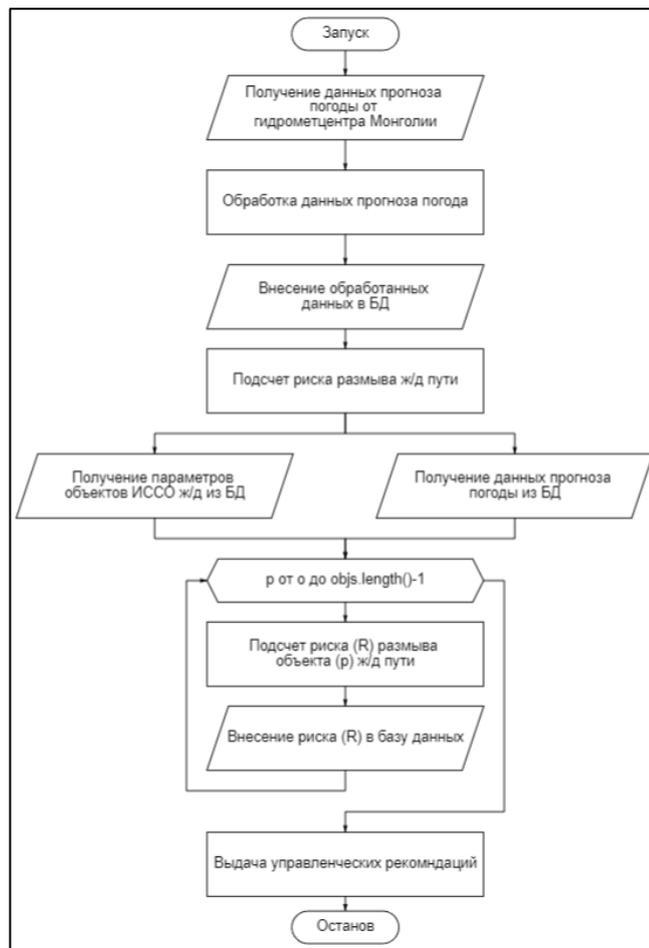


Рисунок 1. Блок схема алгоритма

Например, пользователь может щелкнуть на значок станции, чтобы узнать дополнительные количественные данные по ней (состояние земляного полотна, характеристика пути, наличие ИССО и т.п.) Характеристики железнодорожных станций, включенные в описательную часть программы, освещаются в трудах ученых [13-14]. Такие системы собирают, хранят и анализируют информацию, а также обеспечивают ее графическую интерпретацию, подобная логика реализована в базе данных мобильного приложения мониторинга технического состояния локомотива и ремонтных работ [15]. При запуске веб-приложения пользователя встречает форма входа в систему. Окно авторизации предоставляет пользователю возможность входить в систему имеет поля: «Логин», «Пароль». Также кнопка «Войти» и «Забыли пароль?», как показано на рисунке 2.

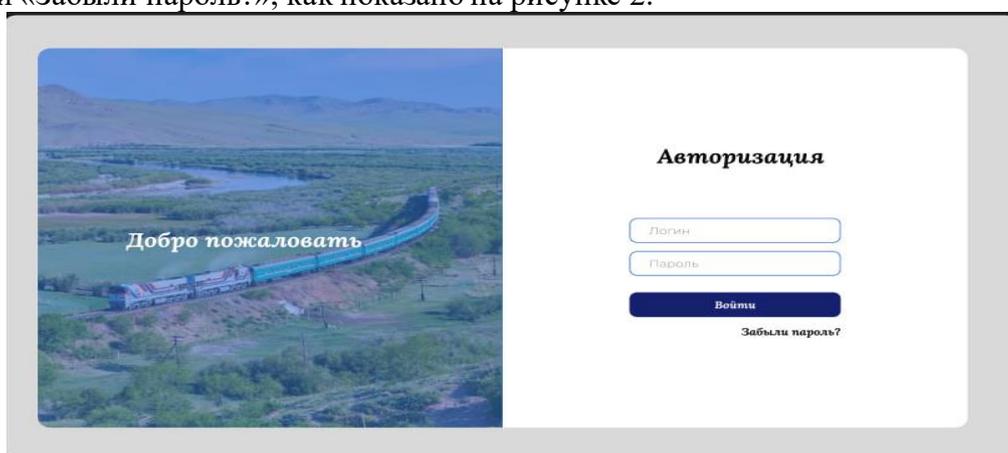


Рисунок 2. Страница входа в систему

Для визуализации объектов ИССО предусмотрена возможность прикреплять несколько фото и один видеоматериал на карту, рисунок 3.

