



УДК 656.21

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).98–108

Н. Ф. Сирина, С. С. Юшкова

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Российская Федерация
 Дата поступления: 18 апреля 2019 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ПОЛИГОНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация. В статье отмечены значительные изменения уровня состояния железнодорожной инфраструктуры в современных условиях динамичности и структурных преобразований транспортной отрасли. Приведенный анализ понятия «инфраструктура» показывает, что применительно к существующей нестабильности объемов эксплуатационной работы железных дорог наиболее рациональным является использование термина «адаптивная инфраструктура». Продуктивность реализации инвестиционных мероприятий, предусматривающих ремонт, модернизацию мощностей и объектов железнодорожной инфраструктуры, в значительной степени зависит от эффективности управления, чем от загруженности сети. Предложен противозатратный адаптивный механизм содержания полигонной инфраструктуры железных дорог, обеспечивающий выполнение утвержденных плановых нормативов и контроль за отклонениями в себестоимости текущего содержания, ремонта и использования железнодорожных линий. Формализован общий алгоритм модели интегративного управления железнодорожной инфраструктурой на примере участников перевозочного процесса. Основой их взаимодействия являются результаты интегральной оценки, которая обобщает разнородное количество показателей и оценочных факторов использования инфраструктуры железнодорожных линий. Данная модель удовлетворяет требованиям достоверности результатов и имеет прикладное значение при разработке автоматизированных систем на железнодорожном транспорте. Алгоритмическое обеспечение процедур формирования себестоимости норм, нормативных оценок и рангов отклонений реализовано в Интеллектуальной системе управления производственной инфраструктурой на полигоне железных дорог. Полученные результаты интегрированы в автоматизированную систему управления эксплуатационной работой единого центра управления железнодорожной инфраструктурой и настроены на трансформацию и эффективное использование потенциала предприятий ОАО «Российские железные дороги». Верификация исходных этой системой позволяет осуществлять автоматизированное принятие и оценку действий по управлению производственной инфраструктурой железных дорог.

Ключевые слова: инфраструктура, железнодорожный транспорт, противозатратный адаптивный механизм, интегральная оценка, матрица свертки, автоматизированная система управления.

N. F. Sirina, S. S. Yushkova

Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, the Russian Federation
 Received: April 18, 2019

IMPROVING THE MANAGEMENT SYSTEM OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE RAILWAY POLYGON

Abstract. Significant changes are noted in the state of the railway infrastructure in modern conditions of dynamism and structural transformations of the transport industry. The «infrastructure» concept analysis shows that in relation to the existing instability of the volume of railway operational work, the most rational is to use the term «adaptive infrastructure». The productivity of the implementation of investment measures, involving the repair, modernization of facilities and infrastructure, largely depends on the management efficiency than on the network congestion. A cost-effective adaptive mechanism for maintenance of polygon infrastructure is proposed, ensuring the implementation of approved planning standards and control of deviations in the cost of maintenance, repair and use of railway lines. The general algorithm of the integrative infrastructure management model is formalized and illustrated by the example of the transportation process participants. The basis of their interaction is the results of an integrated assessment, which summarizes the heterogeneous number of indicators and evaluation factors of the use of railway infrastructure. This model meets the requirements for the reliability of the results and is of practical importance in the development of automated systems for railway transport. Algorithmic support of procedures for the formation of cost standards, estimates, norms and ranks of deviations is implemented in the Intelligent management system of production infrastructure at the railway polygon. The obtained results are integrated into the automated system of management of operational work of the unified infrastructure management center and are set for transformation and effective use of the potential of the enterprises of OJSC Russian Railways. Verification of the initial data by this system makes it possible to accept and estimate the railway line production infrastructure management activities in an automated fashion.

Keywords: infrastructure, railway transport, cost-saving adaptive mechanism, integral assessment, convolution matrix, automated management system.

Введение

Одним из стратегических направлений развития государства является эффективное управле-

ние транспортной системой, а именно, ее инфраструктурой – деятельностью всех видов транспорта и транспортных структур, выступающей клю-



чевым фактором в создании благоприятных условий функционирования экономики страны.

