

Роботизация технологии допуска бригад к выполнению путевых работ в единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой

Т. Н. Асалханова, И. Г. Карпов, С. Ю. Лагерев✉

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

✉ lagerev.sergey@gmail.com

Резюме

В статье рассматриваются проблемы, которые возникают при организации технологических процессов производства путевых работ в дистанциях пути, в том числе с учетом интеграции данных из различных информационных систем управления в Единую корпоративную автоматизированную систему управления инфраструктурой. В результате проведения исследования выявлено, что при выходе на работу путевых бригад происходят большие потери рабочего времени руководителей среднего звена, рабочих, диспетчеров дистанции пути из-за оформления допуска бригад к выполнению работ в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой. Допуск бригад к выполнению путевых работ связан с проверкой наличия предупреждений в автоматизированной системе выдачи и отмены предупреждений, предоставления согласованного технологического «окна» в автоматизированной системе планирования и выполнения «окон», предупреждений ограничения скорости движения подвижного состава. Проверки проводит диспетчер дистанции пути как в системе Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой, так и в вышеуказанных системах, так как имеются разногласия в данных, что увеличивает время на оформление допуска бригад. Кроме того, мастер дорожный должен проверить контрольные параметры технолого-нормировочных карт, которые указаны в рабочих заданиях, диспетчер – наличие плановых сигналистов, исполнителей работ в соответствии с нормами времени, а для этого необходимо провести сверку данных в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой с фактическим наличием работников. Такие операции не исключают человеческий фактор: отвлечение диспетчера или мастера дорожного от проверок, ошибок при сравнении информации в разных системах, повторные проверки и т.п. Это увеличивает трудоемкость оформления допуска бригад к проведению путевых работ и снижает производительность труда работников дистанции пути. Эти обстоятельства и обусловили актуальность проводимых исследований, и разработку предложений по оптимизации процесса допуска бригад к выполнению путевых работ с использованием цифровых технологий.

Ключевые слова

Единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой, диспетчер, дистанция пути, допуск, железнодорожный путь, инфраструктурный комплекс, путевые работы, роботизация, технологический процесс, текущее содержание пути, цифровые технологии, РРА

Для цитирования

Асалханова Т. Н. Роботизация технологии допуска бригад к выполнению путевых работ в единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой / Т. Н. Асалханова, И. Г. Карпов, С. Ю. Лагерев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 1 (73). С. 54–63. DOI 10.26731/1813-9108.2022.1(73).54-63.

Информация о статье

поступила в редакцию: 22.10.2021 г.; поступила после рецензирования: 24.11.2021 г.; принята к публикации: 21.01.2022 г.

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания по государственной работе «Проведение прикладных научных исследований» по теме «Анализ факторов, влияющих на процессы управления путевым комплексом и автоматизацию этих процессов» № 121050600027-6 от 06.05.2021 г., руководитель Дмитрий Александрович Ковенькин.

Robotization of track crews admission technology in a unified corporate automated infrastructure management system

T. N. Asalkhanova, I. G. Karpov, S. Yu. Lagerev✉

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉ lagerev.sergey@gmail.com

Abstract

The article considers the problems that arise while organizing of technological processes of track works in track sections, including the integration of data from various information management systems into a single corporate information system of infrastructure

management. The study revealed that in the work of track crews, large working time losses of middle managers, workers and dispatchers of track sections take place associated with the registration of the work permit of crews in the single corporate information system of infrastructure management. The admission of crews to the execution of track works involves checks for existing warnings in the automated system of issuing and cancelling warnings, the provision of the agreed technological "window" in the automated system of planning and execution of "windows" and warnings to limit the rolling stock speed. Checks are carried out by the dispatcher of the track section both in the single corporate information system of infrastructure management and in the above systems, as there are discrepancies in the data, which increases the time for registration of admittance of crews. In addition, the road foreman must check the control parameters of the technical and normative maps, which are specified in the work tasks, the dispatcher - the availability of planned signalers, executors of works in accordance with the time standards, and this requires the data reconciliation in the single corporate information system of infrastructure management with the actual presence of workers. Such operations do not rule out the human factor - the distraction of the dispatcher or road foreman during the checks, errors in comparing data in different systems, repeated checks, etc., which increases the labor volume of team registration for track works and reduces the productivity of the distance employees. These circumstances have conditioned the relevance of the conducted research and development of proposals to improve the conditions of the admission of crews to carry out track works using digital technologies.

Keywords

Unified corporate automated infrastructure management system, railway dispatcher, track section, clearance, railroad track, infrastructure complex, track operations, robotization, process, current track maintenance, digital technology, RPA

For citation

Asalkhanova T. N., Karpov I. G., Lagerev S. Yu. Robotizatsiya tekhnologii dopuska brigad k vypolneniyu putevykh rabot v edinoi korporativnoi avtomatizirovannoi sisteme upravleniya infrastrukturoi [Robotization of track crews admission technology in a unified corporate automated infrastructure management system]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2022, No. 1 (73), pp. 54–63. – DOI: 10.26731/1813-9108.2022.1(73).54-63

Article Info

Received: 22.10.2021; revised: 24.11.2021; accepted: 21.01.2022.

Acknowledgement

The work was carried out within the framework of the state task on state work "Conducting applied scientific research" on the topic «Analysis of factors affecting the management processes of the track complex and automation of these processes» No. 121050600027-6 06.05.2021, head Dmitriy Aleksandrovich Kovenkin.

Введение

При организации текущего содержания железнодорожного пути предусматривается выполнение работ по устранению неисправностей, которые могут привести к нарушению целостности пути. При этом необходимо предусмотреть все условия для обеспечения бесперебойного движения поездов, соблюдая безопасные условия труда для работников инфраструктуры, которые выходят на путь для проведения путевых работ [1–6].

