

УДК 338.47

EDN CLPWFS

В.А. Неумоин¹, Л.Ю. Катаева^{2,1}

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЕГО ЦИФРОВИЗАЦИИ

¹Филиал Самарского государственного университета путей сообщения
Нижегород, Россия

²Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегород, Россия

Показано, что автоматизация планирования в железнодорожной отрасли приводит к повышению связности регионов и снижению транспортных расходов других отраслей экономики и является неотъемлемой частью цифровизации на железнодорожном транспорте. Рассматриваются вопросы влияния автоматизации планирования на ключевые аспекты работы железнодорожного транспорта, в частности, приведены ключевые этапы процесса содержания в технически исправном состоянии объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта. Для решения поставленной задачи на первом этапе рассмотрен процесс планирования технологических процессов технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД», функциональные возможности существующих автоматизированных систем и вопросы повышения эффективности выполнения работ по содержанию объектов инфраструктуры в технически исправном состоянии. Подробно рассмотрены цепочки выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры, выявлено дублирование указанных процессов. В настоящее время однотипные схожие цепочки планирования, выполнения и контроля проводятся раздельно по хозяйствам: пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонному, что приводит к снижению эффективности выполняемых работ. Автоматизация указанных цепочек реализована в отдельных независимых информационных системах, не осуществляющих обмен данными по указанной тематике. Внедрение инновационного комплексного информационного ресурса приведет к снижению расходов, повышению качества выполняемых работ, возможности осуществления контроля в любой точке процессов по содержанию объектов инфраструктурного комплекса в технически исправном состоянии. Проведен предварительный расчет экономической эффективности реализации по разработке и внедрению предложенного цифрового ресурса.

Ключевые слова: цифровизация; управление; технологические процессы; инфраструктура; оптимизация.

Введение. Цифровизация проникает во все сферы жизни общества, меняя способы работы, общения и взаимодействия людей. В условиях цифровой трансформации экономики и общества возрастает необходимость в эффективном планировании и управлении ресурсами. Цифровизация открывает новые возможности для оптимизации процессов, повышения эффективности и улучшения качества продукции и услуг. Однако она также предъявляет новые требования к системам планирования и управления.

В условиях беспрецедентного экономического давления недружественных стран перед Россией встают новые вызовы, затрагивающие различные отрасли экономики. Хотя большинство из них сводятся к вполне решаемым задачам, их совокупность требует использования очень большого количества внутренних ресурсов страны. Эффективное их использование является жизненно важным условием для обеспечения устойчивого экономического развития даже в неблагоприятных условиях.

Железнодорожный транспорт является важной отраслью для обеспечения эффективного взаимодействия субъектов экономики и повышения связности территории. Повышение эффективности планирования в области железнодорожного транспорта позволит снизить расходы на перевозку людей и грузов. Это благоприятно повлияет на многие другие отрасли экономики, делая их более устойчивыми к внешним вызовам.

Для достижения поставленной цели следует заменить неэффективную часть традиционных методов планирования на новые подходы, соответствующие современным требованиям. Автоматизация планирования позволит высвободить ресурсы, которые можно будет использовать, в том числе, для обеспечения импортозамещения в области железнодорожного транспорта.

Разработка блока планирования в условиях цифровизации становится ключевым элементом успешного развития предприятий и организаций. Блок планирования должен быть интегрирован с другими цифровыми системами и инструментами, чтобы обеспечить эффективное управление ресурсами, анализ данных и принятие обоснованных решений.

Автоматизация планирования является неотъемлемой частью цифровизации. Внедрение автоматизированной системы планирования и ее работа в режиме реального времени дает возможность для увеличения эффективности и производительности всей системы управления в целом, а использование интеллектуальной системы дает возможность выбрать из всех возможных вариантов планирования наиболее оптимальный для конкретных условий и как следствие приведет к более эффективному использованию ресурсов. Возможности использования анализа больших данных позволят учесть возможные риски и потенциальные опасности и дает возможность принимать более обоснованные решения, улучшая безопасность перевозок и снижая вероятность аварий. Выведение планирования на более

высокий уровень дает возможность предоставлять полную информацию в режиме реального времени и оказывать более качественные услуги их потребителям. Автоматизация планирования дает возможность конкурировать с другими видами транспорта, предлагая более эффективные и экономичные услуги.