Однако, современные железные дороги многих стран перешли в разряд нединамичного вида транспорта, управляемого государством и нуждающегося в масштабных структурных преобразованиях. В действительности требуются не только изменения проводимой государственной политики, но и реформирование материальной части, организационных структур железнодорожного транспорта (с учетом сокращения капиталовложений пропорционально изменению объемов перевозок и социальной ответственности перед населением) для постепенной адаптации обслуживающего персонала к условиям эксплуатации отрасли по уровню состояния инфраструктуры.

Сегодня, как и с момента возникновения российских железных дорог, главной проблемой остается хронический недостаток или полное отсутствие технологических инфраструктурных резервов, что обусловлено предельно высокой нагрузкой сети и ее отрицательным влиянием на качество обслуживания клиентуры. Проводимая в ОАО «РЖД» целенаправленная работа по организации и планированию движения поездов на полигонах сети (взамен региональных принципов управления) направлена на обеспечение роста грузооборота, пассажирооборота и качественных показателей эксплуатационной работы.

При этом основа полигонной технологии, состоящая из единых принципов управления вагонным, локомотивным парком и инфраструктурой требует развития всего производственного комплекса, под нужды которого необходимо формировать программы развития отдельных подразделений ОАО «РЖД», совершенствовать систему управления перевозочной деятельностью, пересматривать нормативно-правовое регулирование технологических процессов, регламентов, механизмов взаимодействия и распределения ресурсов.

Исследование понятия

«железнодорожная инфраструктура»

Как основной элемент транспорта железнодорожная инфраструктура представляет собой «технологический комплекс, включающий железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы и систему управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование» [1]. Вместе с тем в предлагаемом понятии «инфраструктура» не

приводятся сведения о работе вагонных, локомотивных депо и других сервисно-ремонтных организаций, обеспечивающих безопасность и бесперебойность перевозочного процесса.

Перевозки железнодорожным транспортом общего пользования организуют перевозчики, которые в наибольшей степени используют железнодорожную инфраструктуру для достижения главной цели – «доставить пассажира, вверенный груз, багаж, грузобагаж или не принадлежащий им порожний грузовой вагон из пункта отправления в пункт назначения» [1]. Поэтому перевозчикам предоставляется право использования систем управления, информационных комплексов и других объектов железнодорожных станций, в том числе систем сигнализации, централизации и блокировки, сетей связи, железнодорожного пути и устройств электроснабжения.

Анализ законодательных документов [2–7] позволяет сделать вывод, что понятие «железнодорожная инфраструктура» не включает в себя железнодорожный подвижной состав, использование которого и есть оказание услуги перевозчику владельцем подвижного состава или инфраструктуры. Эксплуатационная работа железной дороги разграничивается наличием договоров об оказании услуг по использованию железнодорожной инфраструктуры (между перевозчиком и владельцем инфраструктуры) и железнодорожного подвижного состава (между оператором железнодорожного подвижного состава и перевозчиком), направленных на осуществление долгосрочных перевозок.

Таким образом, в основном под железнодорожной линией понимается транспортная инфраструктура, в отношении которой необходимо учитывать не только земельный участок с недвижимым имуществом, но и деятельность железнодорожных предприятий, социальных и государственных учреждений. В соответствии с объемами перевозок, состоянием железных дорог и требованиями, предъявляемыми к их содержанию и использованию, целесообразно понятие инфраструктуры [1] дополнить следующим определением: «Адаптивная инфраструктура – инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования, способная вне зависимости от географического направления перевозочной деятельности оперативно подстраиваться под изменения объемов эксплуатационной работы железных дорог на дифференцированных принципах технологии содержания и использования железнодорожных линий». Это определение учитывает лишь некоторые моменты инфраструктурной услуги, оказываемой



перевозчику в существующих условиях деятельности железнодорожного транспорта.

Современное состояние инфраструктуры железных дорог

Деятельность транспортного комплекса России формируется на основе работы железных дорог, доля которых составляет по среднегодовой численности работников 2,2 % (не менее 1,56 млн чел.), валовому внутреннему продукту (ВВП) – 4,9 %, стоимости основных производственных фондов – 14 %, международной эксплуатационной длине – 7 % (более 85 тыс. км), мировому пассажиро- и грузообороту железнодорожной сети – 15 и 24 % соответственно [8].

