

К. Е. Ковалев, В. С. Тимченко*

**К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ЗАНЯТИЯ
ПРИЕМО-ОТПРАВОЧНЫХ ПУТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ
СТАНЦИИ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Аннотация. В статье представлена имитационная модель оценки длительностей занятия приемо-отправочных путей на технических станциях в условиях различного количества и численности бригад технического осмотра на станции.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, имитационное моделирование, технические станции, технический осмотр, предоставление «окон».

Длительности технологических операций на железнодорожных станциях регламентируются нормативными документами [1]. Однако, вследствие объективных технологических особенностей работы железнодорожного транспорта, поступление поездов на станцию происходит неравномерно. Вследствие этого возникают непроизводительные простои, вызванные ограниченными возможностями технических станций по обработке поездов (технический и коммерческий осмотры), отсутствием локомотивов и готовых к рейсу локомотивных бригад, пропускными способностями прилегающих к станции перегонов. Также на непроизводительные простои поездов на технических станциях влияют необходимость отцепки вагонов в текущий отцепочный ремонт (ТОР), отказы технических средств и человеческий фактор. Мероприятиям по сокращению длительностей занятия приемо-отправочных путей технических станций посвящен ряд работ [2-3].

*Ковалев Константин Евгеньевич – Петербургский государственный университет путей сообщения, Санкт-Петербург

Тимченко Вячеслав Сергеевич – Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, Санкт-Петербург

Следует отметить, что сверхнормативные длительности занятия приемо-отправочных путей технических станций влияют не только на срок доставки грузов, но и на возможность освоения грузопотока по рассматриваемой железнодорожной линии. Это связано с тем, что на грузонапряженных железнодорожных линиях, в частности, обслуживающих морские порты, местами, ограничивающими пропускную и провозную способности, являются в том числе технические станции. Ситуация резко обостряется в условиях предоставления «окон» для проведения летних ремонтных [4], что приводит к еще большему росту длительностей занятия приемо-отправочных путей технических станций.

Таким образом, возникает задача определения оптимальной продолжительности «окон» для проведения ремонтных работ [5-8], позволяющей освоить грузопоток, в условиях роста длительностей занятия приемо-отправочных путей на технических станциях.

Задача успешно решается с помощью программного комплекса имитационного моделирования процессов железнодорожных перевозок [9-10], разработанного и развиваемого содружеством ученых академической (ИПТ РАН), отраслевой (ИЭРТ) и вузовской (ПГУПС) науки. В текущих условиях развития железнодорожной инфраструктуры и объемов перевозок длительность занятия приемо-отправочных путей технических станций задаются законами распределения, полученными в результате обработки статистических данных системы Гид-Урал ВНИИЖТ за предыдущие периоды, а в условиях реконструкции железнодорожных линий и роста объемов перевозок, длительности занятия приемо-отправочных путей задаются дискретно, что не учитывает непроизводительные простои поездов на станции, вызванные сгущенным прибытием поездов на станцию и ожиданием технического осмотра составов, отсутствием локомотивов и локомотивных бригад, готовых к отправлению.

Перечисленные причины снижают точность расчетов, не позволяя детально отразить технологию работы железнодорожного транспорта в условиях ре-

конструкции железнодорожных линий, увеличения поездопотока и ограниченности ресурсов обработки, отправления и пропуска грузовых поездов.

Отразить технологию работы железнодорожной линии на перспективу можно двумя путями:

1. Модернизаций программного комплекса имитационного моделирования процессов железнодорожных перевозок;
2. Оценкой длительностей занятия приемо-отправочных путей с помощью отдельной имитационной модели и использование результатов моделирования в качестве исходных данных в программном комплексе имитационного моделирования процессов железнодорожных перевозок.

Недостатком первого варианта является необходимость развития программного комплекса, требующего привлечения программистов, в то время как второй вариант может быть реализован в универсальной имитационной среде AnyLogic, которая позволяет разработать имитационные модели различного уровня сложности с помощью встроенных библиотек, не требуя от разработчиков навыков программирования.

В статье представлена авторская имитационная модель расчета длительностей занятия приемо-отправочных путей технических станций, которая учитывает: количество приемо-отправочных путей, количество и численность бригад технического осмотра, графики обработки грузовых поездов (транзитных со сменой и без смены локомотива, следующих в переработку), а также процент поездов с вагонами, следующими в ТОР. Вид окна ввода исходных данных представлен на рисунке 1.

