

А. А. Муравьев, В. С. Колокольников

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КОРРЕКТНОСТИ РАСЧЕТА ЗАГРУЗКИ СТРЕЛОЧНЫХ ГОРЛОВИН

Аннотация. Рассматривается актуальный вопрос, связанный с повышением точности расчета пропускной способности объектов железнодорожного транспорта. Для решения этой проблемы авторами предложен новый подход к определению загрузки стрелочных горловин – кроме занятости передвижениями и плановым техническим обслуживанием с помощью разработанного алгоритма будут учтены структурные (технологические) потери. Суть алгоритма заключается в поэлементном анализе занятости стрелочных групп: рассматриваются промежутки времени, когда стрелка фактически не была занята передвижениями, но могла бы, если бы не возникла враждебность. С использованием метода имитационного моделирования на реальных объектах выполнена верификация нового подхода. Приведено сравнение результатов, получаемых при использовании различных методов расчета: аналитического (по действующей Инструкции ОАО «РЖД» № 545/р), с использованием модели, с использованием модели и предлагаемого алгоритма.

Ключевые слова: стрелочная горловина, структурные потери, методика расчета пропускной способности, имитационное моделирование, сортировочная станция, угольный терминал, горно-обогажительный комбинат.

Для цитирования: Муравьев, А. А. К вопросу о повышении корректности расчета загрузки стрелочных горловин / А. А. Муравьев, В. С. Колокольников // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 2. – С. 175–185. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_2_175.

Введение

Исследования стрелочных горловин напрямую связаны с определением пропускной способности железнодорожных станций, ликвидацией «узких мест» на грузонапряженных участках и направлениях с интенсивным движением поездов [1–3]. В научных публикациях неоднократно подчеркивалось, что *загрузка стрелок включает в себя не только непосредственно занятость передвижениями, но также структурные и функциональные потери*, которые, соответственно, возникают при наличии враждебности маршрутов и при отсутствии готовых технологических операций [4–6]. Однако вопрос о том, каким образом их можно учитывать, до сих пор остается открытым. Повышение мощности компьютерных программно-вычислительных комплексов в совокупности с постоянно совершенствующимся методом имитационного моделирования дают возможность получать объективную картину о пропускной и перерабатывающей способностях объектов железнодорожной инфраструктуры.

Результаты исследования стрелочных горловин, о которых пойдет речь в данной статье, получены с использованием разработанной коллективом научной школы УрГУПС системы имитационного моделирования ИСТРА-САПР, которая рекомендована к использованию в ОАО «РЖД» [7] и широко применяется при оценке пропускной и перерабатывающей способности железнодорожной инфраструктуры в рамках отечественных и зарубежных инвестиционных проектов [8–10].

Инструкция по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД» № 545/р от 04.03.2022 [11] содержит ряд допущений, которые оказывают весьма значимое влияние на результат. В то же время существующая методология имитационных расчетов учитывает лишь время занятия стрелочных переводов передвижениями, что зачастую приводит к заниженным показателям загрузки устройств, несмотря на наличие существенных задержек из-за элементов горловины при выполнении технологических операций.

Основная часть

С целью повышения корректности расчета загрузки стрелочных горловин авторами предлагается:

1 При определении загрузки стрелочных групп учитывать структурные потери элемента, возникающие из-за враждебности передвижений.

2 Использовать разработанный алгоритм учета структурных потерь при расчете загрузки элементов стрелочных групп. Инструкция ОАО «РЖД» № 545/р учитывает враждебность в горловине

лишь при определении результирующей пропускной способности с помощью одного коэффициента. Напротив, предлагаемый алгоритм позволяет определять долю структурных потерь для каждой стрелочной группы.

3 Определять загрузку стрелочных горловин и их пропускную способность с использованием метода имитационного моделирования. Он позволяет не только учитывать схему путевого развития, технологию работы объекта, но также, в отличие от аналитического подхода, случайные процессы и элементы диспетчерского управления.