Значительная доля грузооборота и четверть пассажирских перевозок приходится на перевозки железнодорожным транспортом, качество работы которого не удовлетворяет современным требованиям. По отчетным данным, предоставленным ОАО «РЖД» и Институтом народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, при максимально допустимой норме в 35 % средний износ инфраструктуры путевого хозяйства составляет более 55 %. С просроченным нормативным полезным использованием эксплуатируется свыше 54 тыс. км контактной сети, 75 % систем электрической централизации, более 50 % технических средств обустройства автоблокировки и тяговых подстанций. Свыше 13,3 % парка электровозов, 19,3 % магистральных и 28,9 % маневровых тепловозов работает с полностью истекшим сроком службы [9]. Генеральная схема развития сети железных дорог ОАО «РЖД» на период до 2025 г. предполагает сохранение низких темпов модернизации инфраструктуры. По оценкам экспертов к 2020 г. из-за наличия более 13 тыс. км «узких мест» на железнодорожной инфраструктуре, устранение которых требует инвестиций в размере 1,5 трлн руб., окажутся невывезенными 120 млн т в 2019 г. и 196,2 млн т в 2020 г. с потерями отчислений в бюджет порядка 1,3 трлн руб. [10].

Разделение инфраструктуры и перевозочной деятельности в европейских странах привело к увеличению затрат по перевозке грузов на 20–40 % за счет усложнения системы регулирования тарифа; в России дополнительные затраты составят около 223 млрд руб. (+32 %) в год [8].

В результате реформирования отрасли, разделения функций хозяйственного управления и государственного регулирования основным владельцем железнодорожной инфраструктуры (ИЖДЛ) Российской Федерации является ОАО «РЖД» (85 513 км), осуществляющее централизованное диспетчерское управление перевозочным

процессом в целом [2]. Существующая перегрузка железных дорог непроизводительными простоями подвижного состава, дополнительной поездной и маневровой работой в сочетании с постоянным ростом ставок за предоставление вагонов неудовлетворительно влияет на эффективность работы железнодорожной отрасли и финансовое благополучие страны в целом [9]. Следовательно, для удовлетворения потребностей бизнеса и государства в железнодорожных перевозках ОАО «РЖД» необходимо в соответствии с прогнозируемыми темпами роста производства не только модернизировать, обновлять и комплексно развивать объекты железнодорожной инфраструктуры, но и совершенствовать процесс управления эксплуатационной работой на железнодорожных линиях.

В 2017 г. пилотным проектом сформирован Восточный полигон, состоящий из подразделений производственного блока ОАО «РЖД» – Забайкальской, Красноярской, Восточно-Сибирской и Дальневосточной железных дорог. Общая координация поездопотоками на полигоне осуществляется единым диспетчерским центром управления перевозками (ЕДЦУП), регулирование тяговых ресурсов сосредоточено в центре управления тяговыми ресурсами (ЦУТР). Это позволяет ускорить пассажирское сообщение, выстроить оптимальную логистическую технологию управления грузовыми операциями и продвижением грузопотоков к межгосударственным стыковым пунктам, морским портам, стабилизировать сроки доставки грузов, повысить эффективность перевозочного процесса, увеличить участковую скорость, сократить число «отставленных» от движения поездов, снизить одиночный пробег локомотивов, время нахождения поездов и локомотивов на технических станциях.

При этом система управления и текущего содержания железнодорожной инфраструктуры осталась без изменений в границах региональных корпоративных центров управления (железных дорог), реализуется на уровне дирекций инфраструктуры (далее – ДИ) и является несбалансированным звеном в полигонной технологии.

Противозатратный адаптивный механизм содержания полигонной инфраструктуры

Значительное влияние в работе железнодорожного транспорта имеют основные составляющие инфраструктуры железных дорог – путь, энергоснабжение, автоматика и телемеханика, на обслуживании которых занята шестая часть всех железнодорожников. Железнодорожный путь с сопутствующими устройствами (контактная подвеска, устройства сигнализации и блокировки) находится под постоянным воздействием природ-



ных явлений (органического мира, влаги, температуры, ветра), подвижных нагрузок и при этом обеспечивает непрерывность и безопасность движения поездов в любое время года. Поэтому основой содержания железнодорожной инфраструктуры в технически исправном состоянии является система управления текущим содержанием и выполнение плановых ремонтов. Здесь важное место занимают устойчивая организация и продуманная структура стимулов, способных привести к тому, что использование инфраструктуры железных дорог будет осуществляться на коммерчески выгодной основе. Данные «инструменты» используются для повышения эффективности железных дорог любой формы собственности и при различных вариантах конкуренции.

