

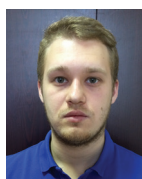
# Как добиться согласованной работы железнодорожных станций и локомотивных депо



**А. Е. Красковский,**  
д-р техн. наук, профессор,  
руководитель научно-исследовательского центра проблем управления на железнодорожном транспорте  
Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)



**Е. В. Зайцев,**  
аспирант ПГУПС



**А. Ю. Вахромов,**  
инженер путей сообщения

Основу технологии перевозочного процесса составляет координированное взаимодействие дирекций управления движением, инфраструктуры и тяги, что обеспечивает выполнение графика движения поездов при минимальных затратах. На линейном уровне выполнение графика во многом определяется своевременностью предоставления локомотивов и локомотивных бригад. Кроме того, сбои в работе станций вызывают простои локомотивов и превышения накладного времени (пересидки) локомотивных бригад. Исследованию этих вопросов и выработке мер по улучшению ситуации посвящена данная статья.

**К**рупные железнодорожные станции находятся большей частью в территориальной близости к локомотивным депо. Это способствует ускорению технологических процессов, улучшает показатели работы станции, повышает оперативность постановки локомотивов на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР), уменьшает время пробега локомотива резервом по участку для прохождения ТО, ТР в соседних депо. Если на станции нет депо, локомотивы отправляют на ремонт в ближайшее депо с помощью локомотивных бригад, которые могли бы отправиться со станции с поездом.

Сегодня Октябрьская железная дорога столкнулась с трудностями, связанными с обеспечением локомотивной тягой перевозок, объем которых возрос на Коштинском направлении. Большая часть локомотивного парка была закуплена в 1970-е годы, новых локомотивов явно недостаточно, и дороге приходится уделять больше внимания ремонту старого парка. В связи с этим возникает необходимость ввода дополнительных ремонтных мощностей.

На важнейших станциях этого направления – Санкт-Петербург Сортировочный-Московский (СПСМ) и Волховстрой – депо находятся в пределах станции, а на станции Бабаево депо нет. На СПСМ ранее была проведена реконструкция депо, на станции Бабаево планируется ввод в эксплуатацию нового пункта технического обслуживания локомотивов, готовится проект рекон-

струкции депо на станции Волховстрой для проведения тяжелых видов ремонта.

В то же время даже наличие депо на станции не дает гарантии бесперебойного обеспечения локомотивами и локомотивными бригадами отправляемых поездов. Необходима грамотная организация и согласование трех процессов: подготовки составов к отправлению, своевременного предоставления исправных локомотивов и организации распределения бригад по локомотивам. Когда объем перевозок растет, последние два процесса становятся решающими. В отсутствие готового локомотива на станции локомотивная бригада переживает, а при неудовлетворительной организации занятости локомотивной бригады на станции простаивают поезда.

В настоящей статье приведены результаты исследования показателей работы комплекса «станция – депо» и рекомендации по улучшению синхронизации обеспечения локомотивами и локомотивными бригадами для повышения качества эксплуатационной работы. Проведен анализ статистических данных, изучена технологическая документация, разработаны конкретные предложения и рассчитан экономический эффект от совершенствования технологических процессов депо и станции.

## Основные показатели территориально-технологического комплекса «станция – депо»

На рис. 1 приведена схема взаимодействия единого диспетчерского центра управления (ЕДЦУ), депо и станции.

