

*А. И. Долгий, А. Е. Хатламаджиян, И. А. Ольгейзер, А. В. Суханов*

## КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ РЕАЛЬНЫХ ДАННЫХ «ОТ КОЛЕСА»

**Аннотация.** Предложен новый подход к разделению режимов работы железнодорожной грузовой сортировочной станции на основе объективных данных, получаемых при слиянии информации от различных датчиков и станционных систем. Предложена концепция классификации работы станции «от колеса», то есть на основе данных от автоматических считывающих устройств, в противовес существующей системе расчета эффективности работы станции на основе вручную вводимой информации. При описании новой концепции представлена формализация основных станционных показателей: простоя вагонов, рабочего парка и интенсивности прибытия поездов, – по сути являющихся количественными переменными, значения которых отражают работу станции. Показано применение предлагаемого подхода на примере статистических данных о работе станции Челябинск-Главный, и описаны режимы работы станции, выявленные на основе экспертной оценки рассчитанных показателей. Предложено развитие разрабатываемого подхода в качестве инструмента предиктивной аналитики работы станции и адресной выработки мер по реализации эффективного функционирования железнодорожных сортировочных станций.

**Ключевые слова:** цифровая железнодорожная станция, автоматизация станционной работы, расчет показателей «от колеса», повышение эффективности сортировочной станции.

**Для цитирования:** Классификация режимов работы железнодорожной станции на основе реальных данных «от колеса» / А. И. Долгий, А. Е. Хатламаджиян, И. А. Ольгейзер, А. В. Суханов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1. – С. 58–68. – DOI 10.46973/0201-727X\_2025\_1\_58.

### **Введение**

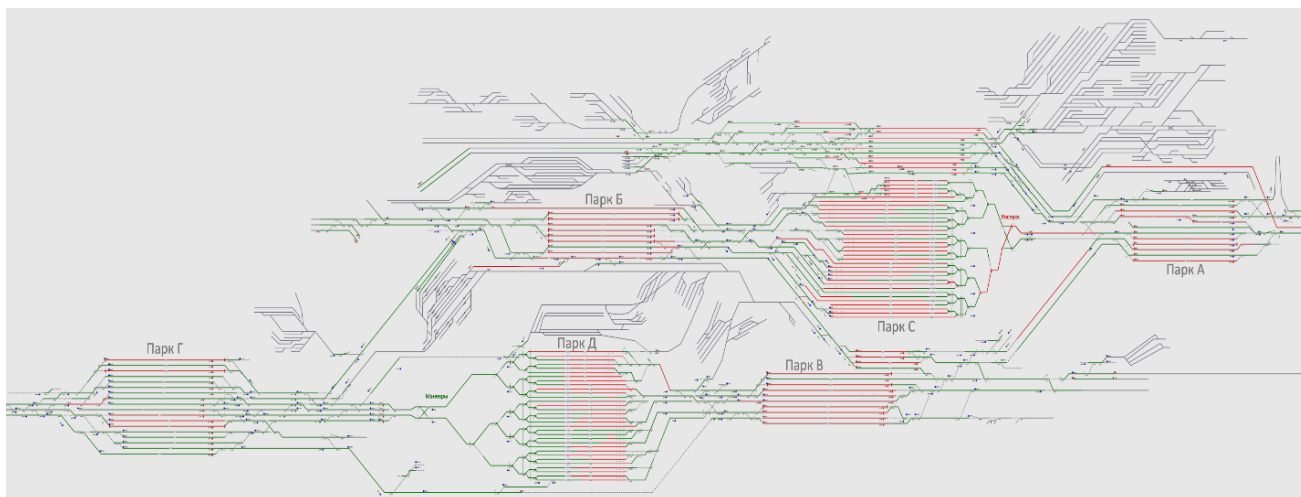
Ввиду динамичных изменений характера и структуры транспортно-логистических услуг в России и в мире в компании «Российские железные дороги» стали уделять особое внимание развитию комплексных интеллектуальных систем, направленных на повышение прогнозируемости и управляемости перевозочного процесса [1]. Начиная с 2023 года на сети дорог внедряются такие современные автоматизированные системы планирования и контроля, как «Вариантный график движения поездов» (ВГДП) [2], «Сменно-суточное планирование» (ССП) [3], «График исполненного движения нового поколения» (ГИД НП) [4] и др. Функционирование этих систем основывается на современных методах сбора и обработки данных, использующих достижения искусственного интеллекта (ИИ) в целом и машинного обучения в частности. Среднесрочной целью развития в этом направлении является создание единой аппаратно-программной платформы сквозного (от зарождения до погашения вагонопотока) планирования и управления перевозочным процессом средствами информационно-управляющих систем и единой линейки исполнительных систем на перегонах, станциях и сортировочных горках (системы автоматического управления сортировочным процессом, электрической и диспетчерской централизации с автоматическим управлением по данным оперативного планирования). В настоящее время годовое, месячное и оперативное планирование осуществляется на основе зачастую неоднородной и поэтому вручную обновляемой информации, поступающей от различных информационных систем. Крупнейшим источником «ручных» данных признается сортировочная станция, на которой неавтоматизированным способом решаются важнейшие для процесса исполнения графика движения поездов задачи поездообразования, оперативного планирования, межхозяйственного ресурсоснабжения и многие другие.