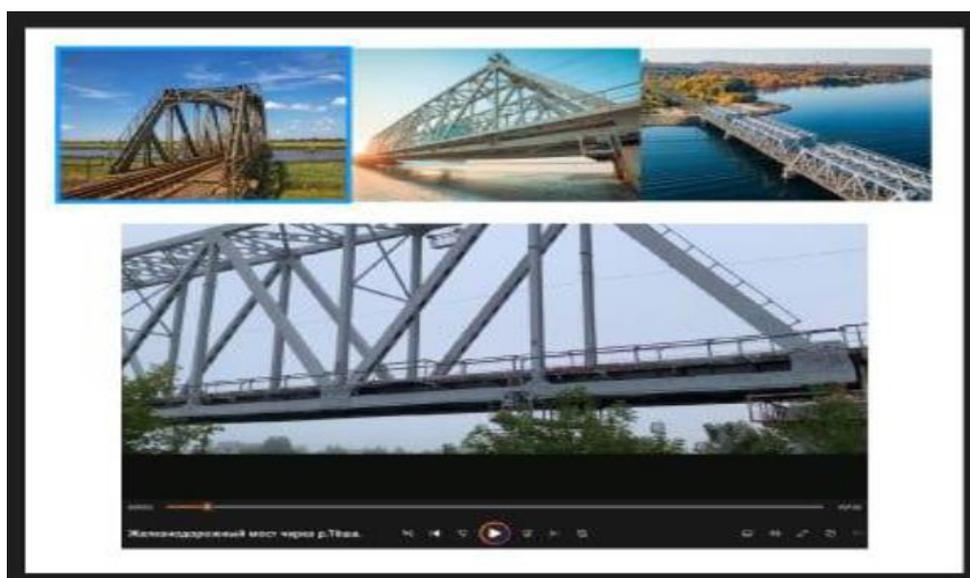


Рисунок 3. Пример функции визуализация ИССО

Окно с интерактивной картой и отметками участков, а также списком станций справа. При нажатии на маркер, отметка выделяется, а объект в списке станций разворачивается, как показано на рисунке 4.

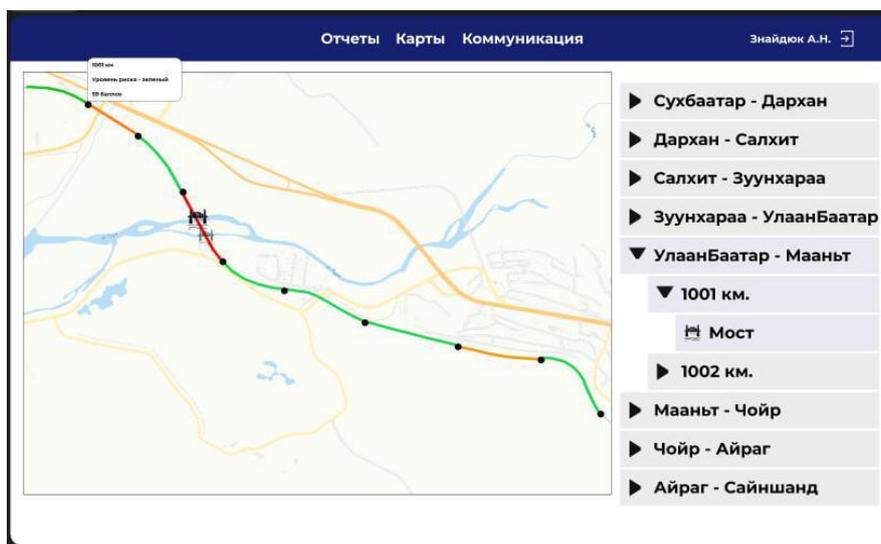


Рисунок 4. Функция «Нажатие на маркер»

**Заключение.** Веб-приложение дает возможность централизованно и оперативно информировать всех участников об изменении погодных условий и характеристиках пути. Внедрение веб-приложения даст следующие результаты и функции:

- формирование единой базы данных о техническом состоянии пути, сбор аналитики и последующая ее обработка;
- ремонтный персонал, сможет в режиме «онлайн» дать пояснения по устранению неисправности в пути следования;
- внедрение мессенджера позволит централизованно и оперативно отправлять информацию всем пользователям или выборочно по сформированным группам;
- уменьшение времени реагирования при наступлении опасных условий размыва пути;

- повышение эффективности мониторинга технического состояния пути;
- для руководителей есть возможность получения отчета в табличной и графической форме за выбранный календарный период.