Финансовый анализ перевозочного процесса основан на взаимосвязи объемов выполненных работ и затрат на производство – себестоимости t / км перевезенного груза или чел. / км транспортировки пассажиров: затраты на материалы, заработную плату, электроэнергию, топливо, амортизацию основных фондов, отчисления на социальные нужды, прочие расходы и т. д.

В структуре управленческой деятельности инфраструктурным блоком железных дорог адаптивные механизмы занимают центральное место – именно они в наибольшей степени используются для воспроизведения простых «поведенческих» функций человека, определяют порядок и результаты перевозочной деятельности [11].

Достижение установленного уровня снижения себестоимости перевозочного процесса основано на принципе противозатратности, который позволяет спланировать в обратно пропорциональной зависимости увеличение поощрения работников организаций-исполнителей и вложения в

ремонт инфраструктуры железнодорожных линий на следующий период [12]. Противозатратный механизм нацеливает персонал каждого структурного подразделения-исполнителя на максимальное использование производственного потенциала, что позволяет добиться повышения эффективности транспортной перевозки: увеличить объемы вагоноотправок с лучшим качеством обслуживания клиентуры и наименьшими затратами на содержание инфраструктуры, выполнить эксплуатационные работы.

Для выработки унифицированных управленческих решений, упорядочивания процесса контроля отклонений себестоимости текущего содержания, ремонта и использования ИЖДЛ разработан противозатратный адаптивный механизм содержания (далее – ПАМС) полигонной инфраструктуры, состоящий из блоков оценки и ранжирования (далее – БОР) себестоимости и матриц свертки (МС) (рис. 1).

В БОР затрат на содержание ИЖДЛ и БОР цен ресурсов ПАМС последовательно определяются качественная и количественная оценки ИЖДЛ с помощью адаптивного механизма оценки и ранжирования (далее – АМОР).

С использованием адаптивного оценочного механизма $\Sigma_E = (X, E)$ (далее – АОМ) формируется количественная оценка выхода ИЖДЛ y_t путем определения степени соответствия адаптивным нормативам: по результатам текущих значений норматива x_t и выхода ИЖДЛ y_t определяется адаптивный норматив x_{t+1} на следующий период $t + 1$ (на примере себестоимости содержания железнодорожной линии за месяц) (рис. 2):

$$x_{t+1} = X(x_t, y_t), \tag{1}$$

где $X(x_t, y_t)$ – процедура, определяющая адаптив-

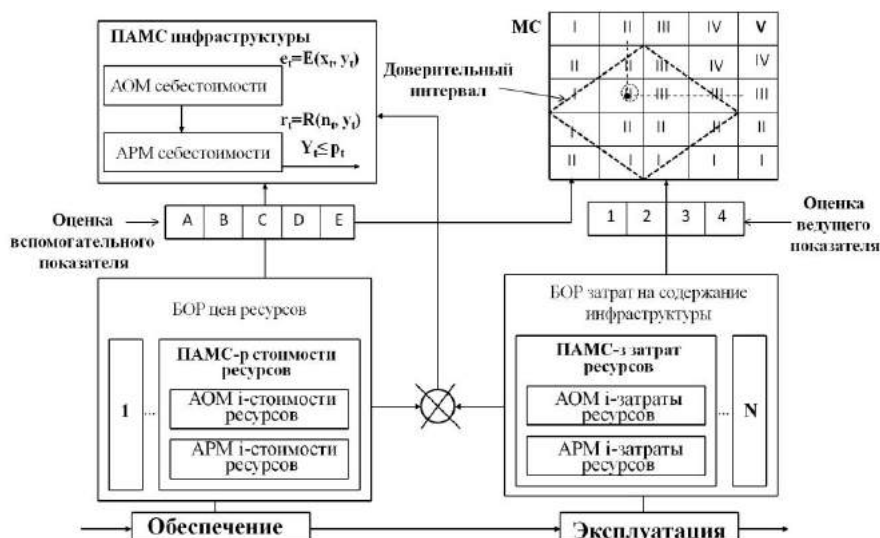


Рис. 1. Блок-схема противозатратного адаптивного механизма содержания полигонной инфраструктуры



ное нормирование $t = \overline{1, T}$, $x_1 = x^1$.