Автоматизация планирования повышает эффективность, безопасность, обслуживание клиентов и конкурентоспособность, укрепляя жизненно важную инфраструктуру страны и поддерживая ее экономическое благополучие. Для выполнения основной задачи, – содержание объектов инфраструктурного комплекса в технически исправном состоянии, – в хозяйствах Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД», таких как пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонном, для учета затрат применяется позаказный метод, а для ремонта – планово-предупредительная система. Экономическая эффективность работы инфраструктурного комплекса напрямую зависит от правильной установки плановых показателей работы по обслуживанию и ремонту. Ошибки при формировании планов зачастую влекут за собой неоправданные финансовые расходы. Текущая система планирования, основанная на полуавтоматическом режиме, не может отвечать возросшим требованиям, предъявляемым к экономическим и финансовым блокам производственных процессов. Имеющийся ручной ввод не позволяет производить обработку больших данных и проводить сложные расчеты с требуемыми точностью и скоростью. Возникающие при этом ошибки могут привести к неоправданным финансовым потерям или серьезным сбоям как в работе отдельных подразделений, так и всего хозяйства в целом.

Обслуживание и ремонт объектов инфраструктуры. Планирование является одним из важнейших этапов работы любой производственной компании, в том числе инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД». Ошибки и неточности, допущенные на этапе планирования, могут повлечь за собой значительные финансовые потери, связанные с увеличением расходной ставки и сокращением доходов. «Ручной» и «полуавтоматический» ввод данных не могут дать гарантии требуемой точности, вследствие чего и конечный этап планирования не будет безупречным. Кроме того, учитывая различные источники цепочки планирования, – хозяйства пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонное, – и единый порядок выполнения операции планирования, неизбежно возникают цепочки, дублирующие друг друга. Целью исследования является рассмотрение вопроса о высвобождении ресурсов посредством объединения дублируемых процессов планирования в единый технологический процесс и выработки предложений по оптимизации и цифровизации указанного процесса. Достижение данной цели позволит уменьшить транспортные издержки, повысить связность регионов и высвободить дополнительные ресурсы у других отраслей экономики, что

позволит им эффективнее справляться с внешними вызовами. Для достижения этой цели поставлены задачи по определению проблематики данного вопроса; разработка начального варианта схемы и алгоритма работы единого технологического процесса; обозначены информационные ресурсы для организации работы предложенных алгоритма и схемы.

Бесперебойная и безопасная работа по перевозке грузов и пассажиров железнодорожным транспортом напрямую зависит от технического состояния объектов инфраструктуры, куда входит железнодорожный путь; вагоны грузовые и пассажирские; средства регулирования и контроля движения поездов.

Порядки обслуживания и ремонта указанных объектов определены в нормативных документах, среди которых основными являются:

- положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений [1];
- инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрику вагонов) [2];
- руководство по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов [3];
- руководство по деповскому ремонту грузовых вагонов [4];
- руководство по капитальному ремонту грузовых вагонов [5];
- железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила строительства и монтажа [6];

Рассмотрим технологические процессы:

- а) технического обслуживания и ремонта (замена рельсошпальной решетки) железнодорожного пути;
- б) технического обслуживания и деповского ремонта грузовых вагонов;
- в) технического обслуживания и ремонта рельсовых цепей.

Приведенные технологические процессы с учетом применения в ОАО «РЖД» планово-предупредительной системы ремонта показывают схожесть работ в различных хозяйствах и включают в себя два основных этапа:

- 1) этап технического обслуживания или осмотра (предупредительный или подготовительный). Важной составляющей этого этапа является своевременное выявление неисправностей на ранней стадии их зарождения;
- 2) этап ремонта или замены элементов, деталей (плановый или основной).

Решение задачи по исключению дублирования выполняемых работ заключается в создании единого технологического процесса по обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры (рис. 1).