Ежедневная работа структурных подразделений инфраструктурного комплекса по текущему содержанию пути связана с выполнением поставленных задач по текущему содержанию пути и сооружений, устранению неисправностей пути, выявленных различными средствами мониторинга и диагностики [6, 7]. В настоящее время дистанции пути планируют работы, создают инциденты, формируют рабочие задания (РЗ) и ведут учет фактического выполнения работ в единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой (ЕК АСУИ) [8]. Для структурных

подразделений путевого хозяйства в системе разработаны несколько функциональностей и подсистем по допуску бригад к путевым работам, модификации функции подтверждения диспетчером дистанции пути (ПЧД) выполнения работ с ограничениями скорости до 60 км/м и менее [9].

Для исследования проблем организации путевых работ, потерь рабочего времени специалистов дистанции пути при работе с системой ЕК АСУИ проводился анализ на дистанциях пути Восточно-Сибирской дирекции инфраструктуры с 2019 по 2021 гг.

Технология допуска бригад к путевым работам в системе Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой

В соответствии с нормативными документами ОАО «РЖД» в путевом хозяйстве введена комплексная система обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений, а также разработан переход от планово-предупредительных ремонтов к проведению технического обслуживания пути по его факти-

ческому состоянию с учетом эксплуатационных условий [10]. Для выполнения работ, связанных с нарушением целостности рельсовой колеи, обязательно необходим допуск бригад с соблюдением всех контрольных параметров [11].

Ведение контрольных параметров по допуску путевых бригад к работам реализовано в приложении ЕК АСУИ – «Нормы времени». Параметры допуска могут быть введены как по типовым нормам времени технологонормировочным картам (ТНК), так и по местным ТНК, составленным дистанцией пути с учетом местных условий.

Полномочия по допуску бригад к путевым работам в системе предоставлены ПЧД, а проверку контрольных параметров он осуществляет с дорожными мастерами по эксплуатационным участкам (рис. 1) [9].



Рис. 1. Проверка контрольных параметров
Fig. 1. Checking the control parameters

При допуске бригад к выполнению путевых работ диспетчером и мастером дорожным учитываются особенности технологических процессов производства работ, выданные предупреждения, в том числе должны ли производиться работы в технологические «окна» [2, 4].

Диспетчер должен разрешать выезд бригады на линию, когда имеются:

- назначение руководителя, имеющего право руководства бригадой;
- доклада руководителя производства работ о получении им целевого инструктажа по охране труда, количественном составе бригады и назначенных сигналистах, времени выезда к месту производства работ;
- проверка наличия предупреждения в автоматизированной системе ввода и отмены предупреждения (АСУ ВОП);
- проверки наличия согласованного технологического «окна» в автоматизированной системе оперативного анализа планирования и выполнения «окон» (АС АПВО) (рис. 2) [11].

В течение рабочего дня диспетчер должен знать, где на его участке находятся работающие бригады, вести учет с записью в журнале произвольной формы о месте их нахождения.

Выборочно в течение рабочей смены проверять местонахождение работающих бригад (не менее трех раз), применяя все имеющиеся средства связи, и докладывать руководителю дистанции пути обо всех происшествиях и других внештатных ситуациях [5, 11].

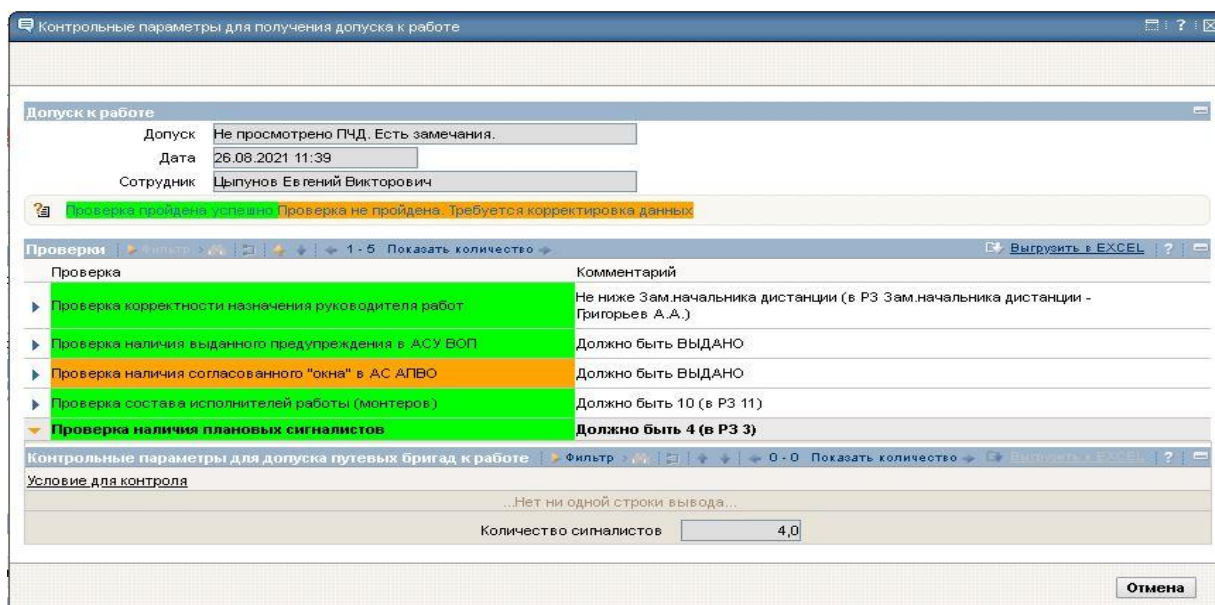


Рис. 2. Проверка параметров в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой
Fig. 2. Checking the parameters in the single corporate automatized system of infrastructure management

Анализ работы в системе Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой

Анализ трудозатрат по работе с ЕК АСУИ показал, что ежедневно диспетчер формирует в системе от 10 до 20 допусков к выполнению ремонтно-путевых работ с нарушением целостности рельсовой колеи и проверяет корректность заполнения контрольных параметров в рабочих заданиях, на что тратится до двух часов работы (рис. 3).