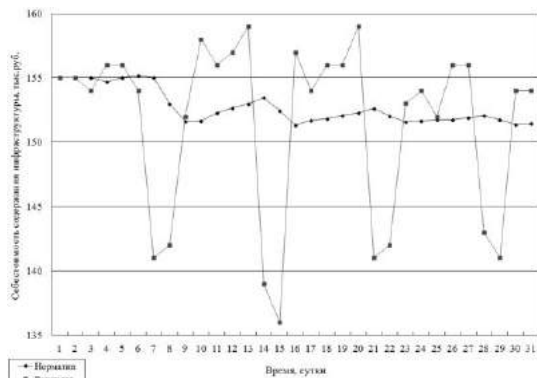


Рис. 2. Выполнение плана себестоимости и норматив его оценивания

Сопоставление показателей выхода y_t с нормативами x_t формирует количественную оценку использования ИЖДЛ (рис. 3):

$$e_t = E(x_t, y_t), \quad (2)$$

где E – процедура для интервального оценивания показателей.

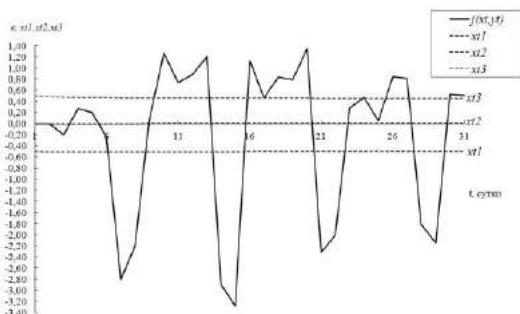


Рис. 3. Оценка себестоимости содержания ИЖДЛ

Фактическая себестоимость ремонта и содержания ИЖДЛ в периоде t :

$$c_t = \sum_{i=1}^n k_{it} P_{it}, \quad (3)$$

где k_{it} – фактическая потребность i -го ресурса, необходимого на ремонт и содержание одного условного элемента ИЖДЛ; P_{it} – стоимость i -го ресурса; i – порядковый номер ресурса, $i = 1, 2, \dots, n$.

На основе линейной модели с переменными настраиваемыми коэффициентами, получаемыми в БОР ПАМС, формируется нормативная себестоимость ремонта и содержания ИЖДЛ в периоде t (c_t^*):

$$c_t^* = \sum_{i=1}^n k_{it}^* P_{it}^*, \quad (4)$$

где P_{it}^* – прогнозная стоимость i -го ресурса; k_{it}^* – настраиваемая норма расхода i -го ресурса; i – порядковый номер ресурса, $i = 1, 2, \dots, n$.

Для суммирования расходов по разным статьям затрат аналогично расчетам себестоимости по

формулам (3) и (4) (1) и (2) используется мультипликатор (\otimes).

Далее на основе нормативов, получаемых адаптивными процедурами прогнозирования норм производственных затрат в АОМ, по формуле (3) (1) определяется нормативная себестоимость содержания и ремонта ИЖДЛ в периоде t (x_t^c).

В ранговом адаптивном механизме (далее – РАМ) в условиях неопределенности потенциала ИЖДЛ ДИ дирекция инфраструктуры использует процедуру обучения ранжированию

$$\Sigma_R = (N, R), \quad (5)$$

где R – процедура, определяющая ранжирование; N – процедура, определяющая нормирование.

Адаптивная норма ранжирования n_t формируется процедурой нормирования $n_{t+1} = N(n_t, e_t)$.

Используя модели адаптивного эконометрического прогнозирования временных рядов, формируется качественная оценка (ранг) выхода ИЖДЛ y_t сопоставлением полученной в АОМ оценки e_t с адаптивной нормой n_t .