Рис. 1. Укрупненная схема типового технологического процесса обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры

Работа схемы заключается в выполнении следующих этапов.

1. Из типовых технологических процессов различных хозяйств берутся алгоритмы выполнения технического обслуживания и ремонта объектов.

2. Данные вносятся в информационную систему, в которой проводится комплексная оценка эксплуатационной пригодности объектов.

Важным этапом подготовки проведения указанных работ является формирование планов, основным из которых является годовой план выполнения работ и поставки материально-технических ресурсов. Так же, как и работа по содержанию объектов инфраструктуры, работа по формированию планов содержит однотипные цепочки по каждому из структурных подразделений хозяйства инфраструктуры. В общем случае планирование происходит на основе следующих данных (рис. 2): объем перевозок; мощность предприятий; плановые показатели за истекшие отчетные периоды; лимит финансирования.

Приведенная цепочка выполняется отдельно по каждому хозяйству на линейном, дорожном и сетевом уровне, затем на основе результатов планирования отдельных структурных подразделений формируется сводный план по всему хозяйству инфраструктуры. Причем планирование происходит в «ручном» или «полуавтоматическом» режимах, что, вкупе с выявленными дублирующими операциями, негативно сказывается на точности планирования.

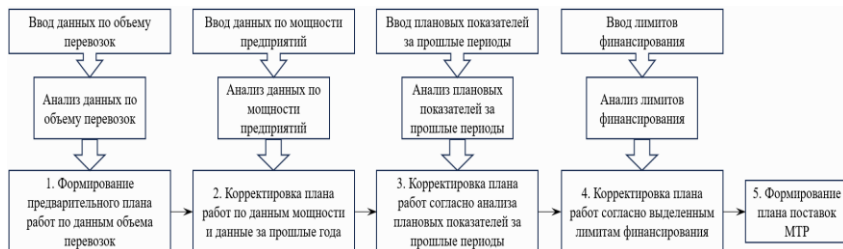


Рис. 2. Укрупненная схема типового технологического процесса обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры

В настоящее время основными системами Центральной дирекции инфраструктуры являются.

1. АСУ П (Автоматизированная система управления путевым хозяйством) [7] – контроль работ на железнодорожном пути. АСУ П предоставляет справочную информацию: о работах, проводимых на железнодорожном пути; паспорт пути; состояние искусственных сооружений; наличие и техническое состояние путевых машин.

2. АСУ Ш 2 (Автоматизированная система управления хозяйством автоматики и телемеханики) [7] – обслуживание средств автоматики и телемеханики. В состав АСУ Ш 2 входят следующие функциональные подсистемы:

- учет и анализ неисправностей технических средств ЖАТ;
- учет и анализ отказов, повреждений и неисправностей устройств ЖАТС (КЗ УО-ЖАТС);
- учет и анализ нарушений работы АЛСН, САУТ, КЛУБ (КЗ АЛСН);
- учет и анализ содержания рельсовых цепей (П-РЦ);
- учет и контроль за устранением выявленных отступлений от норм содержания устройств СЦБ (П-КСУ);
- учет и анализ работы средств контроля технического состояния подвижного состава (П-КПС);
- учет и анализ технической оснащенности устройствами ЖАТ.

3. ЕК АСУ В (Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонного хозяйства) [8] – техническое обслуживание и ремонта грузовых вагонов.

Все отчеты, формируемые ЕК АСУ В, разделены на семь больших разделов:

- эксплуатационная работа (8 отчетов);
- ремонтная работа (19 отчетов);
- мониторинг показаний средств диагностики (6 отчетов);
- контроль отказов технических средств (4 отчета);
- технологическая работа (3 отчета);

- учет приписного парка (1 отчет);
- контроль эксплуатации и ремонтов приписного парка (5 отчетов).

Структура и количество отчетов в ЕК АСУ В отображены по состоянию на 2021 г. Система постоянно развивается, и на текущий момент они могут быть уже изменены.

Таким образом, и в цифровых системах наблюдается дублирование однотипных технологических процессов (контроль выполнения технического состояния и ремонта объектов), что снижает эффективность работы автоматизированных систем и исключает возможность комплексного контроля выполнения работ по хозяйству инфраструктуры. Однотипные процессы в различных системах выделены полужирным шрифтом.