В работах [5–6] авторским коллективом данного направления была предложена и подробно рассмотрена идеология анализа, прогнозирования и принятия решений на основе реальных достоверных данных, названная анализом данных «от колеса».

### 1 Постановка задачи

Для оптимизации технологических процессов на сортировочных станциях, исключения ручного ввода информации и объективного контроля расчлененного простоя в 2022 году в ОАО «РЖД» был дан старт важнейшему проекту – «Цифровая железнодорожная станция» (далее – ЦЖС) с пилотной реализацией на станции Челябинск-Главный Южно-Уральской железной дороги [7]. В 2022 году специалистами АО «НИИАС» была разработана и утверждена в ОАО «РЖД» Методология ЦЖС [8], которая охватывает работу почти двух десятков различных хозяйств и подразделений Компании, участвующих в технологии работы сортировочной станции. Основной целью этого документа является описание методов, подходов и инструментария по приведению существующих бизнес-процессов к целевому состоянию автоматического управления работой сортировочной станции в целом.

В 2023 году началась разработка проектно-сметной документации по проекту ЦЖС, и АО «НИИАС», как головной исполнитель, приступил к строительству пилотного объекта. Все 23 внедряемых модуля были разделены на две категории: инфраструктурные и программные. Среди инфраструктурных модулей первый приоритет был отдан комплексным, распределенным по физическому расстоянию и наиболее трудозатратным автоматизированным системам [9]. К таким системам относятся «Комплекс компьютерного зрения для контроля занятости сортировочных путей» (КЗСП) [10], «Интеллектуальный пульт управления ЭЦ» (ИРПЦ), «Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях» (ПСС) [11] и «Система контроля и подготовки информации для АСУ СС о перемещениях вагонов и локомотивов в реальном времени» (СКПИ ПВЛ РВ) [12] (рис. 1).



**Рис. 1. Интерфейс СКПИ ПВЛ РВ (станция Челябинск-Главный)**

С научно-практической точки зрения, по мнению авторов настоящей работы, первостепенный интерес представляют данные, получаемые от системы СКПИ ПВЛ РВ, состоящей из распределенной по всем паркам станции сети индуктивных датчиков прохода колеса и точек контроля визуальной информации о вагонах и локомотивах, включающих устройства технического зрения. С помощью СКПИ ПВЛ РВ впервые в истории российского железнодорожного транспорта формируется цифровая повагонная модель работы станции в автоматическом режиме и реальном времени «от колеса», то есть на основе сопоставления данных от датчиков (рис. 2) с плановым списком – отчетностью о станционных операциях (прибытия, проследования между парками, отцепки локомотива, расформирования и других).

Результат работы СКПИ ПВЛ РВ в совокупности с результатами вышеуказанных смежных систем представляют собой уникальную выборку данных для экспертизы текущего состояния и среднесрочного прогноза режима работы станции с адресной детализацией причин приближения к соответствующим точкам бифуркаций. Под режимом работы станции в данном случае предлагается понимать состояние технологического процесса (далее ТП), характеризуемое определенным значением (коридором значений) наиболее важных комплексных показателей работы станции: простоя

вагонов, прибывших транзитом с переработкой<sup>1</sup> на станцию, рабочего парка вагонов и интенсивности прибытия-отправления вагонов на станции.



**Рис. 2. Счетная точка универсальная (СТУ) в составе СКПИ ПВЛ РВ**

Задачами настоящей работы являются:

- 1) классификация режимов работы станции на основании достоверной информации о состоянии ТП «от колеса», разделяющая их на эффективные и неэффективные режимы согласно целевой функции максимальной переработки при минимальных простоях вагонов;
- 2) формулировка гипотез о причинах переходов между режимами, а также описание принципов упреждения снижения эффективности работы станции.

## **2 Используемые данные**

Как уже было сказано, ранее в работах [5, 6] была предложена и реализована идея формирования основных показателей работы сортировочной станции (прибытие, отправление, вагонооборот, простой вагонов и другие) на основе объективной статистики, собранной «от колеса». В данном исследовании предлагается развитие данной тематики – определение режимов работы сортировочной станции на основе анализа показателей выполнения технологического процесса на основе таких данных.

Эффективная работа сортировочной станции предполагает оптимизацию времени обработки среднестатистического вагона, поступающего с перегона. Следовательно, обобщенным показателем эффективности станции является время простоя вагона (*Delay*, далее – *D*). Если рассматривать станцию с точки зрения теории массового обслуживания, как это было описано в работах [13, 14], то обобщенными комплексными факторами, влияющими на время обработки (простоя) вагона будут скорость поступления вагонов на станцию (интенсивность прибытия вагонов) (*Arrival*, далее – *A*), а также количество вагонов на станции в заданный момент времени (*Car fleet*, рабочий парк станции, далее – *CF*).

Так как скорость переработки вагонопотока станцией зависит в большей степени от вагонов, следующих по всей технологической цепочке сортировочного процесса от расформирования до зарождения новых составов, дальнейшее описание представлено для вагонов, поступающих на расформирование и повторное формирование – переработанных на станции.