Используемая для определения ранга r_{t+1} норма ранжирования n_{t+1} корректируется на основе оценки e_t . Адаптивность ПАМС обеспечивает непрерывную настройку нормативов оценивания и норм ранжирования.

Далее, одновременно по нескольким производственно-экономическим показателям оценки цен и затрат i -го ресурса объединяются с помощью i -й МС матрицы свертки – специального эвристического механизма, состоящего из таблицы с заданными функциями свертки двух показателей: один определяет значение в столбце, другой – в строке, а на их пересечении получатся значение ранга свертки [13]. Данный механизм предусматривает определение достоверной оценки (ранга) показателя: сначала эксперты-специалисты промышленности ранжируют допустимые интервалы оценок, затем эксперты – компетентные специалисты в данной области. Эксперт каждого уровня пересматривает собственные ответы только тогда, когда они выпадают из доверительного интервала (6) – интервала, в котором находится 90 % всех оценок, позволяющего установить истинное (генеральное) значение статистической характеристики.

В системе оценивания показатели использования ИЖДЛ разделяются на ведущие и вспомогательные. Для повышения эффективности конечных результатов и уровня качества работы используются ведущие показатели (в приведенном интервале от 1 до 4), характеризующие выполнение норм, нормативов и обязательных плановых заданий. При отклонении от установленного задания



по выполнению ведущего показателя устанавливается штрафная оценка, которая незначительно ухудшает общую оценку невыполнения плана по вспомогательным показателям (от А до D), определяющим эффективность инновационных внедрений в производство и исполнительскую дисциплину (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Формирование ранга показателя

Ранг	Интегральная оценка показателя					
I	3A	2A	1B	1A	–	–
II	4A	3B	2C	2B	1D	1C
III	4B	3C	2D			
IV	4C	4C	3D	3D		
V	4D	–				

Аналогично, для формирования ранга (рис. 4) основного и дополнительного показателя используется следующая процедура: первому рангу соответствует не выполнение установленного плана по первому уровню; второму рангу – выполнение плана первого уровня; третьему – реализация показателей второго уровня; четвертый ранг характеризуется достижением или перевыполнением показателей трех уровней; перевыполнение заданных условий или сроков соответствует пятому рангу – реализации поставленной цели (см. рис. 1).

Выполнение установленного ранга характеризуется доверительным интервалом:

$$\frac{X_{cp}-tS}{\sqrt{n}} \leq \alpha \leq \frac{X_{cp}+tS}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где α – показатель оценки цен и затрат i -го ресурса; t – параметр из таблицы распределения Стьюдента; X_{cp} – среднее выборочное значение; S – квадратный корень дисперсии; \sqrt{n} – квадратный корень общего объема выборки.

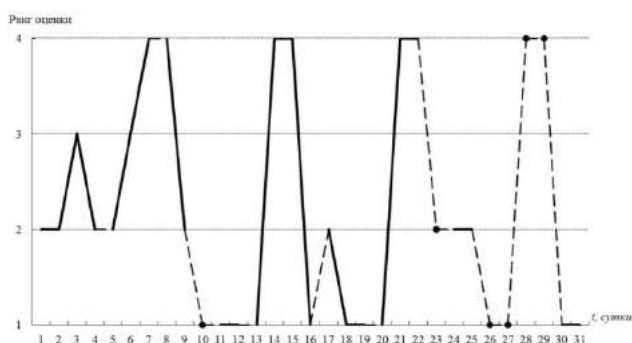


Рис. 4. Ранг оценки показателя «Себестоимость содержания ИЖДЛ»

Подразделения-исполнители заинтересованы в увеличении текущих и будущих оценок (рангов), поэтому целевая функция ИЖДЛ будет иметь вид

$$W(\bar{y}) = V_E(\bar{y}) + V_R(\bar{y}) = \sum_{t=1}^T \rho^{t-1} [E(x_t, y_t) + R(n_t, y_t)] \quad (7)$$

Такая система управления и оперативного внесения изменений в нормативную базу определяет порядок учета изменений норм по видам работ и исполнителям с оформлением первичных документов. Наличие в ОАО «РЖД» разветвленной сети передачи информации предоставляет возможность внесения достоверной и оперативной корректировки норм (нормативов) в базу данных.

