

УДК 656.212.5:004

*М. И. ПУХТЕЕВ (УД-11)*

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Г. КУЗНЕЦОВ*

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ И ИСПОЛНИТЕЛЬСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ**

Представлен комплексный анализ процессов переработки составов поездов по прибытии в расформирование, рассмотрены различные решения по автоматизации управленческих и исполнительских процессов на технических станциях, а также технико-экономический и социальный эффект инноваций.

Технические станции являются основным объектом перевозочного процесса, эффективность которого напрямую зависит от качества организации технологических процессов при переработке вагонопотока [1, 2]. Ритмичная работа сортировочных и участковых станций позволяют обеспечить на необходимом уровне выполнение эксплуатационной работы железной дороги, оптимизировать взаимодействие участников перевозочного процесса с требуемым качеством [3, 4].

Для создания оптимальных условий функционирования технических станций все технологические операции процесса должны быть сбалансированы. В настоящее время на Белорусской железной дороге действуют 49 технических станций. Основное их предназначение – переработка вагонопотоков.

Важной задачей производственной деятельности на станциях является повышение производительности труда. Прежде всего это достигается за счет автоматизации и роботизации основных производственных процессов, для чего внедряются инновационные комплексы и технические средства. Происходит процесс интеллектуализации технических и технологических операций. На Белорусской железной дороге функционирует автоматизированная система управления станцией (АСУС). Переход на электронный документооборот, обмен информацией посредством дистанционных систем – все это способствует цифровизации. В то же время уровень автоматизации исполнительских процессов остается низким и требует новых инноваций.

Для исследования выбрана железнодорожная станция Минск-Сортировочный, играющая наибольшую роль в переработке вагонопотока на Белорусской железной дороге. Важно отметить, что ввиду идентичности технологического процесса переработки вагонопотоков на различных же-

лезнодорожных станциях, единства правил технической эксплуатации железных дорог предлагаемые решения по автоматизации, роботизации, интеллектуализации и цифровизации исполнительских процессов могут быть использованы для любых технических станций с учетом их особенностей эксплуатации.

Технологический процесс обработки поезда, поступившего на станцию Минск-Сортировочный в расформирование, является сложным и включает множество операций [1, 3], которые можно идентифицировать и установить возможный уровень автоматизации операций [5, 6].

Процессы, включенные в технологию обработки поездов, поступивших в расформирование, по прибытии можно разделить на две группы: исполнительские и информационные процессы. Для системного анализа обработки составов по прибытию использован процессный подход (рисунок 1).

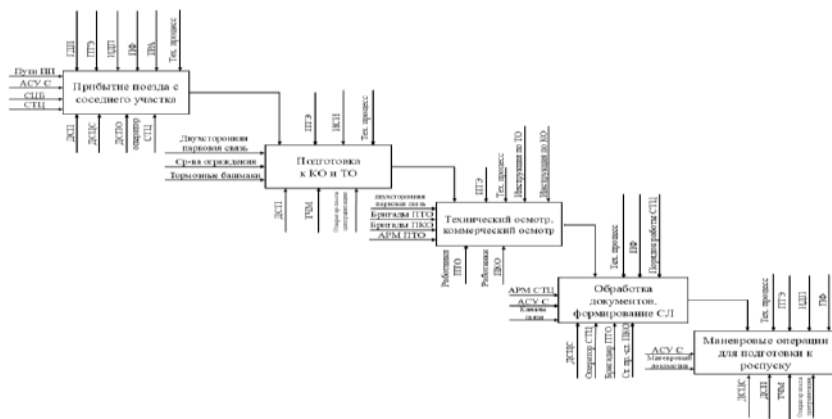


Рисунок 1 – Процессная схема обработки состава грузового поезда по прибытии

На основании комплексного анализа процессов, описания операций в парке прибытия и построения информационно-технологической модели обработки состава поезда установлены характеристики каждой операции и возможные варианты автоматизации и роботизации исполнительских (таблица 1) и информационных (таблица 2) процессов.