---

<sup>1</sup> Вагоны местного формирования и транзитные вагоны без переработки не учитываются в исследовании, так как оказывают меньшее влияние на процесс расформирования, так как первые относительно редкие (<5 %), а вторые имеют низкий простой (норма 2,2 часа против 14 часов для транзитных вагонов с переработкой).

В качестве анализируемых данных средствами СКПИ ПВЛ РВ была собрана посменная статистика работы станции за 8 месяцев 2024 года по параметрам  $A$ ,  $CF$ ,  $D$ .

В следующем разделе представлены предложения о классификации режимов работы станции в общем ходе технологического процесса переработки вагонопотока на основании измерения показателя простоя вагонов, а также показано изменение влияния интенсивности прибытия вагонов и рабочего парка станции на простой в различных режимах функционирования станции.

### 3 Предлагаемое решение

С целью разделения категорий эффективности работы сортировочной станции на режимы взят основной показатель работы станции, влияющий на эффективность работы всей сети железных дорог – простой вагонов  $D$ . Согласно отчету о работе сортировочных станций (ДО-24ВЦ) за 2024 год на станции Челябинск-Главный норма  $D$  транзитных вагонов с переработкой составляет 14 часов, без переработки – 2,2 часа. Норма для значения интенсивности прибытия в ДО-24 отсутствует.

Для вычисления простоя «от колеса» были использованы моменты времени, взятые по каждому транзитному вагону, зашедшему в грузовую зону станции Челябинск-Главный через счетную точку универсальную (датчики прохода колеса с видеокамерами) на входе и датчики прохода колеса на выходе станции. Для вычисления рабочего парка использованы значения количества вагонов на станции через каждые 15 минут в модели перемещения СКПИ ПВЛ РВ. Для вычисления интенсивности прибытия использовано количество вагонов, прибывших на станцию Челябинск-Главный. Полученные графики значений для  $D$ ,  $A$  и  $CF$  представлены на рис. 3–5.

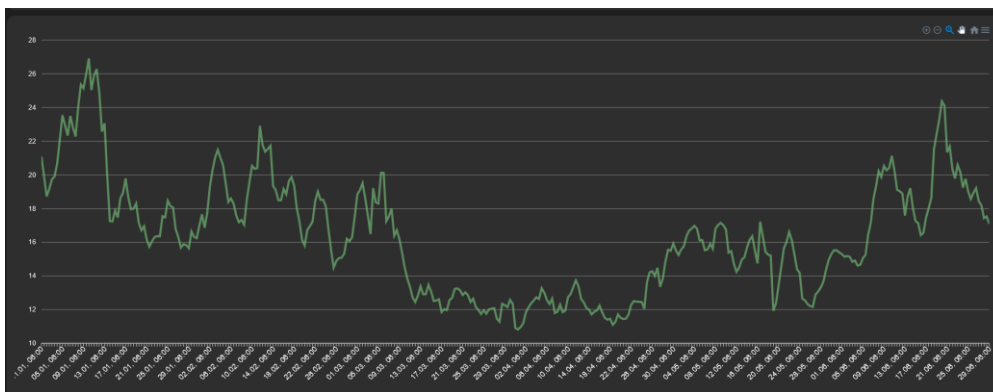


Рис. 3. Посменный график простоя вагонов, переработанных на станции Челябинск-Главный

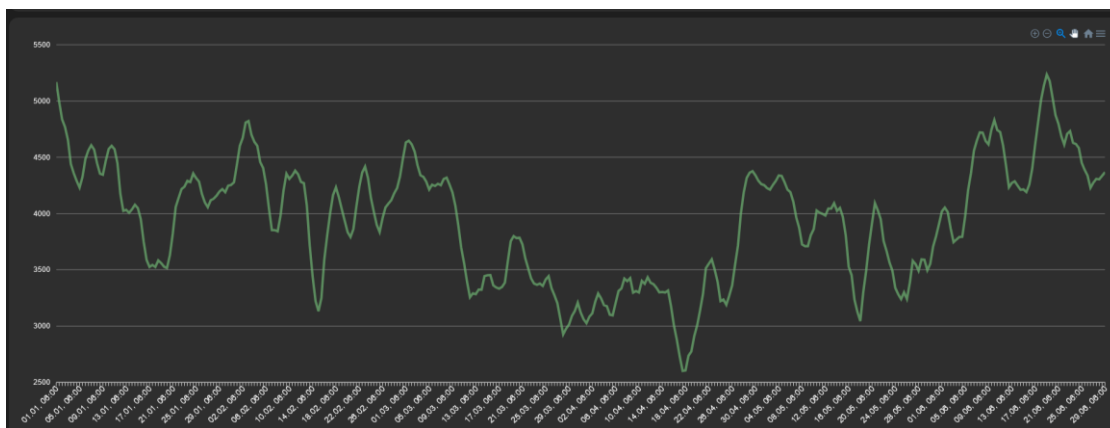
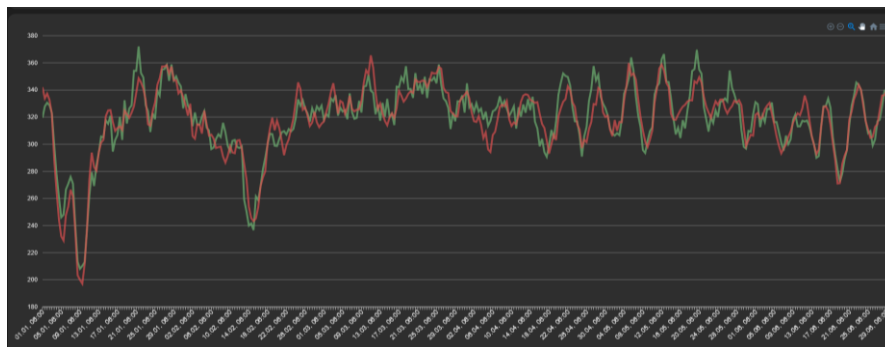