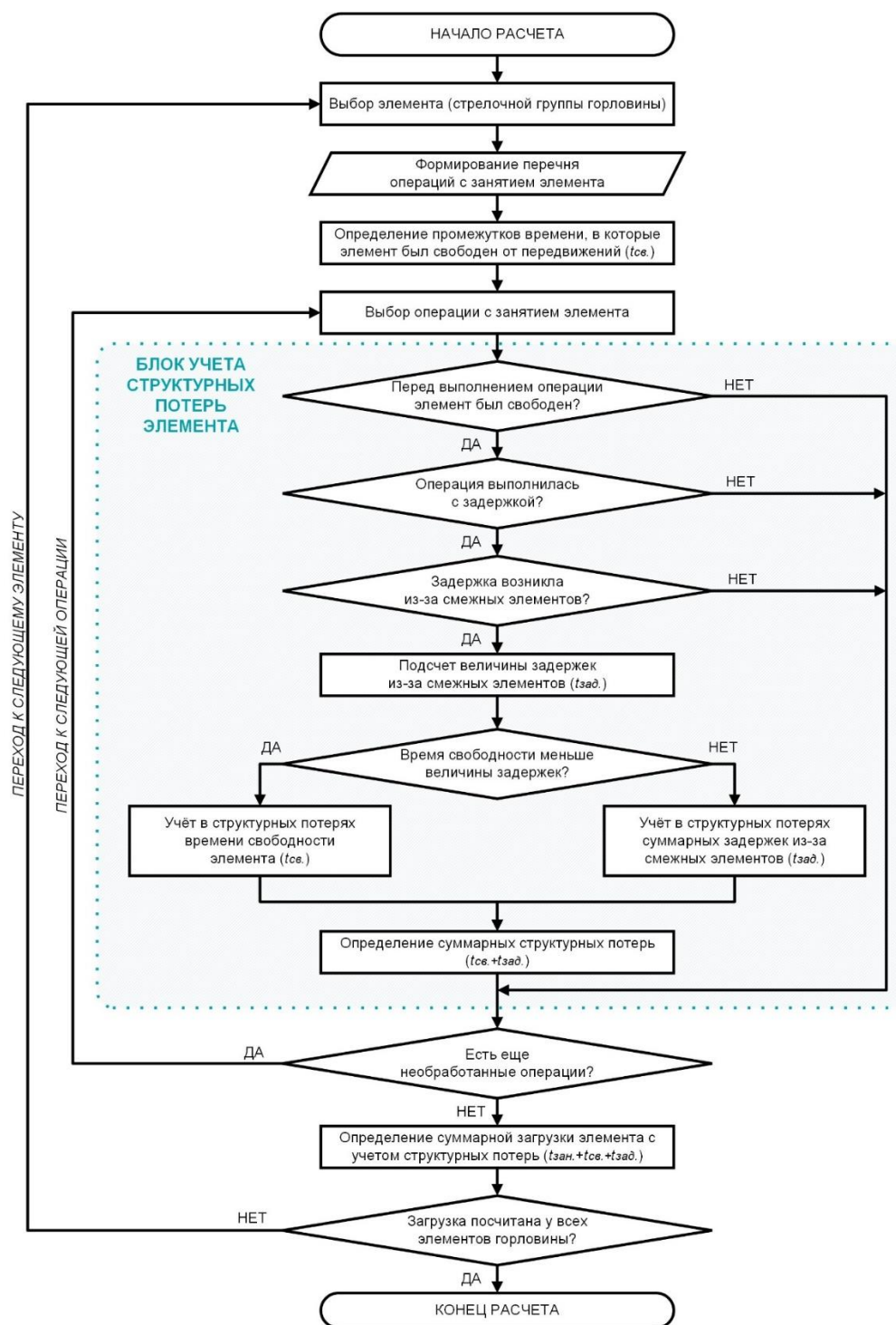


Рис. 1. Алгоритм расчета загрузки стрелочных групп горловин с учетом структурных потерь

Суть предлагаемого алгоритма учета структурных потерь заключается в поэлементном анализе занятости стрелочных групп в горловине (рис. 1). В частности, для отдельно взятой группы стрелочных

переводов рассматриваются промежутки времени, когда она фактически не была занята передвижениями, но могла бы, если не возникла враждебность. Это позволяет не выходить за рамки суток, принимаемых за предельное (100 %) теоретическое значение загрузки устройства. Перечень выполненных операций выдается в качестве результатов расчетов на модели, однако дальнейшие описываемые действия еще предстоит автоматизировать. На основании перечня определяются промежутки времени, в которые элемент был свободен от передвижений, а затем по суточному плану-графику выбирается операция с занятием рассматриваемой стрелочной группы горловины. В параметрах каждой операции представлена детализация о времени занятия элементов инфраструктуры и использованных ресурсах (рис. 4), а также указаны элементы, вызвавшие задержку (при ее наличии). Необходимо определить, почему занятости не было – либо из-за отсутствия готовой операции (функциональные потери), либо из-за занятости горловины враждебным маршрутом (структурные потери). При структурных потерях операция будет иметь задержки – производится подсчет их суммарной величины за период расчета, а также определяется среднесуточное значение. Как показывает практика, доля задержек из-за других элементов структуры уменьшается по мере отдаления от рассматриваемого элемента, поэтому для рассматриваемой стрелочной группы предлагается учитывать задержки из-за стрелочных групп этой же горловины, а также из-за примыкающих к ней путей.

Суммарная загрузка элемента с учетом структурных потерь, времени его занятия текущим обслуживанием, плановыми видами ремонта или снегоуборкой тогда будет определяться по формуле:

$$T = \frac{t_{\text{зан.}} + t_{\text{стр.}} + t_{\text{тех.}}}{1440},$$

где $t_{\text{зан.}}$ – время непосредственной занятости элемента передвижениями, мин;
 $t_{\text{стр.}}$ – структурные потери элемента, возникающие из-за враждебности передвижений, мин;
 $t_{\text{тех.}}$ – время занятия горловины текущим обслуживанием, плановыми видами ремонта или снегоуборкой, мин.

С целью верификации предлагаемого алгоритма рассмотрена горловина станции необщего пользования горно-обогатительного комбината с наибольшей интенсивностью передвижений (рис. 2). Основные маршруты, по которым выполняются передвижения, связаны с заездом/выездом маневрового локомотива, подачей порожних вагонов на пункты погрузки и уборкой с фронтов груженых вагонов, подачей и уборкой вагонов на взвешивание, расформированием поездов и др.