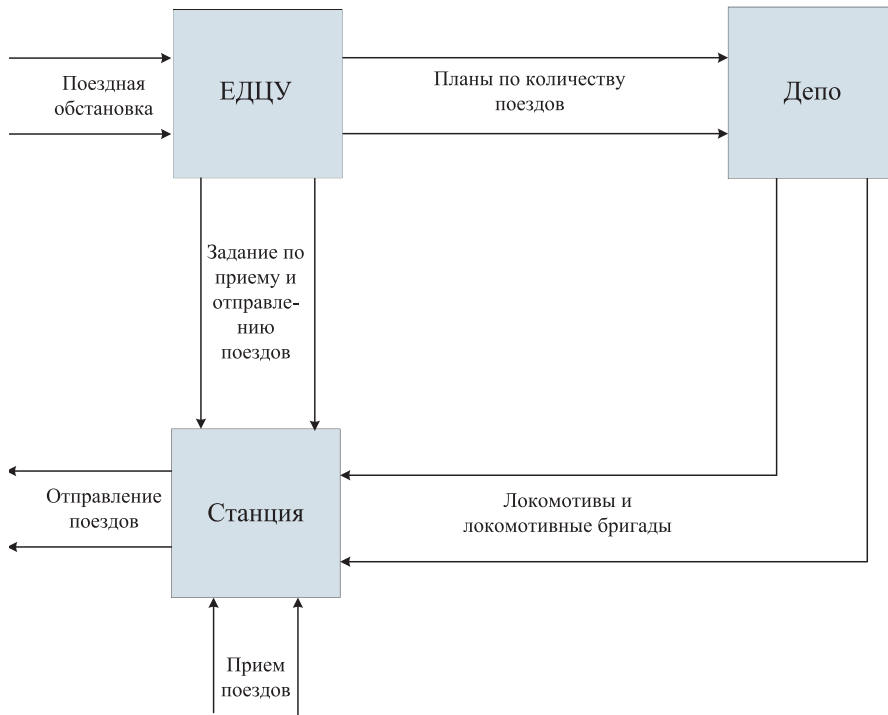


Рис. 1. Схема взаимодействия ЕДЦУ, депо и станции

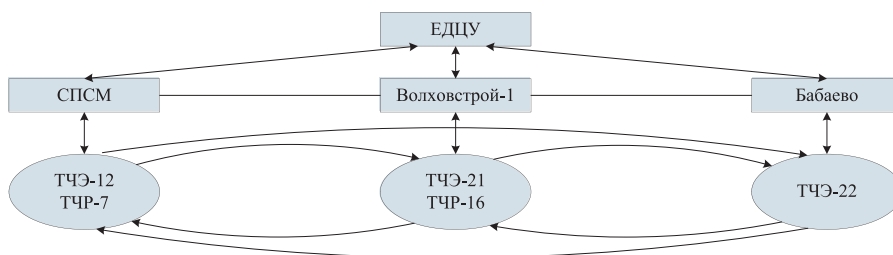


Рис. 2. Базовая технологическая схема Коштинского направления:  
ТЧЭ – эксплуатационное локомотивное депо, ТЧР – ремонтное локомотивное депо

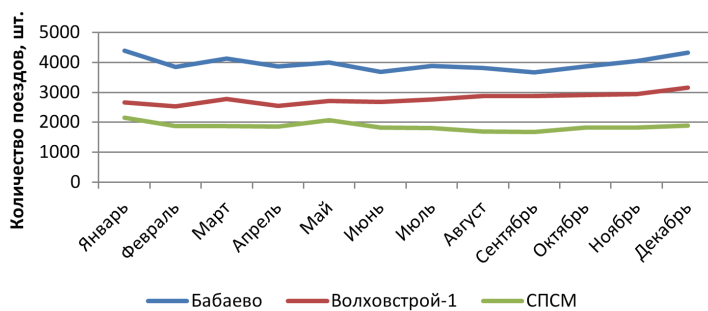


Рис. 3. Количество отправленных поездов со станций Бабаево, Волховстрой и СПСМ в 2014 г.

В ЕДЦУ разрабатываются плановые показатели: для депо – сменно-суточное задание по потребному количеству бригад и необходимых локомотивов, для станции – по количеству приема и отправления поездов за смену. Для составления гибкого плана необходимо использовать данные о выполнении графика грузового движения по отправлению и о содержании парка электровозов, а также ненормируемые данные о следовании локомотивных бригад пассажиром, отправлении локомотивов со станции для

прохождения ТО и продолжительности пересидок локомотивных бригад. На каждой станции отмечаются определенные значения указанных показателей. Взаимосвязь между ними сложилась эмпирически и до сих пор не становилась предметом тщательного анализа. Между тем исследование этого вопроса на примере Коштинского направления позволит выработать рекомендации для повышения пропускной и провозной способности грузонапряженных участков дорог.

Технологическая схема, объединяющая три комплекса на Коштинском направлении, показана на рис. 2. Соединительными линиями обозначены плечи обслуживания локомотивных бригад.

На станции Бабаево сейчас нет возможности для ТО, и при получении локомотива с недостаточным ТО необходимо проводить его на станции Волховстрой-1. Из-за этого локомотивные бригады отправляются не на полное плечо обслуживания, поезда опаздывают от графика. Дополнительные потери возникают потому, что старую бригаду приходится отправлять пассажиром или на отдых.

Данная проблема стала одной из причин того, что в 2014 г. выполнение графика грузового движения составило всего 14 % (при плане 40 %), что несопоставимо ниже выполнения графика пассажирских (95 %) и пригородных (99 %) перевозок.