Рис. 4. График изменения среднесменного рабочего парка



**Рис. 5. Посменный график изменения интенсивности вагонов, принимаемых (зеленый) и отправляемых (красный) на ст. Челябинск-Главный**

На основе экспертного анализа параметров в наблюдаемый период времени можно отчетливо выделить 4 основных режима работы станции со следующими условными наименованиями:

1) малые значения  $CF$  и  $D$  и высокое  $A$  – *эффективный режим*. Станция работает близко к норме (даты с 12.03 по 22.04);

2) критические значения  $CF$  или  $D$  при высокой интенсивности  $A$  – *нагруженный режим*. Станция работает на предельных значениях (2.02–11.03 и 30.05–30.06);

3) большие значения  $CF$ ,  $D$  и  $A$  – *умеренный режим*. Переход между эффективным и нагруженным режимом (23.04–29.05);

4) малое  $CF$  и большое значение  $D$  при малом  $A$  – *межсезонный режим* (с 1.01 по 1.02).

Исходя из анализа технологического процесса работы станции (норма простоя транзитных вагонов с переработкой 14 часов, норма рабочего парка 4100 вагонов, средняя интенсивность прибытия в течение 2024 года – 280 вагонов/час), а также экспертного опроса дежурного персонала станции (согласно данным опроса, станция справляется с вагонопотоком при простоях не выше 20 часов или рабочем парке не выше 5000 вагонов) Челябинск-Главный в качестве интервалов, задающих значения  $CF$ ,  $D$  и  $A$ , экспертом использовались следующие значения для оценки<sup>2</sup>:

$CF \in [0; 4100]$  – малое;  $CF \in [4100; 5000]$  – большое;  $CF \in [5000; \infty]$  – критическое;

$D \in [0; 14]$  – малое;  $D \in [14; 20]$  – большое;  $D \in [20; \infty]$  – критическое;

$A \in [0; 280]$  – малое;  $A \in [280; \infty]$  – большое.

Вполне очевидно так же, что существуют и другие режимы, включающие остальные комбинации выведенных качественных показателей ключевых параметров станции, не выявленные при экспертном анализе. Для формирования матрицы всех возможных режимов методом экспертной оценки введем укрупненную качественную градацию исследуемых параметров. Значение каждого параметра могут быть характеризованы как малое, большое, критическое. Полученная матрица всех возможных режимов в заданной классификации представлена в табл. 1.

Таблица 1

#### Режимы работы станции на основе качественных характеристик ее ключевых параметров

	$A$ малое	$A$ большое
$CF$ малое, $D$ малое	$R_1$	$R_8$
$CF$ малое, $D$ большое	$R_2$	$R_9$
$CF$ малое, $D$ критическое	$R_3$	$R_{10}$
$CF$ большое, $D$ малое	$R_4$	$R_{11}$
$CF$ большое, $D$ большое	$R_5$	$R_{12}$
$CF$ большое, $D$ критическое	$R_6$	$R_7$
$CF$ критическое, $D$ малое	$R_7$	$R_7$
$CF$ критическое, $D$ большое	$R_7$	$R_7$
$CF$ критическое, $D$ критическое	$R_7$	$R_7$

<sup>2</sup> В настоящем исследовании использована субъективная классификация режимов по оценкам экспертов. В дальнейшем планируется формализация оценок на основе аппарата нечеткого вывода.

Ниже представлено описание режимов работы станции исходя из комбинации качественных характеристик ключевых параметров также с условным наименованием:

$R_1$  – *холостой режим*. Станция не загружена и не принимает поезда. Возможен в критических, довольно редких ситуациях.

$R_2$  – *межсезонный режим*. Станция не загружена, при этом принимает и отправляет поезда ниже своих возможностей. Переход станции на новый календарный год (перезаключение договоров и другие причины).

$R_3$  – *неэффективный режим*. Станция не загружена, при этом принимает ниже своих возможностей и задерживает максимально вагон. Возможен в случае неэффективного планирования работы полигона.

$R_4$  – *разгружающий режим*. Станция загружена, не принимает поезда, при этом вагоны на ней не задерживаются. Возможен при необходимости разгрузки станции после состояний, приведших к длительному простоя вагонов.

$R_5$  – *режим застоя*. Станция загружена, не принимает поезда при сниженной отправке поездов. Возможен при неэффективном управлении сортировочной станцией.