Эффективность автоматизации оценивается путём сравнения временных и экономических показателей до и после внедрения. Основным показателем является сокращение времени обработки состава в парке прибытия ( $\Delta T_{\text{общ}}$ ).

Общее время обработки состава по прибытию ( $T_{\text{обр}}$ ) складывается из длительности последовательно выполняемых операций:

$$T_{\text{обр}} = \sum_{i=1}^n t_i,$$

где  $t_i$  – время выполнения  $i$ -й операции (технический осмотр, коммерческий осмотр, закрепление, снятие закрепления, уборка локомотива, заезд маневрового локомотива, оформление документов и др.), мин.

**Таблица 1 – Возможные варианты автоматизации исполнительских процессов**

| Операции                                                                           | Возможные варианты механизации, автоматизации операции                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выход к пути приема поезда работников, участвующих в обработке поезда              | Роботизация процесса осмотра вагонов (на основании 3D анализа с использованием ИИ)                                                                                                                                                        |
| Сжатие состава для проверки автосцепного оборудования                              | Использование специального режима автоведения маневрового локомотива                                                                                                                                                                      |
| Закрепление состава и доклад об этом ДСП                                           | Использование роботов (альтернативные варианты закреплений). Доклад в электронном виде по завершении закрепления автоматикой                                                                                                              |
| Уборка поездного локомотива                                                        | Использование речевого синтезатора, передача указаний в электронном виде на бортовой компьютер локомотива, автоведение по маршрутам на станции                                                                                            |
| Ограждение состава                                                                 | Автоматизация процесса ограждения после получения сообщений о выполнении необходимых действий; сообщение об ограждении с помощью речевого синтезатора; фиксация времени прибытия в электронную книгу формы ВУ-14                          |
| Техническое обслуживание                                                           | Внесение соответствующих личных данных в бортовой ПК машинистом; передача сообщений о неисправностях в электронном виде (необходимо мобильное устройство для работников ПТО); техническая диагностика                                     |
| Коммерческий осмотр                                                                | Аналогично предыдущему; коммерческая диагностика                                                                                                                                                                                          |
| Снятие ограждения                                                                  | Электронная отметка о завершении доклада; анализ положения работников на станции на основе GPS; снятие ограждения автоматически; доклад с помощью речевого синтезатора (электронного сообщения)                                           |
| Заезд маневрового локомотива под состав, сцепление с составом и доклад об этом ДСП | Использование МПЦ с автоматическим набором маршрутов на основании обработки данных поездной обстановки, порядка расформирования поездов, выполнения необходимых операций согласно техпроцессу и т. п.; автоведение маневрового локомотива |
| Снятие закрепления и доклад об этом ДСП                                            | Аналогично выполнению операции по закреплению подвижного состава                                                                                                                                                                          |

Таблица 2 – Возможные варианты автоматизации информационных процессов

| Операции                                                                                               | Возможные варианты механизации, автоматизации операции                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Получение информации о поезде (ТГНЛ, его разметка и передача ДСЦ, СТЦ, ПТО)                            | Использование ИИ для планирования поездной и маневровой работы, передачи заданий ДСП и другим причастным работникам; уведомление работников может осуществляться с помощью речевого синтезатора; возможен переход к электронным уведомлениям (АРМ, планшет, смарт-часы) |
| Получение информации с соседней станции об от-правлении поезда                                         | Получение сообщения автоматически на основании анализа занятости изолированных участков; организация сообщений на индивидуальное АРМ                                                                                                                                    |
| Извещение причастных работников СТЦ, ВОХР, ПТО                                                         | Использование речевого синтезатора на основании данных подхода поездов                                                                                                                                                                                                  |
| Задание на закрепление состава                                                                         | Автоматическое формирование сообщения на основании данных из АСУС; передача задания в электронном виде на индивидуальное АРМ                                                                                                                                            |
| Доставка и обработка документов в СТЦ                                                                  | Контроль прибытия поезда на основе анализа занятости излизанных участков. Переход на электронный документооборот                                                                                                                                                        |
| Получение информации о результатах обработки поезда, ввод ее в АСУС, выдача сортировочного листка (СЛ) | Внесение изменений автоматически на основании полученных сообщений о выявленных нарушениях; автоматическая передача электронного сортировочного листа причастным работникам на индивидуальное АРМ                                                                       |
| Задание на снятие средств закрепления                                                                  | Использование речевого синтезатора (передача электронного сообщения)                                                                                                                                                                                                    |