В рамках данного исследования использован дискретно-событийный подход [11-12], который позволил рассмотреть процесс обработки грузовых поездов на технической станции, с помощью имитационной модели, структура которой представлена на рисунке 2.

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ЗАНЯТИЯ ПРИЕМО-ОТПРАВОЧНЫХ ПУТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

2 осмотра в бригаде
 3 осмотра в бригаде

Интервалы между прибытием поездов, мин

Количество ПТО путей

Количество бригад ПТО

Количество вагонов в составе

Количество транзитных поездов со сменой локомотива

Количество транзитных поездов без смены локомотива

Количество поездов в переработку

Доля поездов с большими вагонами без смены локомотива

Рисунок 1. Вид окна ввода исходных данных имитационной модели

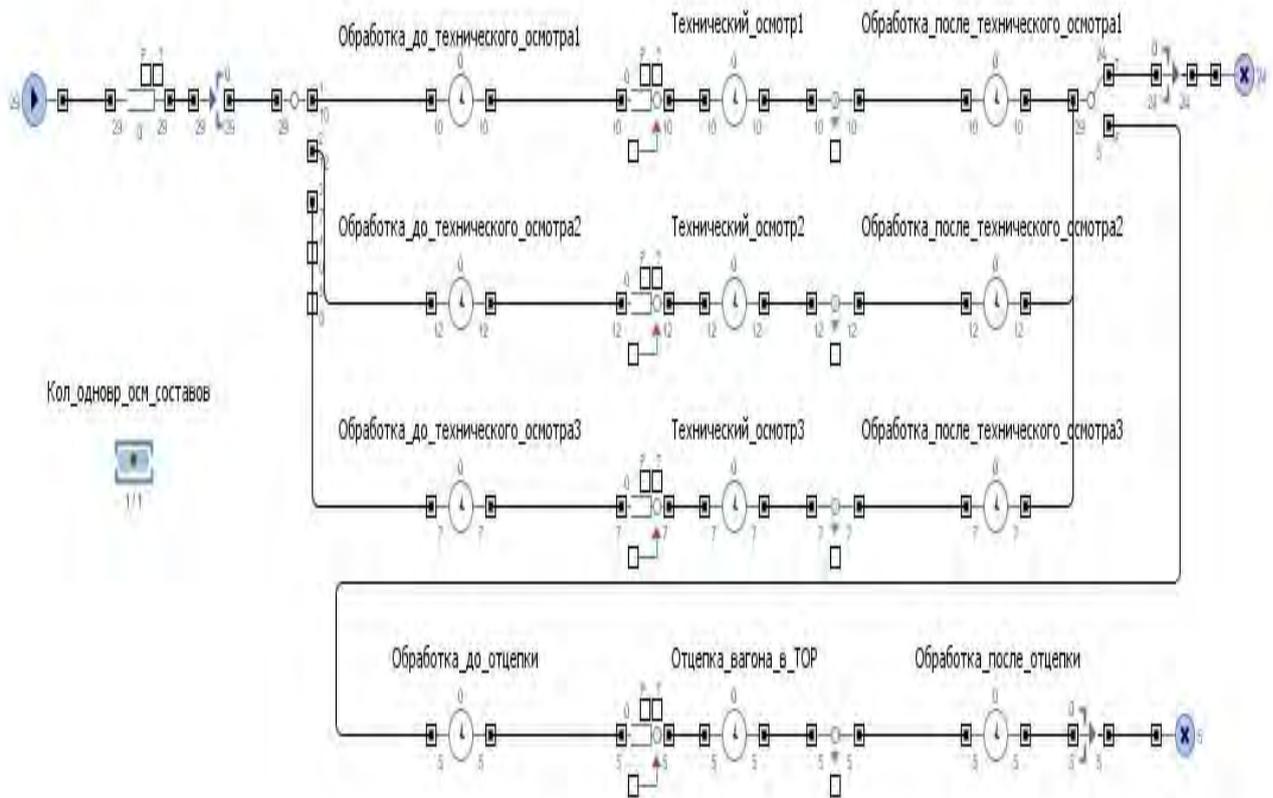


Рисунок 2. Структура имитационной модели обработки грузовых поездов на технической станции

С помощью модели проведен ряд экспериментов со следующими исходными данными: 5 приемо-отправочных путей; 1 бригада ПТО, доля транзитных поездов со сменой локомотива – 0,3; доля транзитных поездов без смены локомотива – 0,56; доля поездов в переработку – 0,14; доля поездов с больными вагонами, от общего количество поездов – 0,1; суммарное количество поездов в сутки – 27, время между прибытием поездов на станцию задается законом распределения – $\text{lognormal}(3.4736, 0.3928, 12)$, мин.