$R_6$  – *режим остановки*. Станция загружена, не принимает поезда, останавливая их отправку. Остановка работы станции по причине нештатных ситуаций.

$R_7$  – *нагруженный режим*. Станция загружена максимально, прием и отправка составов затруднены. Неэффективное планирование работы станции.

$R_8$  – *эффективный режим*. Станция не загружена при интенсивном приеме составов. Штатная работа сортировочной станции при эффективном планировании ресурсов.

$R_9$  – *переходной режим*. Станция не загружена, при этом интенсивно принимает поезда при сниженной отправке. Переход к неэффективной работе станции из-за превышения приема над отправкой.

$R_{10}$  – *режим неготовности*. Станция принимает интенсивно поезда, при этом вагоны невозможно отправить, но их немного на станции. Интенсивный прием вагонов при неэффективном управлении технологическим процессом, либо отсутствие поездных локомотивов.

$R_{11}$  – *сверхэффективный режим*. Станция загружена, принимает интенсивно поезда, при этом вагоны на ней не задерживаются. Работа сортировочной станции с повышенной эффективностью при большой загрузке.

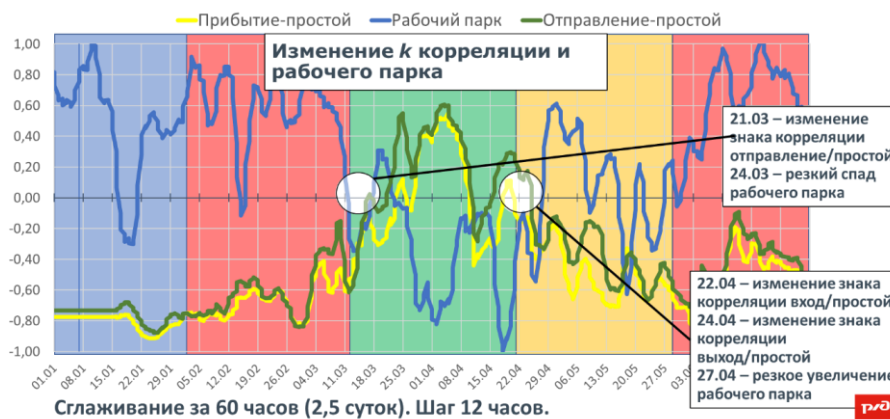
$R_{12}$  – *умеренный режим*. Станция загружена, принимает поезда при сниженной отправке поездов. Штатная работа сортировочной станции при снижении количества локомотивов или эффективности распределения ресурсов.

В рамках настоящего исследования также были проведены анализ взаимного влияния между параметрами и оценка значений в различных режимах. В качестве меры взаимного влияния показателей работы станции использован коэффициент корреляции Пирсона:

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y},$$

где  $\text{cov}(X, Y)$  – ковариация векторов  $X$  и  $Y$ ;  $\sigma_X$ ,  $\sigma_Y$  – среднеквадратическое отклонение соответственно векторов  $X$  и  $Y$ .

На рис. 6 показаны графики изменения коэффициента корреляции между показателями простоя и интенсивности прибытия вагонов (обозначен желтым цветом); значение общего рабочего парка, нормализованное к интервалу  $[-1; 1]$  (синий цвет). Также на рис. 6 дополнительно представлена корреляция показателей простоя и отправления (зеленый цвет). В качестве значений векторов  $X$  и  $Y$  использованы соответственно значения перечисленных величин. Значениями на оси ординат являются средние значения каждого показателя за одну смену, измеренные за период времени 6 месяцев. Корреляция рассчитывалась за двухнедельные периоды.



**Рис. 6. Иллюстрация наиболее информативных значений, количественно отображающих работу сортировочной станции (желтая линия – взаимное влияние интенсивности прибытия и простоя, синяя линия – изменение рабочего парка станции, зеленая линия – взаимное влияние интенсивности отправления и простоя)**

Укрупненно режимы работы на основе экспертной оценки размечены следующим образом: синий – межсезонный, зеленый – эффективный, красный – нагруженный, желтый – умеренный.

Как видно из рис. 6, характерной особенностью исследуемого технологического процесса является то, что момент перехода между эффективным и другими режимами работы характеризуется изменением знака коэффициента корреляции между интенсивностью прибытия и простоя вагонного парка. В эффективном режиме происходит некоторое увеличение простоя вагонов после увеличения интенсивности прибытия – загрузка станции повышается, а также уменьшение простоя после уменьшения интенсивности прибытия – станция продолжает ритмичную работу и, при уменьшении входного потока, эффективнее обрабатывает вагоны на сортировочных горках. В остальных режимах корреляция становится отрицательной, то есть даже при уменьшении входного потока простоя вагонного парка может увеличиваться или не меняться, что говорит о наличии других существенных факторов, отрицательно влияющих на эффективность работы и являющихся объектом дальнейшей работы по направлению настоящего исследования.

#### **4 Обсуждение результатов**

На основе анализа причин переходов в различные режимы работы станции были сделаны адресные выводы по каждому выявленному случаю за соответствующий период.