При внедрении автоматизации часть операций выполняется параллельно или исключается полностью, а длительность оставшихся сокращается. Сокращение времени обработки одного состава ( $\Delta T_{\text{обр}}$ ) определяется по формуле

$$\Delta T_{\text{обр}} = T_{\text{обр}}^{\text{до}} - T_{\text{обр}}^{\text{после}}.$$

Годовой экономический эффект от ускорения переработки вагонов

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta T_{\text{обр}} N_{\text{сост}} c_{\text{в-ч}},$$

где  $N_{\text{сост}}$  – количество составов, перерабатываемых станцией за год, поездов;  $c_{\text{в-ч}}$  – стоимость одного вагоно-часа простоя, руб.

Существующее время технического осмотра состава в парке прибытия составляет 25–30 минут в зависимости от длины состава (до 70 вагонов). Внедрение роботизированной системы диагностики на базе 3D-сканирования и

тепловизионного контроля позволяет сократить время осмотра до 5–7 минут за счет параллельного сканирования всего состава.

Таким образом сокращение времени выполнения технического осмотра составляет:

$$\Delta t_{\text{ТО}} = 25 - 6 = 19 \text{ мин.}$$

В существующей технологии оператор поста централизации вручную укладывает тормозные башмаки. Время на закрепление одного состава составляет 4–5 минут, на снятие 3–4 минуты. Роботизированные башмаки-укладчики выполняют обе операции за 0,5–1 минуту каждая.

Таким образом, сокращение времени выполнения данных операций:

$$\Delta t_{\text{закр}} = 4,5 - 0,7 = 3,8 \text{ мин;}$$

$$\Delta t_{\text{снят}} = 3,5 - 0,7 = 2,8 \text{ мин.}$$

Суммарное сокращение времени по закреплению и снятию:

$$\Delta t_{\text{закр+снят}} = 3,8 + 2,8 = 6,6 \text{ мин.}$$

При использовании речевого синтезатора и автоматической прокладки маршрутов на базе МПЦ затраты времени на передачу команд и приготовление маршрутов сокращается с 2–3 минут до 0,5 минуты на каждую операцию. Кроме того, автоматический режим ведения состава сокращает время на манёвры сцепления.

Экономия времени на одну операцию:

$$\Delta t_{\text{уборка}} = 2,5 - 0,5 = 2,0 \text{ мин;}$$

$$\Delta t_{\text{заезд}} = 2,5 - 0,5 = 2,0 \text{ мин.}$$

Переход на электронный документооборот и автоматическую сверку ТГНЛ с перевозочными документами сокращает время обработки документов в СТЦ с 10–12 минут до 1–2 минут. Исключается ручной ввод корректировочных сообщений, задержки при доставке пакетов:

$$\Delta t_{\text{док}} = 11 - 1,5 = 9,5 \text{ мин.}$$

Обобщим полученные результаты:

$$\Delta T_{\text{обр}} = \Delta t_{\text{ТО}} + \Delta t_{\text{закр+снят}} + \Delta t_{\text{уборка}} + \Delta t_{\text{заезд}} + \Delta t_{\text{док}};$$

$$\Delta T_{\text{обр}} = 19 + 6,6 + 2,0 + 2,0 + 9,5 = 39,1 \approx 0,65 \text{ ч.}$$

Таким образом, комплексная автоматизация позволяет сократить время обработки одного состава в парке прибытия на 39 минут, или 65 % от исходного времени (исходное время принято 60 минут согласно технологическому процессу работу станции Минск-Сортировочный для составов установленной длины).