Расчет непроизводительных простоев грузовых поездов в приемоотправочном парке (табл. 1), показал, что при недостаточном количестве осмотрщиков в бригаде, продолжительность непроизводительного простоя возрастет многократно при увеличении количества вагонов в составе поезда.

Таблица 1. Непроизводительные простои грузовых поездов в приемоотправочном парке технической станции, мин

Количество вагонов в составе	Количество осмотрщиков в бригаде	
	2	3
	Непроизводительный простой, мин.	
55	254	39
60	416	51
65	631	93
70	806	123
75	1614	172
80	2583	221
85	2762	308
90	3265	416
95	3946	466
100	4672	702

Графики длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции при 71 вагоне в составе при наличии 2-х и 3-х осмотрщиков в бригаде (рисунки 3-4).

С помощью представленной имитационной модели также можно производить оценку достаточности количества и численности бригад ПТО на технической станции для пропуска, по рассматриваемой железнодорожной линии, планируемого поездопотока. Выполнение технического и

коммерческого осмотра является одной из самых продолжительных операций, выполняемых на технических станциях с транзитным вагонопотоком без переработки, поэтому оценка достаточности количества бригад осмотрщиков влияет на длительность занятия станционных путей и скорость продвижения груза.

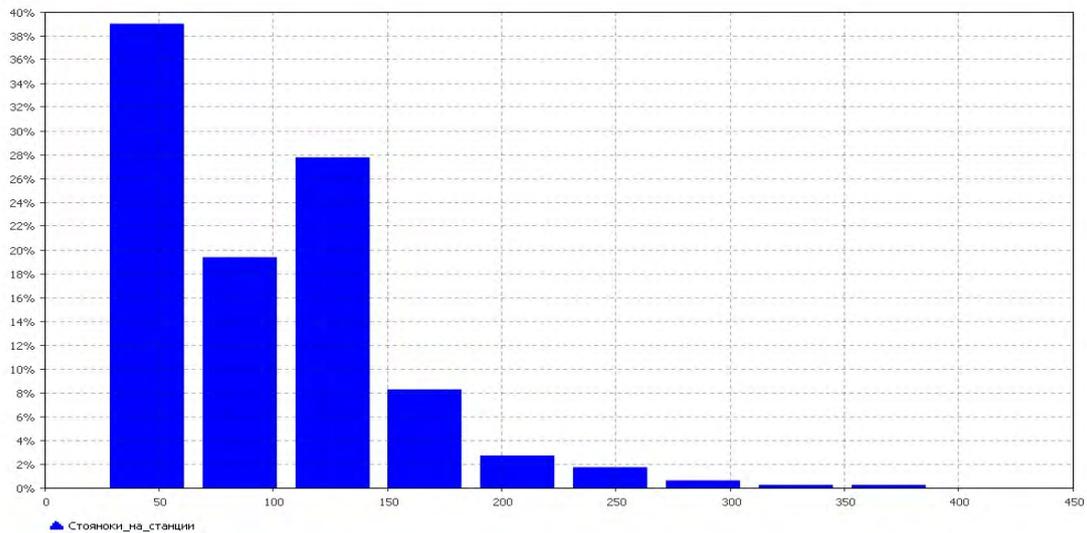


Рисунок 3. График длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции при наличии 2-х осмотрщиков в бригаде