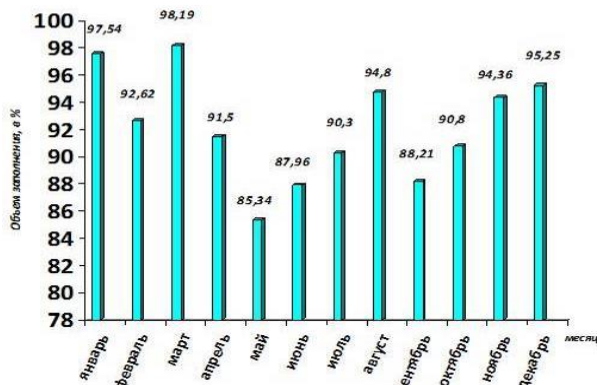


Рис. 3. Анализ статистики ошибок по допуску бригад в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой

Fig. 3. Analysis of error statistics for the admission of teams in the single corporate automatized system of infrastructure management

С 2021 г. в систему добавлена возможность для ПЧД и дорожных мастеров выявляе-

ния инцидентов с ограничением скорости до 60 км/ч и менее, полученных от путеизмерительных вагонов, а также зарегистрированных вручную с источников «Путеизмерение». Автоматически информация о данных в инцидентах передается на мобильное рабочее место (МРМ) мастера дорожного. После этого инциденты принимаются в работу мастером. В типовой системе управления инцидентами (ТСИ) ЕК АСУИ передаются дополнительные статусы и информация об ответственном сотруднике, дате и времени начала, окончания работы, фото до и после выполнения работы, подтверждение геопозиции руководителя работ на начало/завершение работы (рис. 4).

В поле «Ответственный» в карточке инцидента отражается пользователь МРМ, который принял в работу инцидент или начал работу с инцидентом. Как правило, пользователь МРМ – это мастер дорожный.

Инциденты, переданные на МРМ, в системе имеют определенную цветовую палитру (рис. 5).

Подтверждено ПЧД
Завершено в МРМ
В работе на МРМ

Рис. 5. Цветовая легенда инцидентов в мобильном рабочем месте

Fig. 5. Color legend of incidents in mobile working place

Если диспетчер отклонил выполнение работы, то инцидент повторно передается в ра-

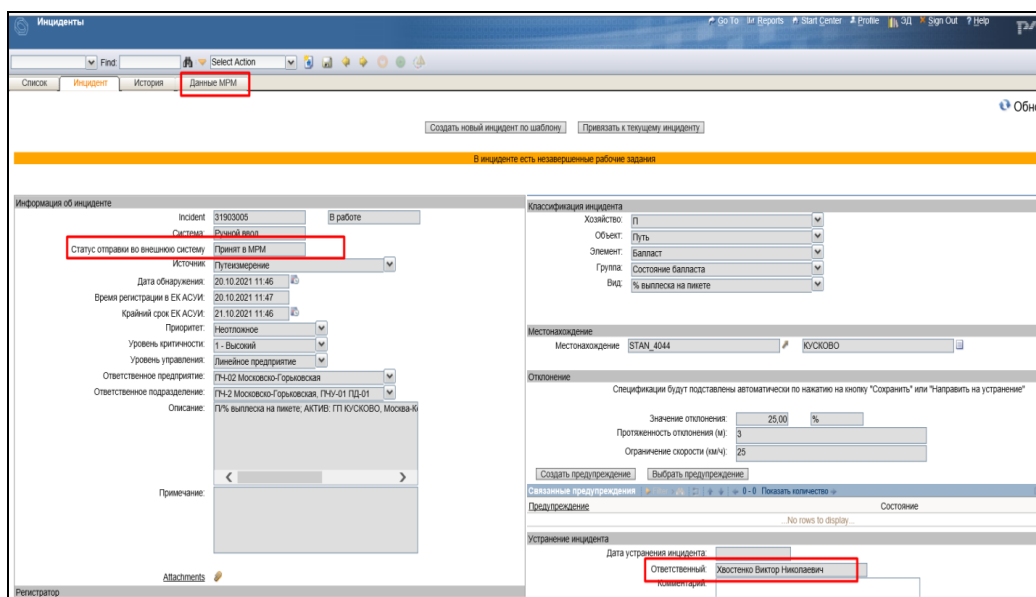


Рис. 4. Отражение в карточке инцидентов и передача данных на мобильное рабочее место

Fig. 4. Reflection in the incident card and data transfer to the mobile working place

боту на МРМ (из статуса «Отклонено ПЧД»). После этого мастером дорожным проводится корректировка, работа выполняется, и вновь данные передаются в ЕК АСУИ со статусом «Завершено в МРМ». Диспетчер повторно подтверждает или отклоняет выполнение работы.

В результате проведенного анализа работы диспетчера в системе ЕК АСУИ выявлены следующие проблемы:

- основная доля ошибок приходится на отсутствие в ЕК АСУИ выдаваемых предупреждений, зарегистрированных в АСУ ВОП на выполнение работ по текущему содержанию пути, что приводит к дополнительным сравнениям двух систем и ручному вводу данных в РЗ из АСУ ВОП;

- отсутствие некоторых заявок на «окна» в ЕК АСУИ, так как не полностью проводится интеграция данных из системы АС АПВО, что также приводит к корректировке данных в РЗ и созданию заявки на «окна»;

- иногда наблюдается нарушение состава исполнителей, то есть мастер дорожный или распределитель работ допустили ошибки при формировании РЗ в системе;

- в отдельных случаях в РЗ, заявленное количество монтеров не соответствует ТНК, в том числе по разрядности выполняемой работы, что тоже говорит о невнимательности при формировании РЗ (человеческий фактор).