Несомненно, строительство депо на станции Бабаево улучшит эксплуатационную обстановку и даст экономический эффект. Однако для расчета экономического эффекта и дальнейшей оптимизации процессов перевозок необходим статистический анализ показателей работы станций и депо на выбранном направлении.

### Статистический анализ показателей территориально-технологического комплекса «станция – депо»

Статистический анализ включает в себя:

- разведочный анализ – построение временных диаграмм и изучение их закономерностей;
- анализ по методу Парето наиболее значимых причин критических факторов;
- корреляционный анализ;
- факторный анализ.

### Разведочный анализ

Задача разведочного анализа – комплексное исследование показателей работы станции, обеспечения тягой и локомотивными бригадами для изучения динамики и предварительного установления зависимостей между показателями.

На рис. 3–5 представлены зависимости, характеризующие работу железнодорожных станций и локомотивных депо на Коштинском направлении.

Содержание парка электровозов определяется числом годных к эксплу-

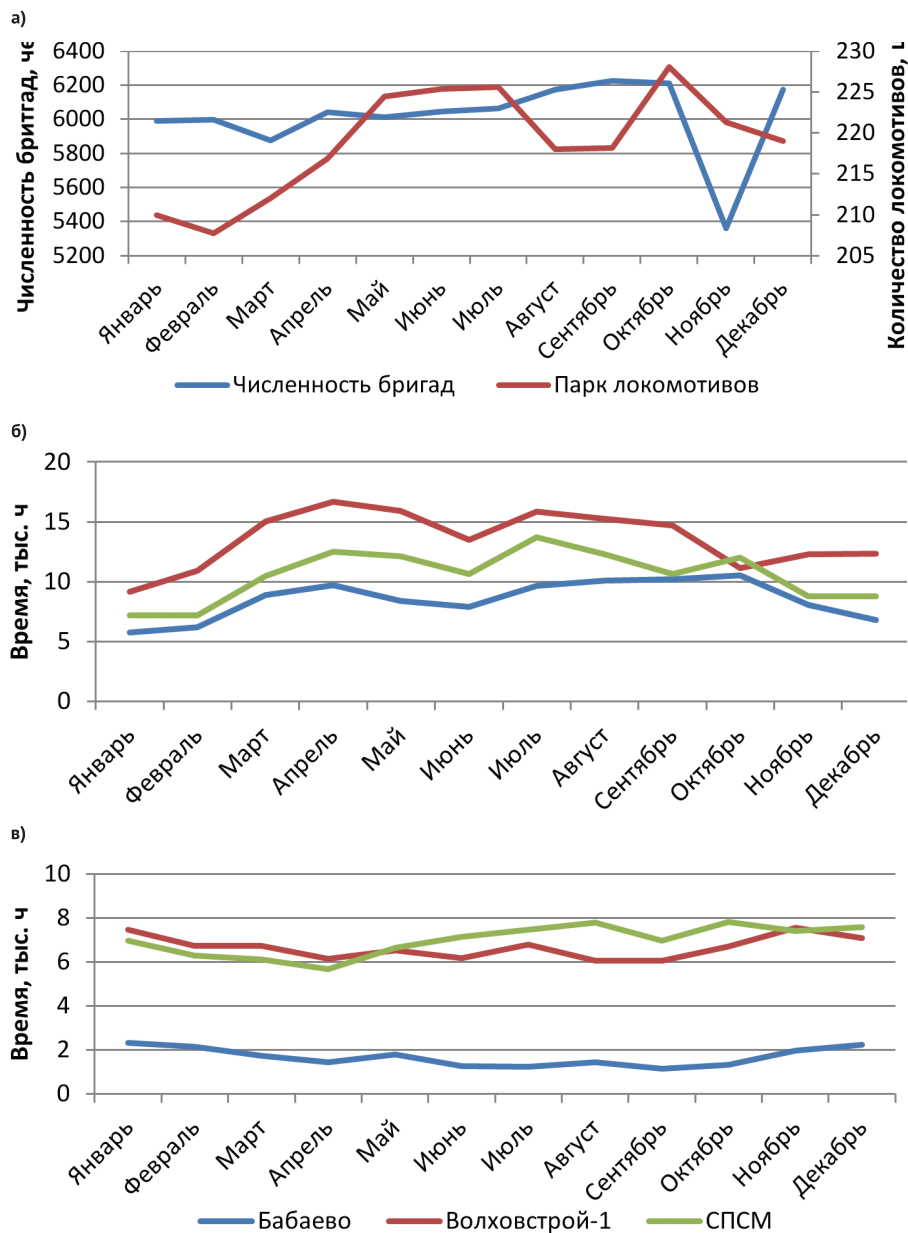


Рис. 4. Содержание парка локомотивов и численность локомотивных бригад (а), время следования локомотивных бригад резервом (б) и пассажиром (в)