Основные категории прибывающих поездов следующие:

- 1) порожний маршрут из полувагонов;
- 2) порожний маршрут из вагонов-хопперов;
- 3) порожний маршрут из полувагонов и вагонов-хопперов;
- 4) порожний маршрут из полувагонов для перевозки окатышей;
- 5) сборный поезд.

Технология обработки каждого поезда может меняться в зависимости от наличия или отсутствия негодных под погрузку вагонов, необходимости подготовки под погрузку, выбора пункта погрузки и груза, необходимости взвешивания и дозировки и т.п. Для каждого поезда может быть предусмотрено от одного до восьми вариантов технологии обслуживания на пути необщего пользования. Количество сочетаний в данном случае превышает тысячу, что свидетельствует о громоздкости и сложности аналитического расчета. Тем не менее при одинаковом входящем потоке значение загрузки стрелочной горловины, рассчитанное аналитическим методом, может варьироваться от 54 до 77 % в зависимости от принятой технологии. На рис. 3 все возможные получаемые значения сведены в «диаграмму размаха». Здесь прямоугольник содержит 50 % данных, согласно которым загрузка составляет от 62 до 68 %, медианная линия (65 %) делит его пополам, что свидетельствует о симметричности распределения. При этом видно, что пограничные значения, не относящиеся к выбросам в выборке, составляют диапазон от 54 до 77 %. Проектирование станций с использованием такой методики неизбежно приведет к ошибочным решениям.