Таким образом, диспетчер следит не только за информацией, которая должна интегрироваться из других систем, но и проверяет внимательность исполнителей. Это существенно влияет на работу диспетчера и увеличивает

количество рутинных операций.

Кроме вышеперечисленных трудозатрат в системе ЕК АСУИ, выявлены и другие рутинные операции, которые выполняет диспетчер по внесению данных в разные автоматизированные системы управления. Это связано с тем, что существуют проблемы с интеграцией данных в режиме реального времени из баз, с которыми работает диспетчер, приходится дублировать информацию в разные системы, что приводит к сокращению времени на оперативное управление дистанцией пути.

Затраты рабочего времени по работе в системе ЕК АСУИ у дорожного мастера тоже достаточно высоки: проверка контрольных параметров, подтверждение и контроль инцидентов, формирование РЗ (рис. 6).

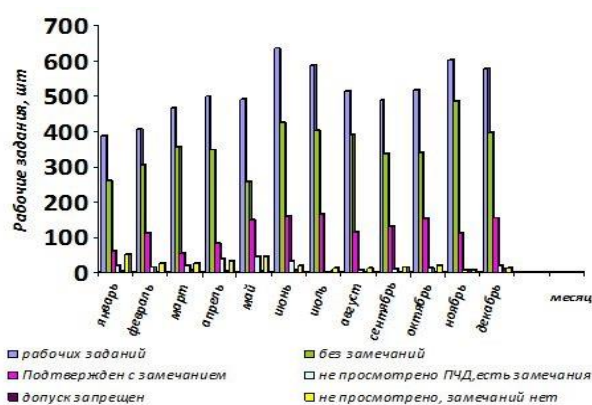


Рис. 6. Анализ рабочих заданий в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой по одной из дистанций пути в 2020 г.
Fig. 6. Analysis of work assignments in single corporate automated system of infrastructure management for one of the track maintenance department for 2020

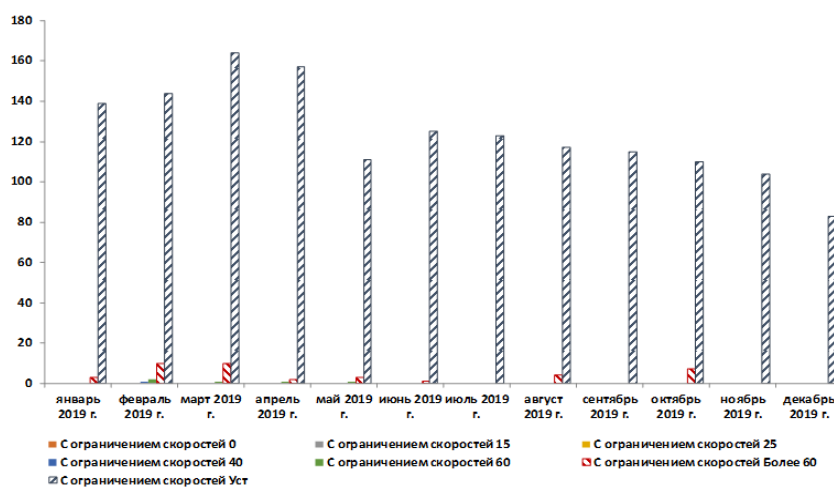


Рис. 7. Анализ инцидентов с ограничением скоростей на участке дистанции пути в 2019 г.
Fig. 7. Analysis of speed limit incidents on the section of the track distance in 2019

Ежедневно мастер дорожный в системе создает и закрывает от 20 до 140 РЗ, а проверяет и закрывает инциденты с ограничением скоростей значительно больше (рис. 7).

Данные обстоятельства приводят к отвлечению дорожного мастера от организации и контроля проведения путевых работ. Трудозатраты оцениваются более чем в 3 часа, то есть 25% рабочего времени уходит на работу в системе.

Учитывая, что в ЕК АСУИ приходится заходить несколько раз, то возникают еще потери времени на ожидание отклика системы, формирование отчетов (особенно после 12 часов местного времени). Отчеты из системы загружаются в электронные таблицы MS Excel со шрифтом в 6 пунктов, что приводит к необходимости переформатировать отчетные формы, так как они нечитабельны, на это также уходит много времени. Диспетчеру необходимо постоянно осуществляет контроль за системой, чтобы не возник тайм-аут, иначе придётся терять время на вход в систему заново. В результате этого у диспетчера и мастеров возникают непроизводительные потери, которые не позволяют повысить эффективность их работы.

Потери рабочего времени на работу с системой возникают и у других работников дистанции пути – распределителей работ, контролёров по состоянию пути, инженеров производственно-технических отделов и других специалистов, руководителей дистанций пути, специалистов и руководителей служб дирекций инфраструктуры.

Предложения по улучшению технологии допуска бригад к выполнению путевых работ

Цифровая трансформация ОАО «РЖД», которая проводится в холдинге, позволила пересмотреть и бизнес-процессы, связанные с техническим обслуживанием элементов верхнего строения пути. Особенно это актуально на Восточном полигоне в условиях повышенных нагрузок на путь – в связи с увеличением длины и веса подвижного состава (планируется запуск поездов массой до 7100 т и грузовых вагонов на 3-4-осных тележках), скорости движения, сокращением интервалов между поездами, снижением возможностей дистанциям пути проводить некоторые плановые виды работ в короткие промежутки времени между поездами. Данные обстоя-

тельства значительно влияют на повышение нагрузки на всех работников путевого хозяйства в организации, планировании и контроле за выполнением путевых работ.