Помимо экономической выгоды, предлагаемые инновации дают значительный социальный эффект:

1) повышение безопасности труда: исключается нахождение работников ПТО, ПКО и составителей на путях при выполнении операций закрепления, снятия закрепления, осмотра «на ходу»; риск травмирования подвижным составом существенно снижается;

2) снижение тяжести и монотонности труда: работники освобождаются от физически тяжёлых операций (укладка башмаков, обход составов, работа в неблагоприятных погодных условиях); труд становится преимущественно операторским: контроль за работой автоматики и принятие решений в нестандартных ситуациях;

3) повышение престижа железнодорожных профессий: привлечение специалистов становится более успешным благодаря работе с современными цифровыми и роботизированными системами, а не «ручным» трудом на путях;

4) снижение риска профессиональных заболеваний: уменьшается воздействие вибрации, шума, выхлопных газов маневровых локомотивов, переохлаждения и перегрева при длительной работе на открытом воздухе;

5) улучшение психологического климата: снижение непредвиденных ситуаций, чёткое автоматизированное планирование (на базе ИИ) уменьшает стресс у ДСП, ДСЦ и других оперативных работников.

Внедрение предложенных решений по автоматизации исполнительских и информационных операций на технической станции обеспечивает значительный технико-экономический и социальный эффект: сокращается время обработки по прибытии одного состава на треть; ускорение переработки вагонов дает значительный экономический эффект; снижаются эксплуатационные расходы по содержанию штата работников станции; повышается безопасность, улучшаются условия труда работников станции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов, Ю. В. Дьяков, А. М. Макарович [и др.] ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

2 **Кузнецов, В. Г.** Технология работы сортировочной станции : пособие по курсовому проектированию для обучающихся по специальности 1-44 01 03 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» / В. Г. Кузнецов, А. А. Ерофеев, Е. А. Федоров. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 125 с.

3 **Левин, Д. Ю.** Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: Технология и управление работой станций и узлов : учеб. пособие / Д. Ю. Левин ; Российский университет транспорта (МИИТ). – М. : ИНФРА-М, 2024. – 384 с. – (Высшее образование).

4 **Грунтов, П. С.** Оптимальная этапность развития сортировочных станций (Теория и примеры расчета) : учеб. пособие / П. С. Грунтов, Г. В. Козлов, В. Д. Чижонок ; под общ. ред. П. С. Грунтова. – Гомель : БелИИЖТ, 1982. – 66 с.

5 **Бородин, А. Ф.** Технология работы сортировочных станций / А. Ф. Бородин. – М. : РГОТУПС, 2002. – 192 с.

6 Челябинск-Главный станет первой в России полностью цифровой ж/д-станцией // Комсомольская правда. – 2025. – 24 июня. – URL: <https://www.chel.kp.ru/online/news/6440941/> (дата обращения: 28.04.2026).

Получено 28.05.2026

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

---

УДК 657.21

*О. С. РОГАЧЕВА* (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

## **РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ДОЛГОВЫМИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Рассматриваются теоретические и практические аспекты управления дебиторской и кредиторской задолженностью на предприятиях железнодорожного транспорта. Обоснована необходимость комплексного подхода к администрированию долговых обязательств как ключевого фактора обеспечения экономической безопасности и финансовой устойчивости организаций отрасли. Раскрыты основные элементы системы управления задолженностью: стратегическая политика, учётная, аналитическая, плановая, стимулирующая и контрольная функции. Сделан вывод о необходимости интеграции управления задолженностью в общую систему менеджмента транспортного предприятия.

Предприятия железнодорожного транспорта являются ключевыми элементами транспортной инфраструктуры, обеспечивающей жизнедеятельность экономики страны. Как справедливо отмечает Р. Н. Оруджов, одна из важнейших задач, формируемых сегодня перед менеджментом хозяйствующего субъекта, заключается в принятии креативных решений по оптимизации своего платежного баланса, основы чего заложены в повышении эффективности политики администрирования всех форм задолженности предприятия, сокращения общего ее размера и работы со своевременной инкассацией долга [2].

Управление задолженностью предприятия имеет определенную внутреннюю составляющую, и вследствие этого трудно недооценить роль в управлении долгами при рассмотрении системы управленческого учета на