Каждая из этих систем является многофункциональным, многоплановым и надежным информационным ресурсом, но направлена на решение задач в пределах конкретных хозяйства или технологического процесса и в текущем состоянии не способна решать задачи в рамках всего хозяйства инфраструктуры [9]. По перечню функциональных возможностей видно, что ни в одной из рассмотренных автоматизированных систем нет функциональной возможности планирования.

Резюмируя, можно утверждать необходимость цифровизации процесса планирования с целью сокращения расходов, повышения точности плановых показателей и уменьшения временных и штатных затрат.

Результаты исследования и их обсуждение. В целях осуществления предварительной оценки целесообразности внедрения предложенного информационного инструмента определим расходную часть при дублировании технологических процессов (рис. 2), т.е. на этапах планирования.

Планирование работ и поставки материально-технических ресурсов начинается с линейных предприятий. Общее количество линейных предприятий можно получить с сайта ОАО «РЖД» <https://www.rzd.ru/>, в разделе Инфраструктура: дистанции пути – 292; дистанции сигнализации, централизации и блокировки – 168; вагонные депо – 72.

Планирование работ происходит на основе объема перевозок, мощности предприятий и данных прошлых планов. Процесс планирования можно разделить на 9 основных этапов, представленных в табл. 1. При использовании цифрового аналога работа по своду будет проходить в автоматическом режиме одновременно с процессом формирования планов отдельных хозяйств. Исходя из этого, в столбце «Цифровой аналог» табл. 1 введена операция деления на 2.

Общий годовой расход N_x (по времени) на выполнение работ по одному хозяйству составит: общий годовой расход N_x (по времени) складывается из годового расхода для каждого из хозяйств: $N_{ЦП} = 2046$, $N_{ЦШ} = 1178$, $N_{ЦВ} = 506$, где $N_{ЦП}$ – временные затраты по обслуживанию и ремонту объектов хозяйства пути и сооружений, $N_{ЦШ}$ – временные затраты по хозяйству

автоматики и телемеханики, $N_{цв}$ – временные затраты по вагонному хозяйству. Суммируя полученные значения, получаем, общий расход по данному инфраструктурному комплексу $N_{и} = N_{цп} + N_{цш} + N_{цв} = 2046 + 1178 + 506 = 3730$.

При цифровизации процесса планирования затраты по хозяйству инфраструктуры будут составлять 1024, что на 24,5 % меньше общего расхода по данному инфраструктурному комплексу. Если учесть снижение фонда оплаты труда – в результате объединенное структурное подразделение по планированию будет содержать меньше работников, чем три вместе взятые отдельные отделы по каждому хозяйству – получаем сокращение расходов на планирование в размере около 25 %.

Таким образом, даже грубая оценка затрат на планирование при условиях цифровизации дает экономию в размере 25 млн руб. с каждого 100 млн руб. Здесь следует подчеркнуть, что экономия возникает за счет:

- исключения дублирования схожих технологических процессов;
- исключения несогласованности действий за счет четкого определения действий причастных специалистов и руководителей;
- снижения расходов на формирование плановых показателей и итоговых отчетных данных;
- возможности проведения комплексного анализа работ всего инфраструктурного комплекса на основе обобщенных оперативных отчетных данных по всем хозяйствам.

Этапы планирования работ на обслуживание и ремонт объектов приведены в табл. 1.

Внедрение автоматизированного интеллектуального модуля планирования будет иметь следующие последствия:

- отлаженный автоматизированный процесс планирования становится более эффективным и точным, что повысит общую производительность работы железнодорожного транспорта;
- автоматизация позволяет минимизировать вероятность ошибок, возникающих в процессе ручного планирования, что может привести к экономии времени и ресурсов;
- обеспечивается быстрый доступ к аналитическим данным, что может принимать обоснованные решения быстрее и эффективнее.

Таблица 1.