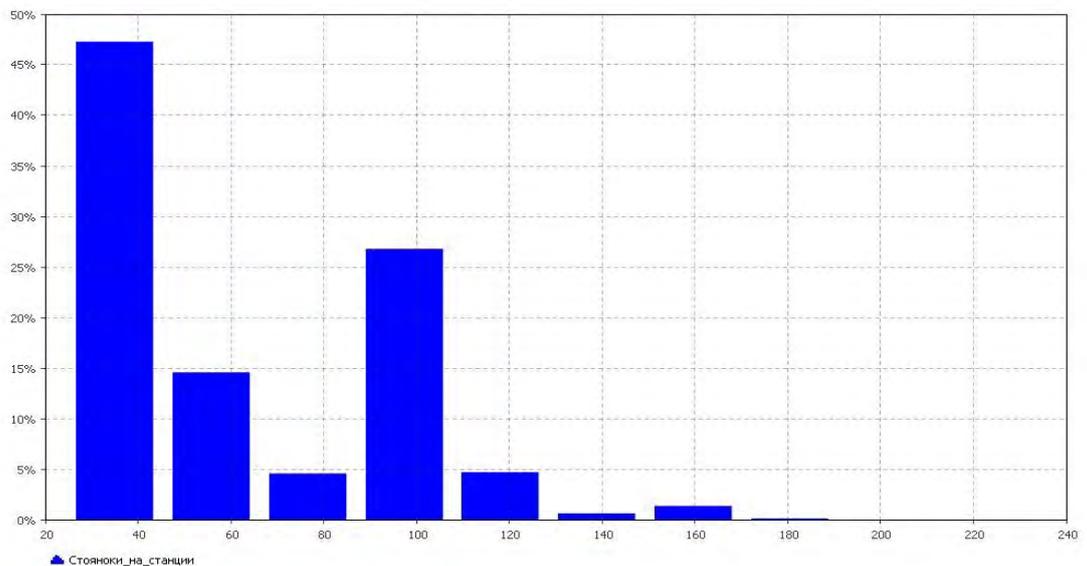


Рисунок 4. График длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции при наличии 3-х осмотрщиков в бригаде

Разработанная имитационная модель может быть унифицирована для различных технических станций, дополнена в части увеличения количест-

ва категорий поездов, обслуживаемых в парке, а также взаимодействием с другими паркам и элементами станции.

Заключение

В статье представлена имитационная модель оценки длительностей занятия приемо-отправочных путей на технических станциях в условиях различного количества и численности бригад ПТО на технической станции, результаты работы которой могут быть использованы в программном комплексе имитационного моделирования процессов железнодорожных перевозок при оценке оптимальной продолжительности «окон» в условиях проведения реконструкционных работ и увеличения поездопотока.

Список источников

1. Шенфельд К.П., Сотников Е.А. Развитие методов управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте в современных условиях. – М.: Научный мир, 2015. – 202 с.
2. Грошев Г.М. Исследование надежности АРМ диспетчерского персонала и методы выхода из сбойных ситуаций / Г.М. Грошев, А.В. Малкаев // Известия ПГУПС. – 2008. – №3. – С. 26 – 35.
3. Норбоев А.Р. Методы стабилизации пропуска грузовых поездов по графику на технических станциях смены видов тяги и родов тока линий международных транспортных коридоров: Дисс... к.т.н. 05.22.08. – ПГУПС. – СПб., 2014. – 193 с.
4. Кокурин И.М., Тимченко В.С. Методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность железнодорожных направлений // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2013. – № 1. – С. 15 – 22.
5. Тимченко В.С. Алгоритмизация процессов оценки пропускной способности железнодорожных участков в условиях предоставления окон // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – №5 (48). – С. 34 – 37.
6. Timchenko V.S., Khomich D.I. Determination of breaks in train service optimum duration at modernization and repairs of the railway

- track // «Инновационные процессы в условиях глобализации мировой экономики: проблемы, тенденции, перспективы» (IPEG-2016). – 2016. – С. 214 – 217.
7. Тимченко В.С., Хомич Д.И. Определение оптимальной продолжительности "окна" на железнодорожных подходах к крупным транспортным узлам // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах». Санкт-Петербург, 23-25 сентября 2015 г. / Под общей ред. П.К. Рыбина. – СПб : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – С. 133 – 142.
 8. Тимченко В.С. Алгоритмы расчета графиков проведения ремонтных работ железнодорожного пути на перспективу // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – №3. – С. 127.
 9. Кокурин И.М., Миняев С.Е. Оценка технико-экономической эффективности вариантов реконструкции железнодорожной сети на основе имитационного моделирования // Транспорт. Наука, техника, управление. – 2004. – №6. – С. 20 – 26.
 10. Кокурин И.М., Тимченко В.С. Оценка методом имитационного моделирования возможности освоения прогнозируемых объемов перевозок грузов по железнодорожной линии, обслуживающей морской порт // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – №6. – С. 39 – 44.
 11. Борщев А.В. Как строить простые, красивые и полезные модели сложных систем // Сборник докладов шестой всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2013). Том 1. // ISBN 978-5-9690-0221-0 // Издательство «ФЭН» Академии наук РТ. – Казань, 2013, – С. 21 – 34.
 12. Галкина Ю.Е., Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Расчет перерабатывающей способности грузового фронта методом имитационного моделирования // Соискатель. – 2015. – №1 (9) . – С. 35 – 41.