Будущее формирование путевого хозяйства требует и пересмотра вопросов планирования и организации путевых работ с точки зрения оптимизации технологических процессов, снижения рутинных операций, увеличения производительности труда работников, усовершенствования информационных систем управления, в том числе системы ЕК АСУИ, для эффективного принятия управленческих решений и формирования новых моделей управления путевым хозяйством [12, 13].

В рамках реализации Комплексной программы инновационного развития холдинга «РЖД» предусмотрены задачи внедрения программных роботов (RPA), которые уже начали выполнять стандартные операции [14]. Например, в 2021 г. зарегистрировано несколько программ-сценариев для программных роботов с целью тестирования взаимодействия систем КАС АНТ с ЕК АСУИ, ТС-2 и ТСИ ЕК АСУИ. Программы содержат файлы сценариев, в которых прописаны алгоритмы исполнения заданного набора операций бизнес-процессов. Программные роботы предназначены для выполнения операций передачи данных между смежными автоматизированными системами (АС) ОАО «РЖД» вместо пользователей этих систем [15, 16].

Для снижения непроизводительных потерь рабочего времени диспетчера, мастера дорожного при работе с системой ЕК АСУИ, в частности по допуску бригад к путевым работам, организации и контролю за выполнением путевых работ, предлагаем дальнейшее развитие системы ЕК АСУИ в части внедрения технологии роботизации RPA.

На примере внедрения программных роботов взаимодействия систем КАС АНТ и ЕК АСУИ, ТСИ и ТС-2, технология RPA не нарушит работу системы ЕК АСУИ, но интегрирует данные по предупреждениям, отказам, предоставлению «окон» из других систем в режиме реального времени и снижает нагрузку на работников по вводу и проверке информации между системами [17].

RPA (автоматизация рутинных операций) – это цифровая технология, основанная на внедрении программных роботов в информационно-аналитических системах [18].

RPA позволит в системе выполнять следующие действия: автоматически формировать РЗ из инцидентов; заполнять информацию в РЗ, включая выбор ТНК; взаимодействовать с различными автоматизированными системами, почтой; сравнивать и проверять в нескольких приложениях данные; осуществлять автоматизированную проверку информации, вводимой человеком; регистрировать завершение РЗ по сообщению руководителя работ [14 – 19].

На рис. 8 представлен алгоритм внедрения технологии RPA в ЕК АСУИ, разработанный авторами, с учетом создания сквозного бизнес-процесса по допуску бригад к путевым работам.

Заключение

В последнее время в компании широко внедряется фабрика роботов в различных хозяйствах. Разработано и внедрено более 1000 проектов, которые показали значительные результаты по повышению эффективности использования цифровых технологий отечественных разработок и снижению рутинных операций (автоматизировано более 980 операций), при этом скорость обработки данных существенно возросла по сравнению с работой специалистов в информационных системах.

В результате внедрения цифровой технологии RPA в систему ЕК АСУИ, а в дальнейшем и искусственного интеллекта, возможно значительно повысить производительность