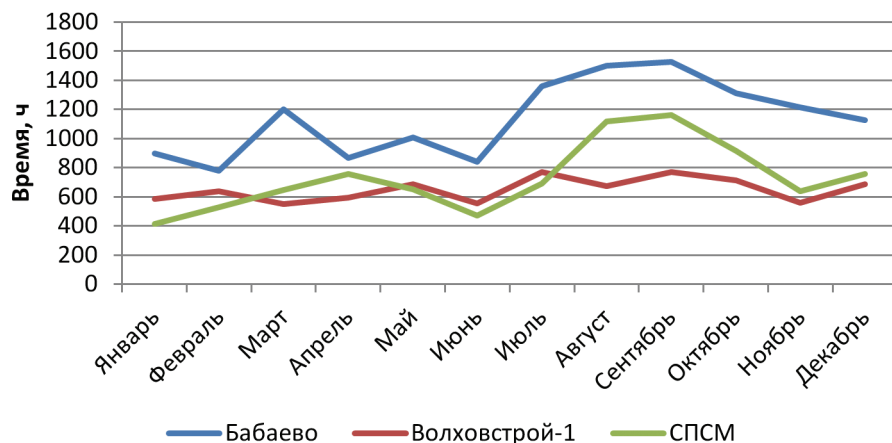


Рис. 5. Продолжительность пересидок локомотивных бригад по станциям Бабаево, Волховстрой и СПСМ с января 2014 г по декабрь 2014 г.

атации локомотивов, находящихся на балансе депо. На Октябрьской железной дороге все электровозы постоянно-го тока приписаны к депо станции Волховстрой-1. На рис. 4 представлена динамика содержания парка электровозов на станции Волховстрой-1 за 2014 г., а также графики времени следования локомотивных бригад пассажиром и резервом.

После анализа статистических данных о количестве пересидок локомотивных бригад было установлено, что динамика времени пересидок носит сезонный характер, наибольшие значения этого показателя отмечаются в период летних путевых работ (см. рис. 5). В целом на станциях Бабаево и СПСМ наблюдается неблагоприятный тренд времени пересидок.

Если учитывать объемы отправляемых поездов с каждой станции, в наихудшем положении находится станция СПСМ: высокие значения общего времени пересидок и наименьшее число отправленных поездов (рис. 6).

#### Анализ по методу Парето

По всем трем станциям наиболее частым виновником пересидок локомотивных бригад является дирекция ДРТ: в среднем примерно за 50 % пересидок ответственность несет именно она (рис. 7).

Наиболее частые причины пересидок на станции Бабаево – неисправность локомотива и недостаточное содержание парка, тогда как на станциях с депо (Волховстрой и СПСМ) основными причинами выступают перепростой локомотива на ТО-2 и его неготовность. Следовательно, на время пересидок влияет не только наличие депо на станции, но и правильная организация его работы (рис. 8).

По технологии возникновения пересидки можно выделить три следующих определяющих фактора (рис. 9).

Основную причину пересидки определяет первый фактор. Норматив времени на сдачу локомотивов бригадой на практике выдерживается редко. Обычно в это время бригада еще находится в пути, и остается не много времени для осмотра локомотива и доклада о его исправности дежурному по депо.

#### Корреляционный анализ

Задача корреляционного анализа – установить количественную зависимость между основными показателями,

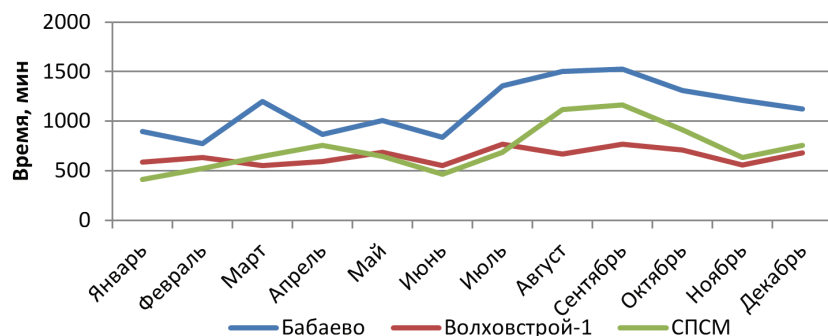


Рис. 6. Среднее время пересидок локомотивных бригад по станциям Бабаево, Волховстрой и СПСМ за 2014 г.