Планирование работ на обслуживание и ремонт объектов

Номер j	Этап	ЦП (АСУ-П), $i=1$	ЦШ (АСУ-Ш2), $i=2$	ЦВ (ЕК АСУВ), $i=3$	Цифро- вой аналог
1	Запрос на получение объемов перевозок	N_{11}^*	N_{21}^*	N_{31}^*	N_1^{**}
2	Получение объема перевозок	N_{12}^*	N_{22}^*	N_{32}^*	N_2^{**}
3	Запрос на получение мощности предприятий	N_{13}^*	N_{23}^*	N_{33}^*	N_3^{**}
4	Получение мощности предприятий	N_{14}^*	N_{24}^*	N_{34}^*	N_4^{**}
5	Запрос на получение данных прошлого периода	N_{15}^*	N_{25}^*	N_{35}^*	N_5^{**}
6	Получение данных прошлого периода	N_{16}^*	N_{26}^*	N_{36}^*	N_6^{**}
7	Формирование предварительного плана	N_{17}^*	N_{27}^*	N_{37}^*	N_7^{**}
8	Уточнение данных по предприятиям	N_{18}^*	N_{28}^*	N_{38}^*	N_8^{**}
9	Формирование окончательного плана	N_{19}^*	N_{29}^*	N_{391}^*	N_9^{**}

* N_{ij} – количество операций (запрос, ответ, формирование, уточнение) в «ручном» режиме (по количеству линейных предприятий): при $i = 1-3$ и $j = 1-2$, $N_{ij} = 1$; при $i = 1$ и $j = 3-9$, $N_{ij} = 292$; при $i = 2$ и $j = 3-9$, $N_{ij} = 168$; при $i = 3$ и $j = 3-9$, $N_{ij} = 72$.

** N_j – количество операций (запрос, ответ, формирование, уточнение) в предлагаемом автоматизированном режиме: при $j = 1-2$, $N_j = \text{МАКС}(N_{ji})$, $i=1-3$; при $j = 3-9$, $N_j = \text{МАКС}(N_{ji})/2$, $i=1-3$.

Источник: составлено авторами

Выводы. Одним из аспектов экономического развития государства является развитие хозяйственных структур, в том числе, повышение экономической эффективности работы предприятий и организаций. ОАО «РЖД» – одна из самых крупных компаний Российской Федерации, и ее цифровизация позволит повысить эффективность экономики.

Фундаментом экономической системы предприятия служит этап планирования. От точности, полноты и своевременности сформированных планов зависят и расходные, и доходные составляющие финансовой деятельности компании. Учитывая требования времени в вопросе планирования,

необходимо применять современные цифровые подходы, перепоручая компьютерной технике проводить расчеты и прогнозы.

Реализация инновационного информационного ресурса планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры позволит сократить расходы и повысить экономический эффект работы как всего хозяйства инфраструктуры, так и его структурных подразделений дорожного и линейного уровней. Будут снижены или исключены неоправданные расходы, связанные с дублированием процессов, уменьшены временные интервалы выполнения этапов планирования, а также повышены точность и качество планов работ и снабжения. Это позволит сделать работу железнодорожного транспорта еще эффективнее и надежнее, укрепляя фундамент экономики России.

© Неумоин В.А., Катаева Л.Ю., 2024

Библиографический список

- [1] Положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений, утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 29 ноября 2019 г. № 2675/. 2019. 171 с.
- [2] Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрику вагонов) № 808-2017 ПКБ ЦВ, утверждена Советом по железнодорожному транспорту Государств-участников Содружества протокол 21-22 мая 2009 г. № 50. 2017. 165 с.
- [3] Руководство по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов № 717-ЦВ-2009, утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 26 ноября 2010 г. № 2425р. 2010. 49 с.
- [4] Руководство по деповскому ремонту грузовых вагонов № РД 32 ЦВ 169-2017, утверждено Советом по железнодорожному транспорту Государств-участников Содружества протокол 18-19 мая 2011 г. № 54. 2011. 156 с.
- [5] Руководство по капитальному ремонту грузовых вагонов № РД 32 ЦВ 168-2017, утверждено Советом по железнодорожному транспорту Государств-участников Содружества протокол 18-19 мая 2011 г. № 54. 2011. 115 с.
- [6] Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила строительства и монтажа Свод правил, утверждены приказом Министерства транспорта РФ от 06 июля 2015 г. № 204. 2015. 162 с.
- [7] Москвичев О.В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте. Самара: СамГУПС, 2015. 287 с.
- [8] Неумоин В.А. Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонного хозяйства // Вагоны и вагонное хозяйство. 2017 № 4. С.2-4.
- [9] Неумоин В.А., Катаева Л.Ю., Неумоина Е.Г. Оптимизация управления технологическими процессами инфраструктурного комплекса российских железных дорог // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 3. С. 69-75.