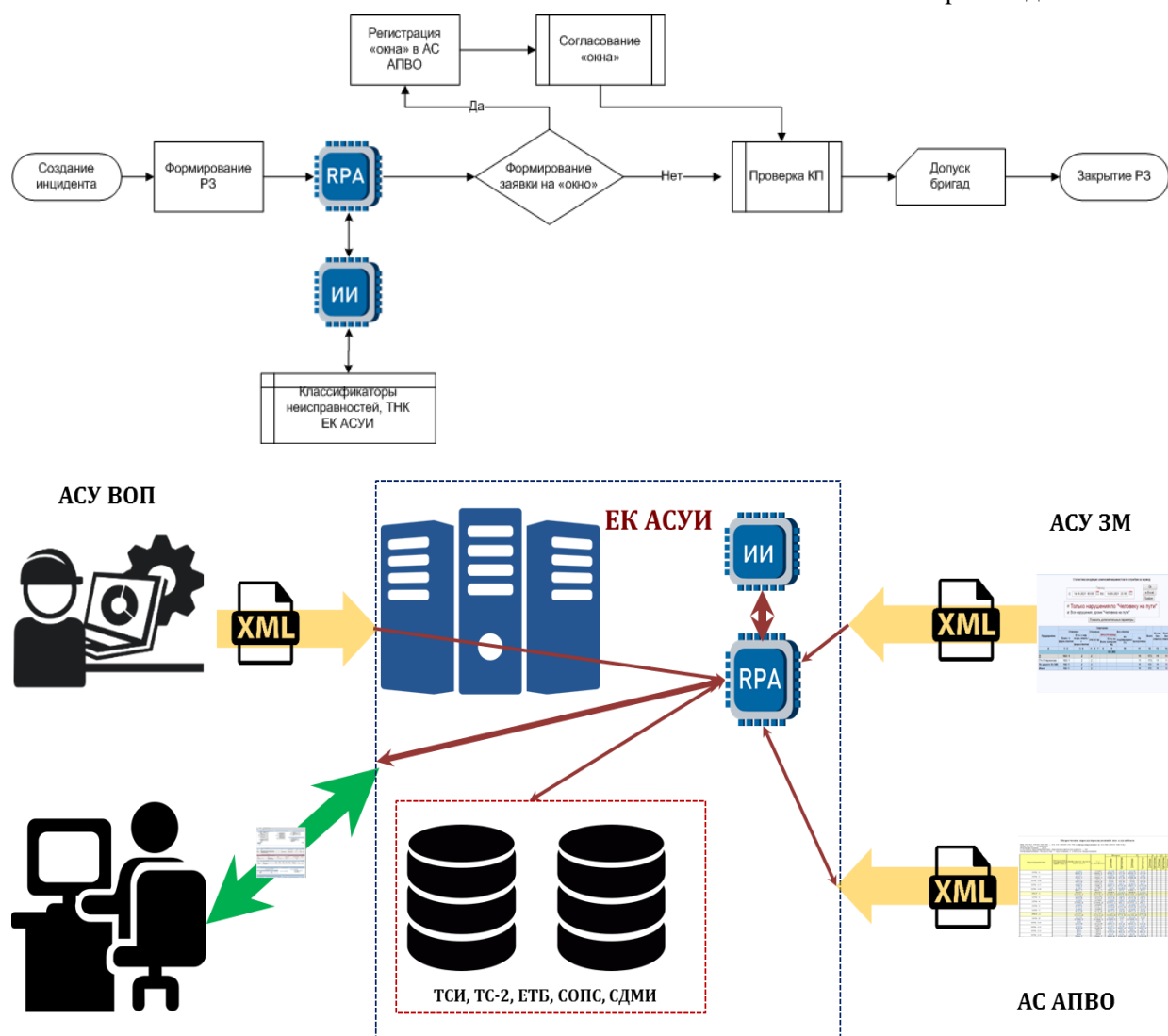


Рис. 8. Алгоритм внедрения RPA в Единую корпоративную автоматизированную систему Управления инфраструктурой

Fig. 8. The algorithm for implementing RPA into the single corporate automatized system of infrastructure management

труда работников путевого хозяйства и других хозяйств, обслуживающих объекты железнодорожной инфраструктуры, за счет снижения рутинных операций (не менее 15%), отказа от дублирования информации в разные системы и на бумажные носители, исключения влияния человеческого фактора на ввод информации в систему, а также получение достоверных данных о состоянии железнодорожного пути из одного источника – ЕК АСУИ.

Роботизация технологий допуска бригад к выполнению путевых работ, организации и

контролю инцидентов, связанных со снижением скоростей движения подвижного состава на 60 км/ч и менее, позволит перейти и к дальнейшему выполнению задач, поставленных в стратегии развития железнодорожного транспорта в области цифровой трансформации, комплексной программы инновационного развития холдинга «РЖД» и в других нормативных документах, включая и постановления Правительства Российской Федерации о цифровой экономике страны [14–24].

Список литературы

1. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 г. № 3212 р // Кодекс : официал. портал. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556494188?marker=65201M> (дата обращения 20.06.2021).
2. Инструкция о порядке планирования, разработки, предоставления и использования технологических «окон» для ремонтных и строительно-монтажных работ в ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 25.02.2019 г. № 348/р. Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс» в локал. сети (дата обращения 28.08.2021).
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации : утв. приказом Минтранса России от 21.12.2010 г. № 286 // Трудовой десант : сайт. URL: <https://www.tdesant.ru/info/item/57/> (дата обращения 18.09.2021).
4. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 29.12.2012 г. № 2540р // Кодекс : официал. портал. URL: <https://docs.cntd.ru/document/> (дата обращения 23.04.2021).
5. Технические условия на работы по реконструкции и ремонту железнодорожного пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 18.01.2013 г. № 75р // Кодекс : официал. портал. URL: <https://www.tdesant.ru/info/item/43> (дата обращения 16.07.2021).
6. Положение о порядке организации ограждения мест производства работ на объектах инфраструктуры ОАО «РЖД» при выполнении технологического процесса : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19 августа 2015 г. № 2087р // Mool.com : сайт. URL: <https://mool.com/d/otraslevye-i-vedomstvennye-normativno-metodicheskie-dokumenty/proektirovanie-i-stroitelstvo-zheleznykh-dorog/32138/> (дата обращения 31.08.2021).
7. Колисниченко Е.А. Организация пропуска мобильных средств дефектоскопии на Восточном полигоне // Транспорт Урала. 2021. № 2 (69). С. 68–72.
8. Суслов О.А., Федорова В.И. Перспективные подходы к прогнозируемому моделированию деградационных процессов элементов верхнего строения пути и их применение при создании цифровых двойников // Вестник ВНИИЖТ. 2021. Т. 80. № 5. С. 251–259. DOI: [10.21780/2223-9731-2021-80-5-251-259](https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-5-251-259).
9. Типовая система управления текущим содержанием объектов эксплуатационной инфраструктуры (тс-2) (хозяйство пути) : получение допуска путевых бригад к работе : операционная инструкция / ЕКАСУИ РЖД. [М.], 2019. 14 л.
10. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14.11.2016 г. № 2288р. // Кодекс : официал. портал. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456052478> (дата обращения 18.09.2021).
11. Положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 29.11.2019 г. № 2675р. Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс» в локал. сети (дата обращения 04.10.2021).
12. Сивицкий Д.А. Анализ опыта и перспектив применения искусственных нейронных сетей на железнодорожном транспорте // Вестник Сиб. гос. ун-та путей сообщ. 2021. № 2 (57). С. 33–41. DOI: [10.52170/1815-9265_2021_57_33](https://doi.org/10.52170/1815-9265_2021_57_33).
13. Глубоков Н.Н., Мироненко Е.В. Система «Электронное путевое хозяйство» // Тр. Ростов. гос. ун-та путей сообщ. 2019. № 3. С. 30–34.
14. Комплексная программа инновационного развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года // Западно-Сибирская железная дорога : сайт. URL: <https://zszd.rzd.ru/> (дата обращения 01.09.2021).
15. Свидетельство RU 2021660510. Программный робот для функционального тестирования взаимодействия КАСАНТ и ЕК АСУИ КМО (ПР-ГВЦ-ЦТС-ИНФР-010) : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / ОАО «Российские железные дороги». № 2021615378 ; зарегистр. 13.04.2021. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46481265> (дата обращения 15.09.2021).
16. Свидетельство 2021616595. Программный робот для тестирования базовых функций ЕК АСУИ ТСИ и ЕК АСУИ ТС-2 (ПР-ГВЦ-ЦТС-ИНФР-002) : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / ОАО «Российские железные дороги». № 2021615443 ; зарегистр. 13.04.2021. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45822767> / (дата обращения 15.09.2021).
17. Крамынина Г.Н., Шолохов И.К. Анализ технологии RPA в автоматизации процессов на предприятии // Высокие технологии, наука и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. IX Всерос. науч.-практ. конф. Пенза, 2021. С. 58–60.