В случае 1 (межсезонный режим) станция довольно продолжительное время в начале календарного года, несмотря на очень низкий входной поток, работала с крайне низкой эффективностью по очевидно независимым от инфраструктуры станции причинам. Поэтому, накопив большой рабочий парк при возобновлении интенсивного подхода, станция перешла из межсезонного режима работы 31.01 сразу в нагруженный режим).

С 12.03 станции удалось перейти сразу в эффективный режим работы, освободившись от всего избыточного парка вагонов. Гипотезой здесь может быть уменьшение парка локомотивов, находящегося на техническом обслуживании, относительно общего локомотивного парка на станции с 50 до 30 % и, как следствие, снижение среднего времени подачи локомотивов для отправления выставленных в парк отправления поездов. Далее с 23.04 произошел переход на умеренный режим работы, но почти сразу увеличился процент составов с многократно переработанными вагонами на четной стороне, после чего с 01.06 станция опять вошла в нагруженный режим – началось постепенное растрачивание набранных резервов перерабатывающей способности и увеличился поток «угловых» передач – групп вагонов, перемещаемых для расформирования в противоположную относительно прибытия систему (из четной в нечетную или из нечетной в четную).

На основе предварительных результатов исследования можно сделать вывод о возможности разработки модуля прогнозирования и планирования режима работы станции (МПРС) с адресными рекомендациями по превентивному удержанию эффективного режима работы станции или нивелированию последствий от нештатных ситуаций.

Например, за три дня до возможного перехода из эффективного в нагруженный режим работы МПРС сообщает оператору (начальнику станции) о негативном прогнозе и вероятных причинах его появления. Причинами ухудшения работы станции, то есть перехода в неэффективные режимы работы ( $R_1 - R_7, R_{10}, R_{11}$ ) могут быть выявленные тренды к снижению эксплуатируемого парка локомотивов либо увеличению доли «смешанных» поездов, которые идут на расформирование сразу на две сортировочные системы, или другие события, предполагающие ощутимые изменения сложившихся благоприятных условий работы. В таких случаях могут потребоваться дополнительные организационные меры по штату, отмену отпусков, привлечение дополнительных трудовых ресурсов из смежных хозяйств (вагонников, локомотивных бригад) и другие.

В среднесрочной перспективе на базе ЦЖС возможен переход на полностью автоматический режим работы подсистемы «Сменно-суточное планирование» и включение разрабатываемого решения в ежемесячный процесс разработки вариантного графика движения поездов на базе ВГДП ИСУЖТ.

### **Выводы**

В результате проведенного исследования идентифицированы режимы, отражающие эффективность работы грузовой сортировочной станции на основе ключевых показателей: простоя вагонов, рабочего парка и интенсивности прибытия поездов. Предложена гипотеза о смене режимов, что позволяет создать основу для модуля превентивного определения уровня эффективности сортировочных процессов или нивелирования последствий нештатных ситуаций в процессе обработки и приема грузов на сортировочной станции. В дальнейшем планируется разработка нечеткой базы знаний адресных причин снижения эффективности работы грузовой станции и системы поддержки принятия решений в реальном времени на основе фактического состояния станции и предыстории ее функционирования. Это позволит прогнозировать и адресно реагировать на потенциальные риски потери эффективности технологических процессов как на самой сортировочной станции, так и оценивать их влияние на актуальные планы работы полигона и всей сети ОАО «РЖД».

### **Список литературы**

- 1 Долгий, А. И. Концептуальный подход к построению современной платформы управления перевозочным процессом в ОАО «РЖД» / А. И. Долгий // Труды АО «НИИАС». – 2021. – С. 9–31. – ISBN 978-5-94833-099-0.
- 2 Патент RU 2680540 C1. Система для формирования вариантных графиков движения поездов на полигоне железнодорожной сети при производстве ремонтно-путевых работ / И. Р. Гургенидзе, Р. Т. Идиатулин, С. П. Остроумов [и др.]. – № 2018120500 ; заявл. 04.06.2018 ; опубл. 22.02.2019, Бюл. № 6. – 8 с.
- 3 Фрольцов, В. Д. Комплексное сменно-суточное планирование тяговых ресурсов под поезда в рамках ИСУЖТ / В. Д. Фрольцов // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2018). – 2018. – С. 21–23. – EDN VTMUSU.
- 4 Дежков, М. А. Увеличение пропускных и провозных способностей Восточного полигона с помощью использования передовых систем интервального регулирования движения поездов / М. А. Дежков, К. А. Тарасов, М. А. Чернин // Надежность. – 2024. – Т. 24, №. 3. – С. 3–9. – DOI 10.21683/1729-2646-2024-24-3-3-9.
- 5 Формирование объективных показателей работы сортировочной станции на основе данных