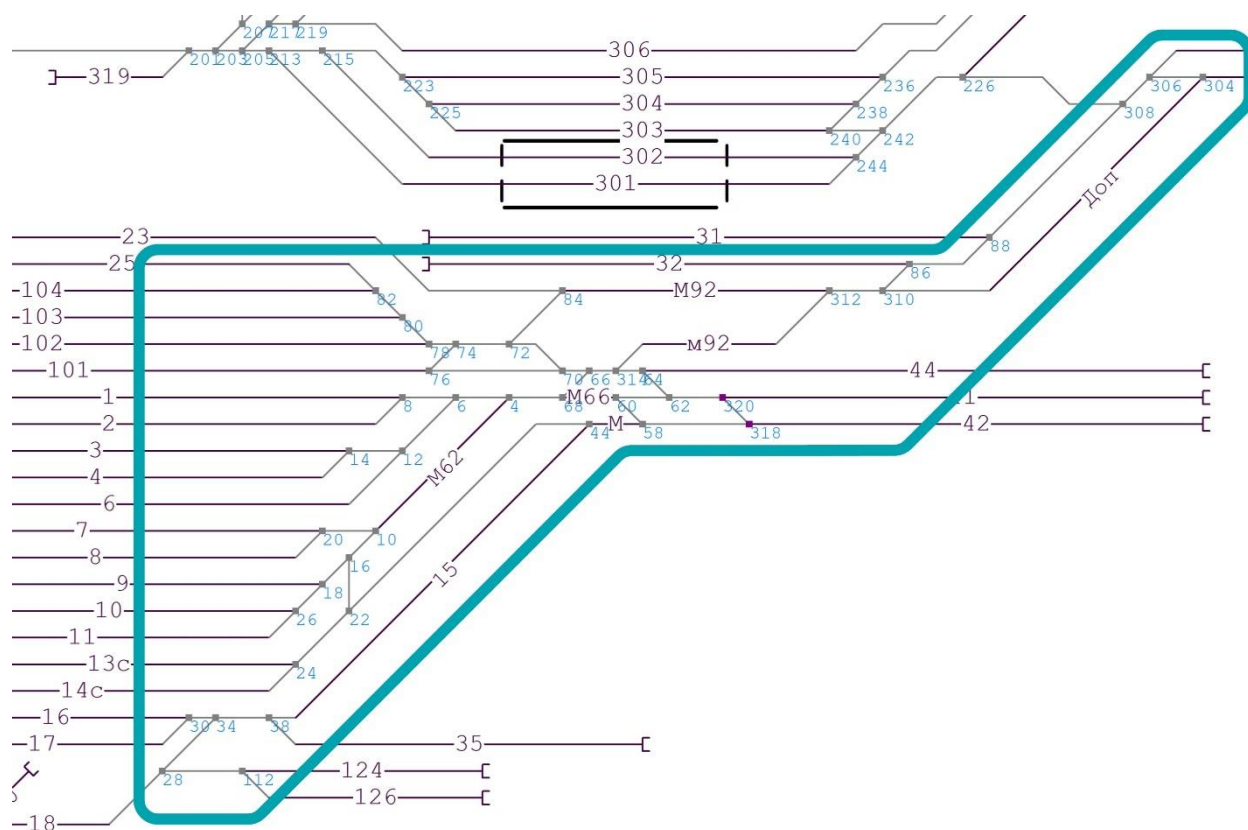


Рис. 2. Стрелочная горловина горно-обогатительного комбината

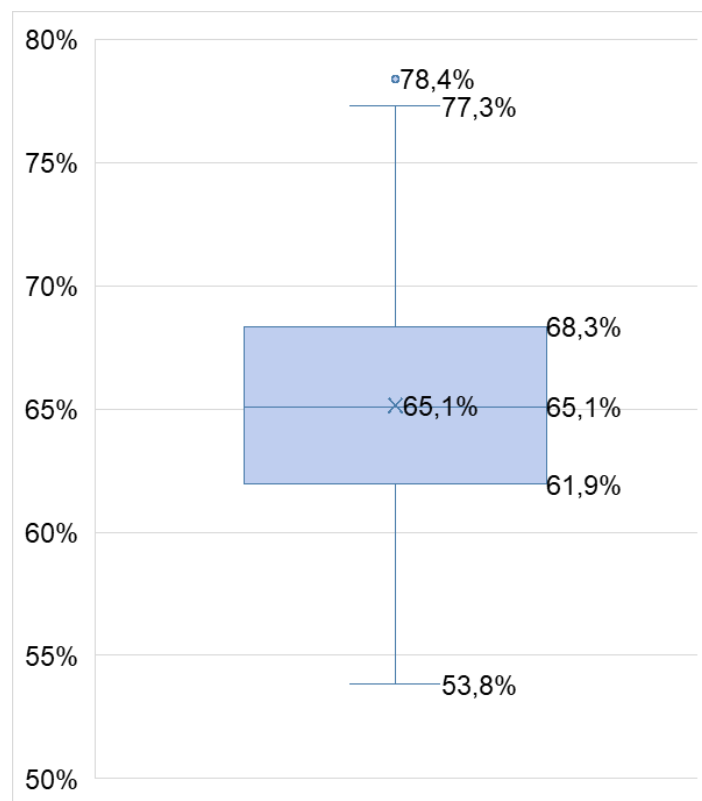


Рис. 3. Загрузка стрелочной горловины, получаемая аналитическим расчетом (> 1000 возможных вариантов технологии)

Для сравнения выполнен расчет загрузки той же горловины на имитационной модели с использованием программного комплекса ИСТРА-САПР. Согласно расчетам (табл. 1), одна из наиболее загруженных групп стрелочных переводов (№ 62, 320) занята передвижениями 10,8 ч в сутки (45 %), при этом вызывает на 1,5 ч больше задержек (в среднем в сутки), чем группа, включающая стрелки № 4, 6, 8, 12, 14, 68, и имеющая большую занятость передвижениями (62 %). При этом наиболее загруженный элемент и по аналитическому расчету, и по расчетам на имитационной модели совпадает, хотя и отличаются численные значения.

Таблица 1

Загрузка стрелочных групп в горловине и задержки из-за них

группа стрелок	граф. загрузка	загрузка	задержка из-за
Стр.4,6,8,12,14,68		62,2 %	12:58
Стр.60		45,7 %	2:15
Стр.62,320		45,1 %	14:25
Стр.10,16,18,20,26		44,7 %	4:36
Стр.86,88,306,308		35,1 %	5:53
Стр.64,66,70,314		30,0 %	8:49
Стр.72,74,78,80,82		20,3 %	1:50
Стр.58,318		19,3 %	0:35

Ни по аналитической методике, ни по результатам модели не удалось получить критических высоких значений, близких к 100 %. Однако модель показывает, что, несмотря на высокую загрузку других элементов (путей, локомотивов и др.), наблюдаются и высокие задержки из-за стрелочной горловины, а увеличение потока не осваивается.

Рассмотрим одну из выполненных операций подробнее. Согласно данным рис. 4, уборка груженых полувагонов с концентратом готова была выполняться в 6 ч 28 мин, однако из-за занятости стрелки № 60 начала выполняться на 5 мин позже.

Элемент	Название	Команда	Тнач	Занятость	ΔТиз-за	ΔТна	ΔVal
ЛОГ1	Фиктивный	БА(Ф)	[2] 06:28	00:00		00:00	
ВХОД6			[2] 06:28				
ЛОГ154	Маневровый	БА(Ф)	[2] 06:28	00:07		00:05	
ЛКМ1	Лок.Маневровый тепловоз	ЛКМ+	[2] 06:33				-1
БУ15	Лок.Маневровый тепловоз	БУ—	[2] 06:33				-1
ЛОГ135	Стр.62,320	ПР	[2] 06:33	00:02			
ЛОГ113	Стр.60	ПР	[2] 06:33	00:02	00:05		
ЛОГ35	М66 п. соединительный	ПР	[2] 06:33	00:02			
ЛОГ138	Стр.4,6,8,12,14,68	ПР	[2] 06:33	00:02			
ЛОГ88	М62 п. соединительный	ПР	[2] 06:33	00:02			
ЛОГ144	Стр.10,16,18,20,26	ПР	[2] 06:33	00:02			
ЛОГ100	9 п. парка Погрузка концентрата ПВ	ПР(Н)	[2] 06:33	00:02			
ЛОГ100	9 п. парка Погрузка концентрата ПВ	ПР(С)	[2] 06:35	00:00			
ЛКМ1	Лок.Маневровый тепловоз	ЛКМ=	[2] 06:35				100
			[2] 06:35				