18. Усенко Р.С., Кривцова С.С. Технология RPA и этапы ее жизненного цикла // Тенденции развития интернет и цифровой экономики : тр. IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Симферополь, 2021. С. 179–180.
19. Таулли. Роботизированная автоматизация процессов: руководство к внедрению RPA систем. Монровия : Apress, 2020. 333 с.
20. The UiPath Studio Guide // UiPathDocumentation. URL: <https://studio.uipath.com/> (дата обращения 24.08.2021).
21. Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД» до 2025 г. : утв. советом директоров ОАО «РЖД» 25.10.2019 г. Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс» в локал. сети (дата обращения 01.10.2021).
22. UN DESA. United Nations Department of Economic and Social Affairs : site. URL: <https://www.un.org/en/desa> (access date: 24.07.2021).
23. О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 02.03.2019 № 234 (в ред. от 21.08.2020). Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс» в локал. сети (дата обращения 01.10.2021).
24. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года : указ Президента Рос. Федерации от 21.07.2020 г. № 74 // Президент России : официал. портал. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения 18.07.2021).

References

1. Polozheniye o sisteme vedeniya putevogo khozyaistva ОАО «RZHD» [Regulations on the system of track management of JSC "Russian Railways"]. Approved by the order of JSC «Russian Railways» dated 31.12.2015 No. 3212r. Code: website. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556494188?marker=6520IM> (accessed June 20, 2021).
2. Instruktsiya o poryadke planirovaniya, razrabotki, predostavleniya i ispol'zovaniya tekhnologicheskikh «okon» dlya remontnykh i stroitel'no-montaznykh rabot v ОАО «RZHD» [Instructions on the procedure for planning, developing, providing and using technological «windows» for repair and construction and installation works in JSC «Russian Railways»]. Approved by the order of JSC «Russian Railways» dated 25.02.2019 No. 348/r. Consultant Plus: website. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/> (accessed August 28, 2021).
3. Pravila tekhnicheskoi ehkspluatatsii zheleznykh dorog Rossiiskoi Federatsii [Rules of technical operation of railways of the Russian Federation]. Approved by the order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 21.12.2010 No 286. Labor landing: website. URL: <https://www.tdesant.ru/> (accessed September 18, 2021).
4. Instruktsiya po obespecheniyu bezopasnosti dvizheniya poezdov pri proizvodstve putevykh rabot [Instructions for ensuring the safety of train traffic during track work]. Approved by the Order of JSC «Russian Railways» dated 29.12.2012 No 2540r. Code: website. URL: <https://docs.cntd.ru/document/> (accessed April 23, 2021).
5. Tekhnicheskie usloviya na raboty po rekonstruktsii i remontu zheleznodorozhnogo puti [Technical conditions for the reconstruction and repair of the railway track]. Approved by the order of JSC «Russian Railways» dated 18.01.2013 No 75r. Code: website. URL: <https://docs.cntd.ru/document/> (accessed July 16, 2021).
6. Polozhenie o poryadke organizatsii ograzhdeniya mest proizvodstva rabot na ob"ektakh infrastruktury ОАО «RZHD» pri vypolnenii tekhnologicheskogo protsessa [Regulation on the procedure for the organization of fencing of work sites at infrastructure facilities of JSC «Russian Railways» during the execution of the technological process]. Approved by the Order of JSC «Russian Railways» dated August 19, 2015 No. 2087r. Mool.com: website. URL: <https://mool.com/d/otraslyeve-i-vedomstvennye-normativno-metodicheskie-dokumenty/proektirovanie-i-stroitelstvo-zheleznykh-dorog/32138/> (accessed August 31, 2021).
7. Kolisnichenko E.A. Organizatsiya propuska mobil'nykh sredstv defektoskopii na Vostochnom poligone [Organization of the passage of mobile means of flaw detection at the Eastern polygon]. *Transport Urala* [Transport of the Urals], 2021, no 2(69), pp. 68-72.
8. Syslov O.A., Fedorova V.I. Perspektivnyye podkhody k prognoznomu modelirovaniyu degradatsionnykh protsessov elementov verkhnego stroeniya puti i ikh primeneniye pri sozdanii tsifrovyykh dvoynikov [Prospective approaches to predictive modeling of degradation processes of track superstructure elements and its application in creating digital twins] // *Vestnik VNIIZHT* [Bulletin of VNIIZHT]. 2021. 80 (5): pp. 251–259. DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-5-251-259>.
9. Tipovaya sistema upravleniya tekushchim soderzhaniem ob"ektov ehkspluatatsionnoi infrastruktury (TS-2) (khozyajstvo puti). Poluchenie dopuska putevykh brigad k rabote. Operatsionnaya instruktsiya [A typical management system for the current maintenance of operational infrastructure facilities (TS-2) (track economy). Obtaining the admission of travel teams to work. Operating instructions]. OCRV, 2019. EC ASUI portal, 14 p.
10. Instruktsiya po tekushhemu soderzhaniyu zheleznodorozhnogo puti [Instructions on the current maintenance of the railway track]. Approved by the order of JSC «Russian Railways» dated 14.11.2016 No. 2288r. Code: website. URL: <https://docs.cntd.ru/document/> (accessed September 18, 2021).
11. Polozhenie ob organizatsii kompleksnogo obsluzhivaniya ob"ektov infrastruktury khozyaistva puti i sooruzhenii [Regulations on the organization of complex maintenance of infrastructure facilities of the track economy and structures]. Approved by the Order of JSC «Russian Railways» dated 29.11.2019 No. 2675r. Consultant Plus: website. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/> (accessed October 4, 2021).
12. Sivitskii D.A. Analiz opyta i perspektiv primeneniya iskusstvennykh neironnykh setey na zheleznodorozhnom transporte [Analysis of the experiences and perspectives of application of artificial neural networks in rail transport]. *Vestnik SGUPS* [Bulletin of Siberian State Transport University]. 2021, no 2 (57). P. 33-41. DOI: [10.52170/1815-9265_2021_57_33](https://doi.org/10.52170/1815-9265_2021_57_33).
13. Glubokov N.N., Mironenko E.V. Sistema «Elektronnoe putevoe khozyaistvo» [System «Electronic track management»]. *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Proceedings of the Rostov State University of Railways], 2019, no 3, pp. 30-34.