### **References**

- 1 Dolgiy, A. I. Conceptual approach to building a modern platform for managing the transportation process at JSC Russian Railways / A. I. Dolgiy // Proceedings of JSC NIIAS. – 2021. – P. 9–31. – ISBN 978-5-94833-099-0.
- 2 Patent RU 2680540 C1. System for generating alternative train schedules on a railway network test site during track repair work / I. R. Gurgenzidze, R. T. Idiatulin, S. P. Ostroumov [et al.]. – No. 2018120500 ; stated 04.06.2018 ; published 22.02.2019, Bulletin No. 6. – 8 с.
- 3 Froltsov, V. D. Integrated shift-daily planning of traction resources for trains within the framework of ISUZhT / V. D. Froltsov // Intelligent control systems in railway transport. Computer and mathematical modeling (ISUZhT-2018). – 2018. – P. 21–23. – EDN VTMUSU.
- 4 Dezhkov, M. A. Increasing the throughput and carrying capacity of the Eastern Polygon through the use of advanced interval train control systems / M. A. Dezhkov, K. A. Tarasov, M. A. Chernin // Reliability. – 2024. – Vol. 24, No. 3. – P. 3–9. – DOI 10.21683/1729-2646-2024-24-3-3-9.
- 5 Formation of objective performance indicators of a marshalling yard based on “wheel” data /

«от колеса» / А. Е. Хатламаджиян, И. А. Ольгейзер, А. В. Суханов, В. С. Иерусалимов // Автоматика на транспорте. – 2024. – Т. 10, № 3. – С. 254–268. – DOI 10.20295/2412-9186-2024-10-03-254-268.

6 Planning station operations based on actual station performance obtained "from the wheel" / S. M. Kovalev, A. V. Sukhanov, I. A. Olgeizer and V. S. Ierusalimov // Proceedings of the Eighth International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (ИТИ'24). Lecture Notes in Networks and Systems. – Springer Nature, 2024. – Volume 1, P. 33–42.

7 Цифровая железнодорожная станция – от концепции к реальному внедрению / В. Е. Андреев, А. И. Долгий, В. В. Кудюкин [и др.] // Автоматика, связь, информатика. – 2023. – № 9. – С. 2–6. – DOI 10.34649/AT.2023.9.9.001.

8 Методологические указания по формированию функционала системы управления «Цифровая железнодорожная станция». Редакция 1.10. Утв. Андреевым В. Е., № 295 от 30.12.2022 г. – URL: <http://scbist.com/xx3/56534-09-2023-cifrovaya-zheleznodorozhnaya-stanciya-ot-konceptcii-k-realnomu-vnedreniyu.html> (дата обращения: 14.03.2025).

9 Хатламаджиян, А. Е. Единая станционная платформа обмена информацией низовых систем автоматизации / А. Е. Хатламаджиян, Ю. Ф. Золотарев, И. А. Ольгейзер // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 11. – С. 34. – DOI 10.34649/AT.2021.11.11.009.

10 Компьютерное зрение как способ интеллектуализации систем горочной автоматизации / И. А. Ольгейзер, А. В. Суханов, А. М. Лященко, Д. В. Глазунов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2022. – № 1. – С. 46–53. – DOI 10.52261/02346206\_2022\_1\_46.

11 Хатламаджиян, А. Е. Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях / А. Е. Хатламаджиян, А. И. Лебедев // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2019. – № 2. – С. 9–13. – ISSN 1817-6089.

12 Шабельников, А. Н. Комплексная автоматизация узловой сортировочной станции / А. Н. Шабельников, А. Н. Смородин // Автоматика, связь и информатика. – 2018. – № 4. – С. 12–14. – ISSN 3034-3194.

13 Одикадзе, В. Р. Развитие технологии и разработка средств мониторинга функционирования система автоматизации сортировочных процессов : 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производ-

А. Е. Khatlamadzhiyan, I. A. Olgeizer, A. V. Sukhanov, V. S. Ierusalimov // Automation in transport. – 2024. – Vol. 10, No. 3. – P. 254–268. – DOI 10.20295/2412-9186-2024-10-03-254-268.

6 Planning station operations based on actual station performance obtained "from the wheel" / S. M. Kovalev, A. V. Sukhanov, I. A. Olgeizer and V. S. Ierusalimov // Proceedings of the Eighth International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (ИТИ'24). Lecture Notes in Networks and Systems. – Springer Nature, 2024. – Volume 1, P. 33–42.

7 Digital railway station – from concept to real implementation / V. E. Andreev, A. I. Dolgiy, V. V. Kudyukin [et al.] // Automation, communication, informatics. – 2023. – No. 9. – P. 2–6. – DOI 10.34649/AT.2023.9.9.001.

8 Methodological guidelines for the formation of the functionality of the Digital Railway Station management system. Revision 1.10. Approved by V. E. Andreev, No. 295 dated 12/30/2022. – URL: <http://scbist.com/xx3/56534-09-2023-cifrovaya-zheleznodorozhnaya-stanciya-ot-konceptcii-k-realnomu-vnedreniyu.html> (date of access: 03/14/2025).

9 Khatlamadzhiyan, A. E. Unified station platform for information exchange of low-level automation systems / A. E. Khatlamadzhiyan, Yu. F. Zolotarev, I. A. Olgeizer // Automation, communication, informatics. – 2021. – No. 11. – P. 34. – DOI 10.34649/AT.2021.11.11.009.

10 Computer vision as a way to intellectualize hump automation systems / I. A. Olgeizer, A. V. Sukhanov, A. M. Lyashchenko, D. V. Glazunov // Problems of mechanical engineering and automation. – 2022. – No. 1. – P. 46–53. – DOI 10.52261/02346206\_2022\_1\_46.