в частности характеризующими производственные потери. Результаты корреляционного анализа сведены в табл. 1.

Согласно приведенным данным, наиболее коррелированы показатели станции Бабаево, наименьшие парные корреляции отмечаются для станции Волховстрой-1. Это говорит о том, что процессы на станции Бабаево наиболее согласованы и синхронизированы, так, на ней преобладает транзитный поток и все операции подчинены обслуживанию транзита. На станциях Волховстрой-1 и СПСМ больше внимания уделяется отправлению поездов своего формирования и обслуживанию локомотивной тягой других станций, поэтому поездная

работа и обеспечение тягой в целом не имеют такой взаимозависимости, как на станции Бабаево.

### Факторный анализ

Задача факторного анализа — определить влияние основных факторов на непроизводительные потери. Они представляют собой сумму времени следования локомотивов резервом, локомотивных бригад пассажиром и продолжительность пересидок. Факторная модель в нашем случае имеет следующий вид:

$$R = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3, \quad (1)$$

где  $R$  — величина непроизводительных потерь, ч;  
 $x_1$  — количество исправных локомотивов;  
 $x_2$  — число отправленных поездов;

$x_3$  — количество локомотивных бригад.  
 $a_i$  — коэффициент, определяющий вес фактора;  
 $a_i$  может принимать положительное или отрицательное значение.

Для расчета коэффициентов  $a_i$  воспользуемся методом наименьших квадратов, примененным для выборки данных в таблице Microsoft Office Excel (рис. 4, 5).

Исходные данные для построения модели приведены в табл. 2.

В результате расчетов были получены следующие значения регрессионных зависимостей:

Регрессионный коэффициент	$a_1$	$a_2$	$a_3$
Значение коэффициента	96	-1,82	24,7

Таким образом, факторная модель будет представлять собой следующую зависимость:

$$R = 96 \cdot x_1 - 1,82 \cdot x_2 + 24,7 \cdot x_3 - 18467,1$$

Согласно модели, наибольший удельный вес в непроизводительных потерях имеет фактор количества локомотивов  $x_1$ . Чем их больше при заданных производственных мощностях депо, тем больше возникает органи-

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа

Показатель	Отправлено поездов	Следование локомотивной бригады		Пересидки бригады
		резервом	пассажиром	
<b>Бабаево</b>				
Отправлено поездов	—	-0,82	0,61	0,22
Следование локомотивной бригады:		резервом	—	0,5
		пассажиром	—	-0,7
Пересидки бригады				—
<b>Волховстрой-1</b>				
Отправлено поездов	—	-0,24	0,085	-0,32
Следование локомотивной бригады:		резервом	—	0,27
		пассажиром	—	-0,23
Пересидки бригады				—
<b>СПСМ</b>				
Отправлено поездов	—	0,27	0,39	0,71
Следование локомотивной бригады:		резервом	—	-0,33
		пассажиром	—	-0,48
Пересидки бригады				—