Локомотив группы Лок.Маневровый тепловоз взят в Маневровый в 1833
 С пути Путь 9 ПВ парк Погрузка концентрата ПВ в 1849 переставлено 24(ГРУЖПВКОНЦ:24) вагонов
 На Путь 41 ВЫТ в 1849 переставлено 24(ГРУЖПВКОНЦ:24) вагонов
 Локомотив группы Лок.Маневровый тепловоз освобожден на Путь 41 ВЫТ в 1849

Рис. 4. Параметры выполнения операции с указанием времени и причины задержки

На суточном плане-графике видно, что в период с 6:28 до 6:33 стрелки № 62, 320 были свободны, но эта свобода вызвана наличием другого, враждебного передвижения (рис. 5). Операция задействует 4 группы стрелочных переводов, при этом в качестве структурных потерь необходимо учитывать 5 мин только для группы стрелок № 62, 320, потому что остальные группы были фактически заняты. Аналогичным образом определяются структурные потери для остальных стрелочных групп. Важно подчеркнуть, что имитационная модель позволяет учитывать совместное влияние маршрутов в горловине. Все элементы (пути, стрелки), входящие в заданный маршрут, имеют логическую занятость – это означает, что никакое другое передвижение с использованием тех же элементов будет невозможно до момента их освобождения. Продолжительность занятия маршрута зависит от его протяженности, скорости движения по элементам и учитывается при задании параметров операции. Технолог может задать время выполнения операции фиксированное или с учетом случайного разброса, а также с возможной или обязательной остановкой на промежуточных элементах.

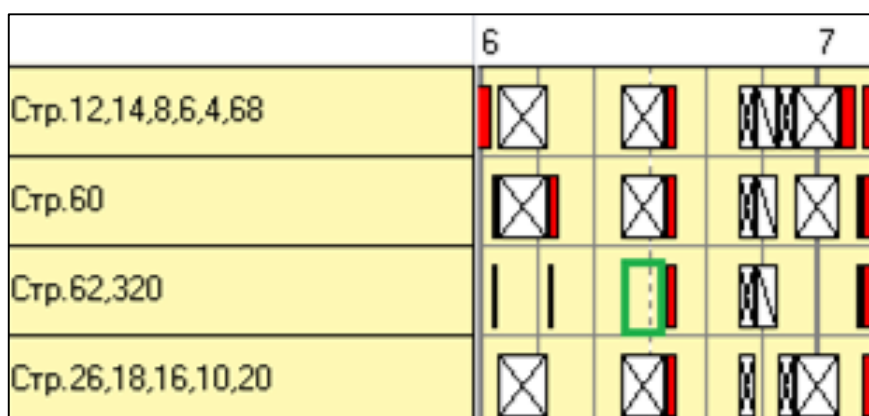


Рис. 5. Фрагмент суточного плана-графика (зеленым показаны структурные потери, которые необходимо учитывать при расчете загрузки стрелок № 62, 320)

В целом анализ данной горловины показал, что разница в занятости элементов при различных подходах к расчету может быть почти двукратной. Так, при учете только занятости передвижениями один из элементов с наибольшим числом передвижений загружен лишь на 45 %, а с учетом возникающих структурных потерь это значение возрастает до 74 % и фактически является предельным при действующей технологии работы. Доля структурных потерь при этом может быть существенна. В результате сложения ее с временем занятости передвижениями ранжирование стрелочных групп по значению загрузки может изменяться.

В качестве еще одного примера рассмотрена стрелочная горловина на территории станции одного из угольных перегрузочных терминалов (рис. 6). Здесь, так же как и на горно-обогатительном комбинате, возможно применение гибкой технологии работы в зависимости от эксплуатационной обстановки. Так, выгруженные на грузовом фронте вагоны накапливаются на путях № 18–23, 30–32, а затем переставляются преимущественно на приемоотправочные пути парка № 2, однако при их занятости состав может быть выставлен на любой свободный путь парка № 1. Аналитический расчет загрузки горловины по методике, описанной в Инструкции ОАО «РЖД» № 545/р, показал, что можно получить как результат, свидетельствующий о наличии резервов пропускной способности, так и противоположную картину, при которой фактически горловина будет требовать развития (см. рис. 6). Например, при выставлении всех составов под отправлением с путей накопления № 18–23, 30–32 в парк № 2 загрузка рассмотренной горловины составит 53 %. При выставлении пяти составов (15 % от общего количества) в парк № 1 загрузка возрастает до 64 %.