11 Khatlamadzhiyan, A. E. Integrated post for automated reception and diagnostics of rolling stock at marshalling yards / A. E. Khatlamadzhiyan, A. I. Lebedev // Wagons and carriage facilities. – 2019. – No. 2. – P. 9–13. – ISSN 1817-6089.

12 Shabelnikov, A. N. Integrated automation of a junction marshalling station / A. N. Shabelnikov, A. N. Smorodin // Automation, communication, informatics. – 2018. – No. 4. – P. 12–14. – ISSN 3034-3194.

13 Odikadze, V. R. Development of technology and development of means for monitoring the functioning of the automation system of sorting processes : 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of candidate of technical

ствами (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Одикадзе Владимир Ромазович ; Ростовский государственный университет путей сообщения. – Ростов-на-Дону, 2008. – 198 с.

14 **Жарков, М. Л.** Моделирование сортировочных станций железнодорожной сети методами теории массового обслуживания / М. Л. Жарков, М. М. Пavidис // Надежность. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 27–34. – DOI 10.21683/1729-2646-2021-21-3-27-34.

sciences / Odikadze Vladimir Romazovich ; Rostov State Transport University. – Rostov-on-Don, 2008. – 198 p.

14 **Zharkov, M. L.** Modeling of marshalling yards of the railway network using methods of queueing theory / M. L. Zharkov, M. M. Pavidis // Reliability. – 2021. – Vol. 21, No. 3. – P. 27–34. – DOI 10.21683/1729-2646-2021-21-3-27-34.

*A. I. Dolgiy, A. E. Khatlamadzhiyan, I. A. Olgeizer, A. V. Sukhanov*

### CLASSIFICATION OF RAILWAY STATION OPERATION MODES BASED ON REAL DATA "FROM THE WHEEL"

**Abstract.** A new approach to classifying the operation modes of a railway freight marshalling yard is proposed based on objective data obtained by merging information from various sensors and station systems. A concept for classifying station operation "from the wheel", i. e. based on data from automatic reading devices, is proposed, as opposed to the existing system of calculating station efficiency based on manually entered information. The new concept is described by formalizing such key station indicators as detention of car wagon downtime, operating fleet, and train arrival rate, which are essentially quantitative variables whose values reflect station operation. The application of the proposed approach is shown using statistical data on the operation of the Chelyabinsk-Glavny station as an example, and the station operating modes identified based on an expert assessment of the calculated indicators are described. The development of the given approach as a tool for predictive analytics of the station operation and targeted development of measures to implement the effective functioning of railway marshalling yards is proposed.

**Keywords:** digital railway station, automation of station operations, calculation of "from the wheel" indicators, increasing the efficiency of a marshalling yard.

**For citation:** Classification of railway station operation modes based on real data "from the wheel" / A. I. Dolgiy, A. E. Khatlamadzhiyan, I. A. Olgeizer, A. V. Sukhanov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2025. – No. 1. – P. 58–68. – DOI 10.46973/0201-727X\_2025\_1\_58.

#### Сведения об авторах

**Долгий Александр Игоревич**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), кандидат технических наук, генеральный директор, e-mail: a.dolgiy@vniias.ru

**Хатламаджиян Агоп Ервандович**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора, e-mail: a.hatlamadzhiyan@vniias.ru

#### Information about the authors

**Dolgiy Alexander Igorevich**

JSC "Research and Design Institute of Information, Automation and Communication in Railway Transport" (JSC NIAS), Candidate of Engineering Sciences, General Director, e-mail: a.dolgiy@vniias.ru

**Khatlamadzhiyan Agop Yervandovich**

JSC "Scientific Research and Design Institute of Information, Automation and Communication in Railway Transport" (JSC NIAS), Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor, Deputy General Director, e-mail: a.hatlamadzhiyan@vniias.ru

**Ольгейзер Иван Александрович**

Ростовский филиал  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (РостФ НИИАС),  
кандидат технических наук, доцент,  
первый заместитель директора филиала.

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления»,  
доцент,  
e-mail: i.olgezer@vniias.ru

**Суханов Андрей Валерьевич**

Ростовский филиал  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (РостФ НИИАС),  
кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника отделения интеллектуальных информационных технологий цифровой станции.

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вычислительная техника и автоматизированные системы управления»,  
доцент,  
e-mail: a.suhanov@vniias.ru

**Olgeizer Ivan Alexandrovich**

Rostov Branch of JSC “Research and Design Institute of Information, Automation and Communication in Railway Transport” (RostF NIIAS),  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor, First Deputy Director of the Branch.

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair “Computer Engineering and Automated Control Systems”,  
Associate Professor,  
e-mail: i.olgezer@vniias.ru

**Sukhanov Andrey Valeryevich**

Rostov Branch of JSC “Research and Design Institute of Information, Automation and Communication in Railway Transport” (RostF NIIAS),  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor, Deputy Head of the Department of Intelligent Information Technologies of the Digital Station.

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair “Computer Engineering and Automated Control Systems”,  
Associate Professor,  
e-mail: a.suhanov@vniias.ru