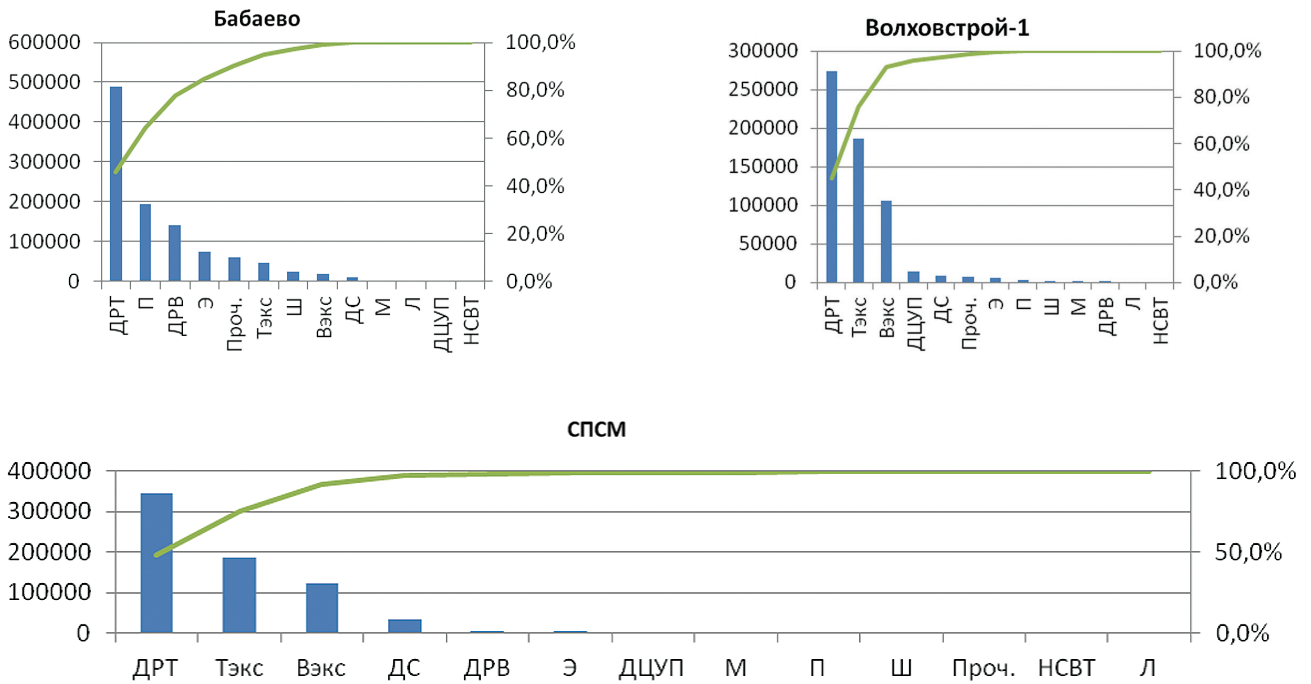


Рис. 7. Диаграммы Парето по дирекциям, ответственным за пересидки (данные за 2014 г. и за три месяца 2015 г.)

зационных проблем, ведущих к потерям. Большие потери свидетельствуют о снижении количества принятых и отправленных поездов  $x_2$ , а рост числа локомотивных бригад  $x_3$  связан с усложнением организации их работы и также вызывает увеличение потерь.

Расчетные и фактические значения непроизводительных потерь по месяцам представлены на рис. 10.

Факторная модель может быть использована для постановки целей и планирования мероприятий по снижению эксплуатационных расходов.

**Оценки экономических потерь и эффекта от снижения пересидок локомотивных бригад**

Для оценки потерь  $C_i$ , где  $i = 1, 2, 3$ , возникающих от пересидок ( $i = 1$ ), следования бригад пассажиром ( $i = 2$ ) и резервом ( $i = 3$ ), используются их численные значения  $Y_i$  за год и единичные ставки потерь  $D_i$ :

$$C_i = Y_i \cdot D_i \quad (2)$$

Единичная расходная ставка бригадо-часа работы на электровозной тяге составляет 1057,61 руб. Результаты расчетов по формуле (2) с использованием

единичной расчетной ставки сведены в табл. 3.

После ввода в эксплуатацию ПТООЛ по станции Бабаево ожидается значительное уменьшение числа случаев следования локомотивных бригад резервом и пассажиром, однако с большой вероятностью это не повлияет на время пересидок. Для сокращения этого времени могут быть предложены разные меры. Одна из них направлена на организацию подготовки локомотивов до прихода локомотивной бригады. В штат депо предлагается ввести дополнительную должность машини-

Таблица 2. Исходные данные для построения модели

Месяц	Непроизводительные потери, ч	Исправные локомотивы, шт.	Число отправленных поездов, шт.	Численность локомотивных бригад, чел.
	R	X1	X2	X3
Январь	8943	210	4395	651
Февраль	9129	207,7	3848	654
Март	11 801	212	4134	641
Апрель	12 055	216,9	3859	656
Май	11 195	224,5	3992	632
Июнь	9989	225,4	3691	628
Июль	12 278	225,6	3883	629
Август	13 068	218	3821	637
Сентябрь	12 885	218,2	3675	682
Октябрь	13 178	228,1	3862	680
Ноябрь	11 267	221,3	4042	640
Декабрь	10 195	219	4323	649

ста-прогревальщика. Он будет выполнять проверку исправности локомотива и полное опробование тормозов поезда.