Внедрение веб-приложения «Система контроля опасности размыва дороги», в долгосрочной перспективе повысит удобство работы благодаря упрощению процесса взаимодействия между работниками, единой базе данных, появится общее представление о всех инженерных сооружениях и других характеристиках пути.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воробьев А.В., Воробьева Г.Р. Геоинформационная система динамической пространственной кластеризации распределенных источников данных // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2023. № 64. С. 61-73.
2. Пудовик Б.Р., Пушкаревский Ю.С. Особенности проектирования изделий с использованием систем автоматизированного проектирования// Системы управления и обработки информации. 2018. № 4 (43). С. 86-90.
3. Перфильева Е.В., Мелехова А.Д., Благоразумова О.В., Подвербный В.А. Программа «Элегия» для принятия решения в условиях риска// Фундаментальные и прикладные исследования в условиях геополитической нестабильности. Материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2023. С. 11-14.
4. Кириллова Т.К. Управление рационализаторской деятельностью на Восточном полигоне как объект автоматизации // Экономика и предпринимательство. 2022. № 5 (142). С. 997-1000.
5. По приглашению Национального агентства по метеорологии и мониторингу окружающей среды Монголии делегация Забайкальского УГМС приняла участие в научно-практической конференции «Влияние изменений климата на режим и ресурсы трансграничных вод», которая состоялась в период 12–13 августа 2010 года в Монголии // URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/3890/> (дата обращения: 24.06.2023).
6. Балжир Мунхдэлгэр Организация и развитие грузовых перевозок на сети Монгольской железной дороги : диссертация кандидата технических наук. – М.: МГУПС (МИИТ), 2015. – 129 с
7. Программа технической модернизации и развития АО «УБЖД» на период 2014 – 2020 годы / ОАО «ИЭРТ», ИПИИ «Иркутскжелдорпроект» – филиал ОАО «Росжелдорпроект», 2013. – 5 этап. – Том 2. – ПЗ. – Часть 1. – 263 с.
8. Абасова Н.И., Доржиева Э.Л., Кириллова Т.К., Нитежук М.С. Разработка информационной системы для управления программными проектами предприятия //Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2022. № 4. С. 3-9.
9. Lyashenko I.I. About the use of case-technologies in the process of designing information systems//Вестник Инновационного Евразийского университета. 2022. № 2 (86). С. 126-133.
10. Кряжева Е.В., Дерезглазов К.Ю. Проектирование интерфейса и выбор технологий реализации для веб-приложения «Путеводитель по городу» //Заметки ученого. 2021. № 13. С. 62-68.
11. Аршинский В.Л., Аршинский Л.В., Доржсурэн Х. Методика агрегированной оценки состояния производственно-экономической системы на примере станции Улан-Баторской железной дороги // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 2 (133). С. 34-44.
12. Аршинский В.Л., Аршинский Л.В., Доржсурэн Х. Проблемы формирования и использования баз знаний при логико-аксиологической оценке систем на примере железнодорожной станции // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2018. Т. 1. С. 390-396.

13. Аршинский Л.В., Хишигсурен Д. Разработка онтологии для агрегированного оценивания качества функционирования станции Улан-Баторской железной дороги //Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2017. Т. 1. С. 396-401.

14. Бурэн-Итгэл Г. Повышение эффективности использования автономных локомотивов для грузоперевозок на железных дорогах Монголии [Текст] дис. ... канд. техн. наук: 2.4.2 /Гантумур Бурэн-Итгэл Московский энергет. институт М. – 2022. – 131 с.

15. Мунгунхуяг Г., Кириллова Т.К. Проектирование мобильного приложения мониторинга технического состояния локомотива и ремонтных работ ТО-2 на Улан-Баторской железной дороге// Молодая наука Сибири. 2023. № 3 (21). С. 123-129.

## REFERENCES

1. Vorob'ev A.V., Vorob'eva G.R. Geoinformacionnaya sistema dinamicheskoy prostranstvennoj klasterizacii raspredelennyh istochnikov dannyh // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika. 2023. № 64. P. 61-73.

2. Pudovik B.R., Pushkarevskij Yu.S. *Osobennosti proektirovaniya izdelij s ispol'zovaniem sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Sistemy upravleniya i obrabotki informacii]. 2018. № 4 (43). P. 86-90.

3. Perfil'eva E.V., Melekhova A.D., Blagorazumova O.V., Podverbnyj V.A. Programma «Elegiya» dlya prinyatiya resheniya v usloviyah riska// Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v usloviyah geopoliticheskoy nestabil'nosti. Materialy XXIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Rostov-na-Donu, 2023. S. 11-14.

4. Kirillova T.K. *Upravlenie racionalizatorskoj deyatel'nost'yu na Vostochnom poligone kak ob'ekt avtomatizacii* [Ekonomika i predprinimatel'stvo]. 2022. № 5 (142). S. 997-1000.

5. Po priglazheniyu Nacional'nogo agentstva po meteorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy Mongolii delegaciya Zabajkal'skogo UGMS prinyala uchastie v nauchno-prakticheskoy konferencii «Vliyanie izmenenij klimata na rezhim i resursy transgranichnyh vod», kotoraya sostoyalas' v period 12–13 avgusta 2010 goda v Mongolii // URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/3890/> (data obrashcheniya: 24.06.2023).