Проблема заключается в том, что технолог, выполняющему расчет горловин сложных с технологической точки зрения объектов, заранее достоверно неизвестно, откуда и куда будут выполняться передвижения. Количество маршрутов трудно оценить по причине того, что существует зависимость от эксплуатационной обстановки, сезонности спроса груза, и в целом оно может быть определено только в динамике. На практике это приводит к тому, что аналитический подход является инструментом для манипуляций: зачастую расчет «подгоняется» под уже принятые и утвержденные ранее основ-

парк № 1

пути накопления

10A 10B 9 8 7 3 -VI 5 4 2 1 28 27 26

18 19 20 21 22 23 30 31 32

17 25

52 32 26 24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 50

48 46 44 42 38 34 30 28 26 24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 50

36 62 60

11 -VIB 3B

в парк № 2

В качестве еще одного примера выбрана предгорочная горловина односторонней сортировочной станции. Красными столбцами показана загрузка стрелочных групп без учета, а зелеными – с учетом структурных потерь (рис. 7). Результаты расчетов по новой методике частично меняют общую картину. Видно, что для некоторых элементов учет структурных потерь приводит к кратному увеличению их загрузки. Изменяется также и наиболее загруженная стрелочная группа.

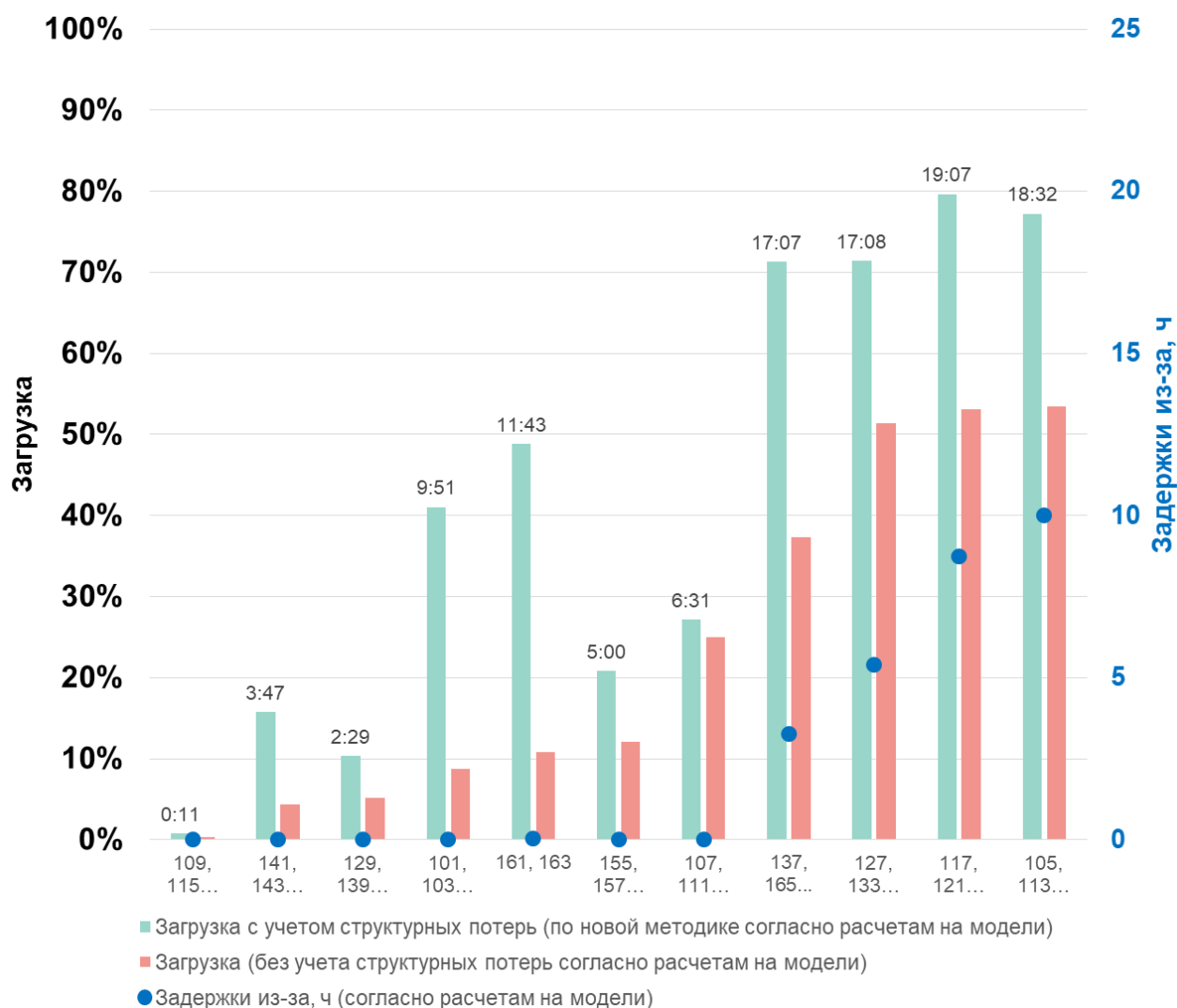


Рис. 7. Загрузка стрелочной горловины односторонней сортировочной станции

В табл. 2 представлена сводная информация по результатам расчетов стрелочных горловин на трех объектах – односторонней сортировочной станции, станции необщего пользования на горно-обогатительном комбинате и станции на угольном перевалочном терминале. Расчеты выполнялись аналитическим методом (по действующей Инструкции ОАО «РЖД» № 545/р) и на имитационной модели без учета и с учетом структурных потерь (согласно предлагаемой методике).