Затраты на содержание штата прогревальщиков определяются с учетом среднемесячной зарплаты 30 тыс. руб. (оклад 17 тыс. руб.) и необходимых семи-восьми человек в смену для одной станции, что потребует дополнительных расходов 5 млн руб. Для трех станций затраты составят 15 млн руб., эти средства будут получены в результате экономии средств по выплатам за непроизводительную работу локомотивных бригад.

При обработке каждым прогревальщиком шести локомотивов в смену (60% от общего количества локомотивов на станции) экономический эффект достигнет 19,2 млн руб. Прибыль от проекта в соответствии с данными табл. 1 составит 4,2 млн руб. в год.

Введение штата прогревальщиков потребует изменения технологии сдачи-приемки локомотивов и отладки процессов взаимодействия всех частных служб.

**Разработка предложений по улучшению организации работы станций и локомотивных депо**

После выполнения статистического анализа показателей работы станции и депо грузонапряженного Коштинского направления установлен недостаточный уровень организации перевозочного процесса в звене «станция – депо». К примеру, каждый второй поезд на этом направлении отправляется с пересидкой локомотивных бригад. Неудовлетворительными оказались показатели следования локомотивных бригад резервом и пассажиром. Так, экономические потери от этого на порядок превышают потери от пересидок.

В результате корреляционного анализа выявлена слабая зависимость и степень синхронизации процессов, про-

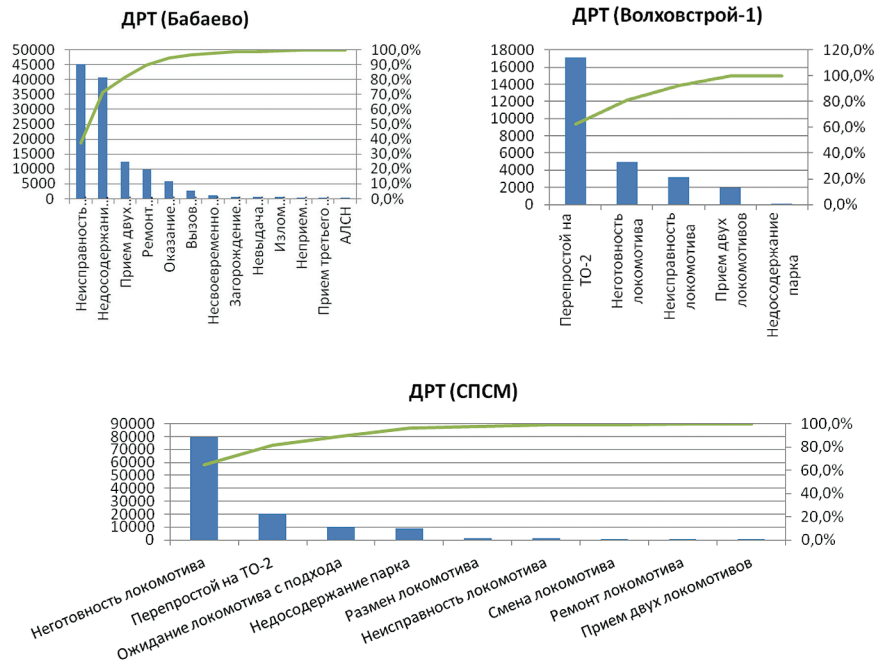


Рис. 8. Диаграммы Парето по причинам пересидок для дирекции ДРТ за три месяца 2015 г.

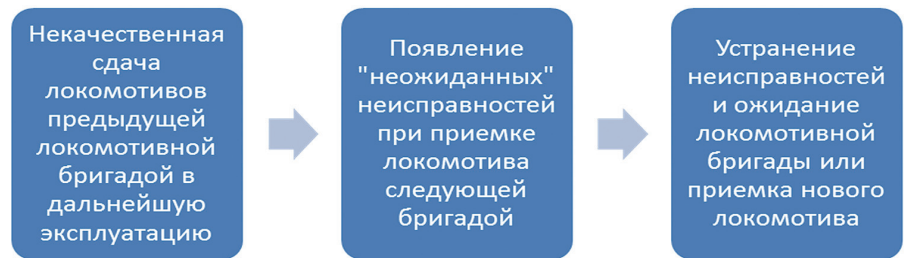


Рис. 9. Определяющие факторы пересидок

исходящих на станции и депо. Это говорит о том, что систематическая работа по улучшению синхронизации процессов не проводится, а основное внимание уделяется техническому совершенствованию объектов. Факторный анализ показал, что организационная неотлаженность процессов порождает существенные потери.