V.A. Neumoin¹, L.Yu. Kataeva^{1,2}

AUTOMATION OF RAILWAY TRANSPORT PLANNING AS AN IMPORTANT COMPONENT OF STRENGTHENING THE ECONOMIC SECURITY OF RUSSIA

¹The Branch in the Samara State Transport University
Nizhny Novgorod, Russia

²Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The paper illustrates that planning automation in the railway industry leads to increased regional connectivity and reduced transport costs for the other sectors of the economy and is an integral part of digitalization in railway transport. The issues of the influence of planning automation on the key aspects of railway transport are considered, in particular, the key stages of the process of maintaining railway transport infrastructure facilities in the technically sound condition are presented. In order to solve this problem, the first stage considered the process of planning technological processes for maintenance and repair of infrastructure facilities of JSCo Russian Railways, the functional capabilities of existing automated systems and issues of improving the efficiency of work on maintaining infrastructure facilities in a technically sound condition. The chains of works on maintenance and repair of infrastructure facilities are considered in detail, duplication of these processes was revealed. Currently, similar planning, execution and control chains of the same type are carried out separately by farms: paths and structures, automation and telemechanics, car control, which leads to a decrease in the efficiency of the work performed. Automation of these chains is implemented in separate independent information systems that do not exchange data on the specified topic. The introduction of an innovative integrated information resource will lead to a decrease in costs, an increase in the quality of work performed, the possibility of monitoring at any point of the processes for maintaining the facilities of the infrastructure complex in a technically sound condition. The preliminary calculation of the economic efficiency of the implementation of the development and implementation of the proposed digital resource is carried out.

Key words: digitalization; management; technological processes; infrastructure; optimization.

References

- [1] Regulations on the organization of comprehensive maintenance of infrastructure facilities, tracks and structures, approved by the order of JSC Russian Railways dated November 29, 2019 № 2675. 2019. 171 p.

- [2] Instructions for the maintenance of wagons in operation (instructions for wagon inspectors) № 808-2017 PKB TsV, approved by the Council on Railway Transport of the Commonwealth Member States, protocol May 21-22, 2009, № 50. 2017. 165 p.
- [3] Guidelines for the current uncoupling repair of freight cars No. 717-CV-2009, approved by the order of JSC Russian Railways dated November 26, 2010 № 2425r. 2010. 49 p.
- [4] Guidelines for depot repairs of freight cars No. RD 32 TsV 169-2017, approved by the Council on Railway Transport of the Commonwealth Member States, protocol May 18-19, 2011, № 54. 2011. 156 p.
- [5] Guidelines for the overhaul of freight cars No. RD 32 TsV 168-2017, approved by the Council on Railway Transport of the Commonwealth Member States, protocol May 18-19, 2011, № 54. 2011. 115 p.
- [6] Railway automation and telemechanics. Construction and installation rules Code of rules, approved by order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated July 6, 2015 №. 204. 2015. 162 p.
- [7] Moskvichev, O.V. (2015). [Information technologies and information management systems in mainline transport]. *Samara* [Samara]. 287 p. (In Russ).
- [8] Neumoin, V.A. (2017). [Unified corporate automated control system for carriage facilities]. *Vagony i vagonnoe hozjajstvo* [Cars and carriage facilities]. pp. 2-4. (In Russ).
- [9] Neumoin, V.A. (2024). [Optimization of control of technological processes of the infrastructure complex of Russian railways]. *Sovremennye naukoemkie tehnologii* [Modern science-intensive technologies]. № 3. pp. 69-75. (In Russ).