Таблица 2

Загрузка стрелочных горловин при различных подходах к расчету

Способ расчета	Загрузка расчетной стрелочной горловины на различных объектах		
	Односторонняя сортировочная станция	Горно-обогатительный комбинат	Угольный перегрузочный терминал
Аналитический по Инструкции ОАО «РЖД» № 545/р	55–57	54–77	53–79
Имитационное моделирование без учета структурных потерь	53	45	44
Имитационное моделирование с учетом структурных потерь	80	74	67

Важно заметить, что расчеты по Инструкции ОАО «РЖД» № 545/р для односторонней сортировочной станции общего пользования имеют сравнительно большую точность и меньший возможный разброс получаемых значений. Это связано с тем, что технология их работы, как правило, является постоянной на протяжении длительного времени. В случае с путями необщего пользования сравнительно больший диапазон значений загрузки стрелочной горловины объясняется обширным количеством возможных вариантов обработки поездов и вагонов по причине того, что между предприятиями и железнодорожной инфраструктурой возникают сильноуправляемые связи. В целом результаты расчетов по данным объектам показали, что наиболее точные значения загрузки стрелочной горловины могут быть получены только с использованием метода имитационного моделирования при дополнительном учете величины структурных потерь согласно предлагаемому алгоритму.

Выводы

Таким образом, в данной статье рассмотрен вопрос, связанный с повышением точности расчета пропускной способности объектов железнодорожного транспорта. Для решения данной задачи предложен универсальный алгоритм учета структурных (технологических) потерь при определении загрузки стрелочных горловин – он может быть применим для горловин станций общего и необщего пользования. С использованием метода имитационного моделирования на реальных объектах выполнена верификация нового подхода. Приведено сравнение результатов, получаемых при использовании различных методов расчета: аналитического (по действующей Инструкции ОАО «РЖД» № 545/р), с использованием модели, с использованием модели и предлагаемого алгоритма. Показано, что всеобъемлющая оценка загрузки стрелочных горловин на сложных с точки зрения технологии объектах должна определяться в динамике и в настоящее время может быть выполнена только с использованием имитационного моделирования и при проведении имитационной экспертизы. Дальнейшее развитие описанного алгоритма связано с автоматизацией подсчета величины структурных потерь, а также в формировании перечня рекомендаций для изменения положений в действующей в ОАО «РЖД» Инструкции по расчету пропускной способности стрелочных железнодорожных горловин № 545/р.

Список литературы

- 1 Макромоделирование транспортных узлов / П. А. Козлов, Н. А. Тушин, В. Ю. Пермикин, И. Г. Слободянюк // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 10. – С. 38–40. – ISSN 0044-4448.
- 2 **Слободянюк, И. Г.** Технология макромоделирования железнодорожных станций и узлов : специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок (технические науки)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Слободянюк Инна Геннадьевна ; Уральский государственный университет путей сообщения. – Екатеринбург, 2018. – 184 с.
- 3 **Сайбатов, Р. Ф.** Методы устранения затруднений в работе полигонов железнодорожной сети : специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок (технические науки)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сайбатов Рашид Фердаусович ; Уральский государственный университет путей сообщения. – Екатеринбург, 2020. – 231 с.
- 4 **Козлов, П. А.** О загрузке стрелок и пропускной способности горловин / П. А. Козлов, В. С. Колокольников, Н. А. Тушин // Транспорт Урала. – 2016. – № 4 (51). – С. 3–7. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-4-3-7.
- 5 **Козлов, П. А.** Определение параметров парков и горловин станции с учетом их взаимодействия /

References

- 1 Macromodeling of transport hubs / P. A. Kozlov, N. A. Tushin, V. J. Permikin, I. G. Slobodanyuk // Railway Transport. – 2015. – No. 10. – P. 38–40. – ISSN 0044-4448.
- 2 **Slobodanyuk, I. G.** Technology of macromodeling of railway stations and junctions : specialty 05.22.08 “Transportation Process Management (technical sciences)” : dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Slobodanyuk Inna Gennadiyevna ; Ural State Transport University. – Ekaterinburg, 2018. – 184 p.
- 3 **Saibatalov, R. F.** Methods of eliminating difficulties in the operation of polygons of the railway network : specialty 05.22.08 “Transportation Process Management (technical sciences)” : dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Saibatalov Rashid Ferdausovich ; Ural State Transport University. – Ekaterinburg, 2020. – 231 p.
- 4 **Kozlov, P. A.** On the loading of switches and station neck capacity / P. A. Kozlov, V. S. Kolokolnikov, N. A. Tushin // Transport of the Urals. – 2016. – No. 4 (51). – P. 3–7. – DOI 10.20291/1815-9400-2016-4-3-7.
- 5 **Kozlov, P. A.** Defining the parameters of the tracks and of the station necks considering their

П. А. Козлов, В. С. Колокольников, Н. А. Тушин // Транспорт Урала. – 2017. – № 1 (52). – С. 3–7. – DOI 10.20291/1815-9400-2017-1-3-7.

6 О технологии расчета систем железнодорожного транспорта / П. А. Козлов, В. П. Козлова, О. В. Осокин, Н. А. Тушин // Транспорт Урала. – 2022. – № 3 (74). – С. 3–9. – DOI 10.20291/1815-9400-2022-3-3-9.