Обобщая изложенное, можно заключить, что Октябрьская железная дорога решает транспортную задачу на Коштинском направлении с большими издержками. Несмотря на внедрение процессного

подхода в течение ряда лет сектор организации перевозок охвачен ею не в полной мере.

Серьезные дестабилизирующие факторы в этом направлении – меняющиеся приоритеты клиентов, нехватка или переизбыток вагонного парка, износ локомотивов. Чтобы оптимизировать управление в этих условиях, требуется организация мониторинга и тщательного анализа показателей перевозочного процесса и влияющих на него факторов. В связи с этим предлагается:

Таблица 3. Результаты расчетов с использованием единичной расчетной ставки

Показатели	Волховстрой - 1	СПСМ	Бабаево
Время пересидок	246,4	414,4	303,2
Потери от пересидок (общее), руб.	8 233 494	9 250 915	14 409 936
Время следования локомотивных бригад резервом, ч	80016	83917	20165
Потери от следования бригад резервом, руб.	84 619 376	88 754 631	21 331 994
Время следования локомотивных бригад пассажиром, ч	162791	126371	102193
Потери от следования бригад пассажиром, руб.	172 178 908	133 681 904	108 087 742
Удельный вес в себестоимости перевозок	41,4 %	36,2 %	22,4 %

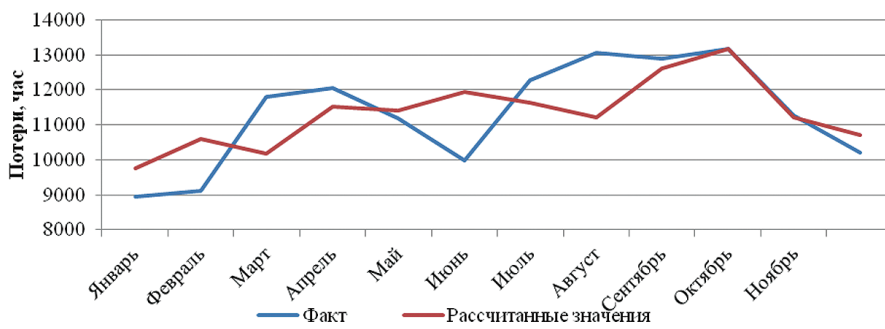


Рис. 10. Расчетные и фактические значения непроизводительных потерь

- разработать и утвердить методику статистического анализа показателей перевозочного процесса;
- подготовить и внедрить единый технологический процесс «станция – депо» с постановкой регламента и определением порядка аудита процесса;
- разработать и утвердить метод обоснования и документирования принимаемых оперативных решений;
- использовать в технико-экономических обоснованиях проектов результаты статистического анализа, доказывающие необходимость проектов.

Для конкретизации данных предложений считаем целесообразным от-

ладить в первую очередь процесс подготовки локомотивов к эксплуатации. Обязанности между машинистами и прогревальщиками электровозов можно перераспределить с тем, чтобы машинисты не тратили время на поиск исправленных локомотивов и маневры в депо.

Для уменьшения времени пересидок локомотивных бригад также предлагается устанавливать способ их закрепления с учетом местных условий и требований эффективности. Так, по станции СПСМ используется способ графического распределения бригад. Он удобен для станций, на которых преобладает

отправление поездов своего формирования, и оказывается комфортным для локомотивных бригад. Возможен также вызывной способ закрепления: он оправдан, когда на станции преобладает транзитный поток. Это гибкий способ, так как при неисправности на участке и задержке подхода поездов к станции время явки бригады можно корректировать.

Для разработки других предложений необходим технологический аудит процессов подготовки и реализации перевозок на Октябрьской железной дороге. При этом акцент целесообразно сделать на работе системы управления и на ее методическом обеспечении. ■

**Литература**

1. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. М.: Финансы и статистика, 1983. 304 с.
2. Пинскер И. Ш. Поиск зависимости и оценка погрешности. М.: Наука, 1985. 148 с.
3. Ковалев В. И., Осьминин А. Т. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. М.: УМЦ ЖДТ, 2011. 440 с.

В рамках проекта Партии «ЕДИНАЯ РОССИЯ»  
«Санкт-Петербург - морская столица России»

# VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## «КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА»

### 19-20

### ноября 2015

### Crowne Plaza St.Petersburg Airport

Россия, г.Санкт-Петербург,  
ул. Стартовая, 6 А

(812) 327-93-70

### При поддержке