6. Balzhir Munhdelger Organizaciya i razvitie gruzovyh perevozok na seti Mongol'skoj zheleznoj dorogi : dissertaciya kandidata tekhnicheskikh nauk. – M.: MGUPS (MIIT), 2015. – p. 129

7. Programma tekhnicheskoy modernizacii i razvitiya AO «UBZhD» na period 2014 – 2020 gody / OAO «IERT», IPII «Irkutskzheldorproekt» – filial OAO «Roszheldorproekt», 2013. – 5 etap. – Tom 2. – PZ. – Chast' 1. – 263

8. Abasova N.I., Dorzhieva E.L., Kirillova T.K., Nitezhuik M.S. *Razrabotka informacionnoj sistemy dlya upravleniya programmnyimi proektami predpriyatiya* [Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment]. 2022. № 4. P. 3-9.

9. Lyashenko I.I. *About the use of case-technologies in the process of designing information systems*. [Vestnik Innovacionnogo Evrazijskogo universiteta]. 2022. № 2 (86). P. 126-133.

10. Kryazheva E.V., Dereglazov K.Yu. *Proektirovanie interfejsa i vybor tekhnologij realizacii dlya veb-prilozheniya «Putevoditel' po gorodu»* [Zametki uchenogo]. 2021. № 13. P. 62-68.

11. Arshinskij V.L., Arshinskij L.V., Dorzhsuren H. *Metodika agregirovannoj ocenki sostoyaniya proizvodstvenno-ekonomicheskoy sistemy na primere stancii Ulan-Batorskoj zheleznoj dorogi*. [Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta]. 2018. T. 22. № 2 (133). P. 34-44.

12. Arshinskij V.L., Arshinskij L.V., Dorzhsuren H. *Problemy formirovaniya i ispol'zovaniya baz znanij pri logiko-aksiologicheskoy ocenke sistem na primere zheleznodorozhnoj stancii* [Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona]. 2018. T. 1. S. 390-396.

13. Arshinskij L.V., Hishigsuren D. *Razrabotka ontologii dlya agregirovannogo ocenivaniya kachestva funkcionirovaniya stancii Ulan-Batorskoj zheleznoj dorogi*. [Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona]. 2017. T. 1. S. 396-401.

14. Buren-Itgel G. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya avtonomnyh lokomotivov dlya gruzoperevozok na zheleznyh dorogah Mongolii*. dis. ... kand. tekhn. nauk: 2.4.2 /Gantumur Buren-Itgel Moskovskij energet. institut M. – 2022. – 131 P.

15. Mungunhuyag G., Kirillova T.K. *Proektirovanie mobil'nogo prilozheniya monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya lokomotiva i remontnyh rabot TO-2 na Ulan-Batorskoj zheleznoj doroge*. [Molodaya nauka Sibiri]. 2023. № 3 (21). P. 123-129.

#### **Информация об авторах**

*Кириллова Татьяна Климентьевна* - заведующий кафедрой «Информационные системы и защита информации», доцент, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kirillova\_tk@irgups.ru

*Знайдюк Алексей Николаевич* - студент 4 курса направления подготовки «Программная инженерия», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [Znaidyuk00@gmail.com](mailto:Znaidyuk00@gmail.com)

*Павлов Павел Сергеевич* - студент 4 курса направления подготовки «Информационные системы и технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: Kakadyfff@mail.ru

#### **Authors**

*Kirillova Tatiana Klimentevna*, Head of the ISiZI Department, Associate Professor, Irkutsk State University of Railway Transport, Irkutsk, e-mail: kirillova\_tk@irgups.ru

*Znaidyuk Alexey Nikolaevich*, 4th year student of the direction of training "Software Engineering", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [Znaidyuk00@gmail.com](mailto:Znaidyuk00@gmail.com)

*Pavlov Pavel Sergeevich*, 4th year student of the direction of training "Information systems and technologies", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: Kakadyfff@mail.ru.

#### **Для цитирования**

Кириллова Т.К., Знайдюк А.Н., Павлов П.С. Проектирование веб-приложения мониторинга опасности возможного размыва участков железной дороги на основе геоинформационных технологий // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2024. – №2. – С.23-30. – Режим доступа: <http://ismm-irgups.ru/toma/222-2024>.

#### **For citations**

Kirillova T.K., Znaidyuk A.N., Pavlov P.S. *Proektirovanie veb-prilozheniya monitoringa opasnosti vozmozhnogo razmyva uchastkov zheleznoj dorogi na osnove geoinformacionnyh tekhnologij* // «Informacionnye tekhnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami»: elektron. nauch. zhurn. – 2024. – №2. – S.23-30. – Rezhim dostupa: <http://ismm-irgups.ru/toma/222-2024>