7 Методика проведения исследований проектов развития железнодорожных станций и линий с определением «узких мест», влияния на пропускные и перерабатывающие способности, рациональной технологии и прогнозируемых эксплуатационных показателей с использованием аппарата математического моделирования / ОАО «РЖД»: утверждена распоряжением ОАО «РЖД» № 2р от 09.01.2018 г. – Москва, 2018. – 75 с.

8 Козлов, П. А. Исследование проектов развития железнодорожных станций и полигонов с помощью имитационного моделирования / П. А. Козлов, О. В. Осокин, В. С. Колокольников // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 6. – С. 12–16. – ISSN 0044-4448.

9 Осокин, О. В. Моделирование припортового транспортного узла / О. В. Осокин, В. С. Колокольников, А. А. Муравьев // Транспорт Урала. – 2025. – № 4 (87). – С. 3–9. – DOI 10.20291/1815-9400-2025-4-3-9.

10 Транспортный алгоритм: официальный сайт. – URL: <http://trans-expert.ru/> (дата обращения: 25.03.2026).

11 Распоряжение ОАО «РЖД» от 04.03.2022 N 545/р (с изм. от 14.02.2023) «Об утверждении Инструкции по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД»». – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=798693#9BgoGLVLwtidx7UH> (дата обращения: 25.03.2026).

interaction / P. A. Kozlov, V. S. Kolokolnikov, N. A. Tushin // Transport of the Urals. – 2017. – No. 1 (52). – P. 3–7. – DOI 10.20291/1815-9400-2017-1-3-7.

6 On technology for calculation of railway transport systems / P. A. Kozlov, V. P. Kozlova, O. V. Osokin, N. A. Tushin // Transport of the Urals. – 2022. – No. 3 (74). – P. 3–9. – DOI 10.20291/1815-9400-2022-3-3-9.

7 Methodology for conducting research on projects for the development of railway stations and lines with the identification of “bottlenecks”, the impact on throughput and processing capacities, rational technology and predictable performance using the apparatus of mathematical modeling, approved by Order of JSC Russian Railways No. 2/r dated 01/09/2018. – Moscow, 2018. – 75 p.

8 Kozlov, P. A. Research of projects for the development of railway stations and polygons using simulation modeling / P. A. Kozlov, O. V. Osokin, V. S. Kolokolnikov // Railway transport. – 2018. – No. 6. – P. 12–16. – ISSN 0044-4448.

9 Osokin, O. V. Simulation of a portside transport hub / O. V. Osokin, V. S. Kolokolnikov, A. A. Muravyov // Transport of the Urals. – 2025. – No. 4 (87). – P. 3–9. – DOI 10.20291/1815-9400-2025-4-3-9.

10 Transport algorithm: official website. – URL: <http://trans-expert.ru/> (date of access: 03/25/2026).

11 The Order of JSC "Russian Railways" dated 03/04/2022 N 545/r (as amended on 02/14/2023) “On approval of the instructions for calculating the carrying capacity of railways of JSC Russian Railways. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=798693#9BgoGLVLwtidx7UH> (date of access: 03/25/2026).

A. A. Muravyov, V. S. Kolokolnikov

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE ACCURACY OF CALCULATING THE CAPACITY OF THE SWITCH NECKS

Abstract. The article deals with an urgent issue related to improving the accuracy of calculating the capacity of railway transport facilities. To solve this problem, the authors have proposed a new approach to determining the loading of switch throat – in addition to the occupation of movement and scheduled maintenance, the developed algorithm will take into account structural (technological) losses. The essence of the algorithm is an element-by-element analysis of the occupation of switch groups – time intervals are considered when the switch was not actually occupied by movement, but could have been occupied if no incident had occurred. Using the method of simulation modeling on real objects, the verification of the new

approach was carried out. A new approach was verified using the simulation method on real objects. A comparison of the results obtained using various calculation methods is provided: analytical (according to the current Instruction of JSC Russian Railways No. 545/r), model-based, and model-based calculations using both the model and the proposed algorithm.

Keywords: switch neck, structural losses, capacity calculation methodology, simulation modeling, marshaling yard, coal terminal, mining and processing plant.

For citation: Muravyov, A. A. On the issue of improving the accuracy of calculating the capacity of the switch necks / A. A. Muravyov, V. S. Kolokolnikov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2026. – No. 2. – P. 175–185. – DOI 10.46973/0201–727X_2026_2_175.

Сведения об авторах

Муравьев Андрей Алексеевич

Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной
работой»,
аспирант,
e-mail: murravjov@mail.ru

Колокольников Виталий Сергеевич

Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной
работой»,
доктор технических наук, доцент,
e-mail: VKolokolnikov@usurt.ru

Information about the authors

Muravyov Andrey Alekseevich

Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair “Operational Work Management”,
Postgraduate Student,
e-mail: murravjov@mail.ru

Kolokolnikov Vitaliy Sergeevich

Ural State University of Railway Transport
(USURT),
Chair “Operational Work Management”,
Doctor of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: VKolokolnikov@usurt.ru