14. Kompleksnaya programma innovatsionnogo razvitiya kholdinga «RZHD» [Comprehensive program of innovative development of the Russian Railways Holding]: electronic resource. Access mode: <https://zszd.rzd.ru/> (accessed September 1, 2021).

15. Programmnyi robot dlya testirovaniya bazovykh funktsiy EK ASUI TSI i EK ASUI TS-2 (PR-GVTS-TSTS-INFR-002) [Software robot for functional testing of interaction between KASANT and EC ASUI KMO (PR-GVTS-CTS-INFR-010)]. Certificate of state registration of a computer program. Certificate number: RU 2021660510. Patent Office: Russia. Year of publication: 2021. [Electronic resource]. Access mode: <https://elibrary.ru/> (accessed 15.09.2021).

16. Programmnyy robot dlya testirovaniya bazovykh funktsiy EK ASUI TSI i EK ASUI TS-2 (PR-GVTS-TSTS-INFR-002) [Software robot for testing the basic functions of EC ASUI TSI and EC ASUI TS-2 (PR-GVTS-CTS-INFR-002)]. Certificate of state registration of a computer program. Certificate number: RU 2021616595. Patent Office: Russia. Year of publication: 2021 [Electronic resource]. Access mode: <https://elibrary.ru/> (accessed September 16, 2021).

17. Kamynina G.N., Sholokhov I.K. Analiz tekhnologii RPA v avtomatizatsii protsessov na predpriyatii [Analysis of RPA technology to automate processes in the enterprise]. *Sbornik statei IX Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Vysokie tekhnologii, nauka i obrazovanie: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii»* [Proceedings of the IX all-Russian scientific-practical conference «High technology, science and education: current issues, achievements and innovations»]. Penza: Science and Education, 2021. pp. 58-60.

18. Usenko R.S., Krivtsova S.S. Tekhnologiya RPA i etapy ee zhiznennogo tsikla [RPA technology and stages of its life cycle]. *Trudy IV Vserossiiskoy s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoi konferentsii «Tendentsii razvitiya internet i tsifrovoi ekonomiki»* [Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation «Trends in the development of the Internet and digital economy»]. Simferopol: Krymskii Federal'nyi Universitet Publ., 2021, pp. 179-180.

19. Taulli. Robotizirovannaya avtomatizatsiya protsessov: rukovodstvo k vnedreniyu RPA sistem [Robotic process automation: A Guide to the implementation of RPA systems]. Monrovia: Apress, 2020. 333 p.

20. The UiPath Studio Guide [Electronic resource]. Access mode: <https://studio.uipath.com/> (accessed 24.08.2021).

21. Strategiya tsifrovoi transformatsii OAO «RZHD» do 2025 goda [Strategy of digital transformation of JSC «Russian Railways» until 2025]. Approved. by the Board of Directors of JSC «Russian Railways» on October 25, 2019. Consultant Plus: website. URL: <https://consultant.ru> (accessed October 1, 2021).

22. UN DESA (2021). United Nations Department of Economic and Social Affairs: website. URL: <https://www.un.org/en/desa> (accessed: July 24, 2021).

23. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 02.03.2019 N 234 (red. ot 21.08.2020) «O sisteme upravleniya realizatsiei natsional'noi programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the Government of the Russian Federation of 02.03.2019 N 234 (ed. of 21.08.2020) «On the management system for the implementation of the national program «Digital Economy of the Russian Federation»]. Consultant Plus: website. URL: <http://www.consultant.ru/> (accessed October 1, 2021).

24. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 21.07.2020 g. no 74 «O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na peri-od do 2030 goda» [Decree of the President of the Russian Federation no 74 dated 21.07.2020 «On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030»]. Access mode: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/> (accessed July 18, 2021).

Информация об авторах

Асалханова Татьяна Николаевна, канд. экон. наук, доцент кафедры пути и путевого хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: asalk-tatyana@yandex.ru

Карпов Иван Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры пути и путевого хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: igkarpov57@mail.ru

Лажерев Сергей Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры пути и путевого хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: lagerev.sergey@gmail.com

Information about the authors

Tatyana N. Asalkhanova, Ph.D. in Economic Science, Associate Professor of Department «Path and track facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: asalk-tatyana@yandex.ru

Ivan G. Karpov, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of Department «Path and track facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: igkarpov57@mail.ru

Sergey Yu. Lagerev, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of Department «Path and track facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: lagerev.sergey@gmail.com