Первичная стоимостная и количественная информация об отступлениях поступает с мест их возникновения (участков, отделений и рабочих мест) и фиксируется ПАМС. При этом выходные данные для формирования рекомендаций по принятию управленческих решений поступают из автоматизированных систем железнодорожного транспорта, обладающих достоверностью и оперативностью состояния перевозочного процесса.

Для наполнения экспертными решениями и совершенствования системы управления инфраструктурой, тяговыми ресурсами и вагонным парком на полигоне железных дорог предлагается создать Единый центр управления инфраструктурой (далее – ЕЦУИ). Он осуществляет мониторинг и принятие решений по эксплуатации и содержанию инфраструктуры структурными подразделениями каждого уровня управления в установленных финансовых лимитах (рис. 5).

Единый центр постоянно взаимодействует с дирекцией управления движением (далее – ДУД), Территориальным центром фирменного транспортного обслуживания (далее – ТЦФТО), ЦУТР, железной дорогой (далее – РЦКУ) (в границах полигона) по результатам мониторинга использования (загрузки) инфраструктуры для планирования перевозок в текущем времени. Эти взаимоотношения строятся на теории активных систем и позволяют с помощью интегральной оценки [14] функционирования ЕЦУИ проанализировать использование инфраструктуры (рис. 6).

Первичные показатели БОР разбиваются по областям деятельности: производственно-финансовой, кадровой, технической, технологической и т. д. Результаты таблиц матрицы свертки позволяют оценить качество выполнения утвержденных на полигоне железных дорог показателей содержания и уровня использования ИЖДЛ с помощью интегральной оценки. Основные результаты прогнозирования показателей работы железных дорог приведены в зарубежных источниках [15–17]. Представлены также многофакторные показатели оценивания грузооборота и объемов [18, 19].

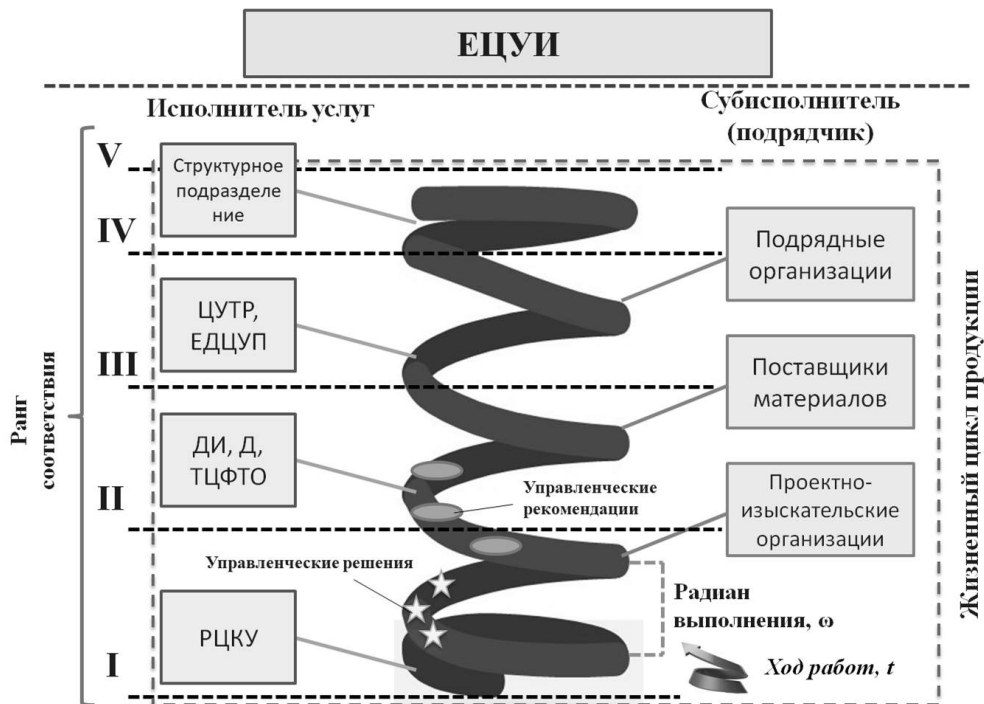


Рис. 5. Интегративное управление использованием инфраструктуры

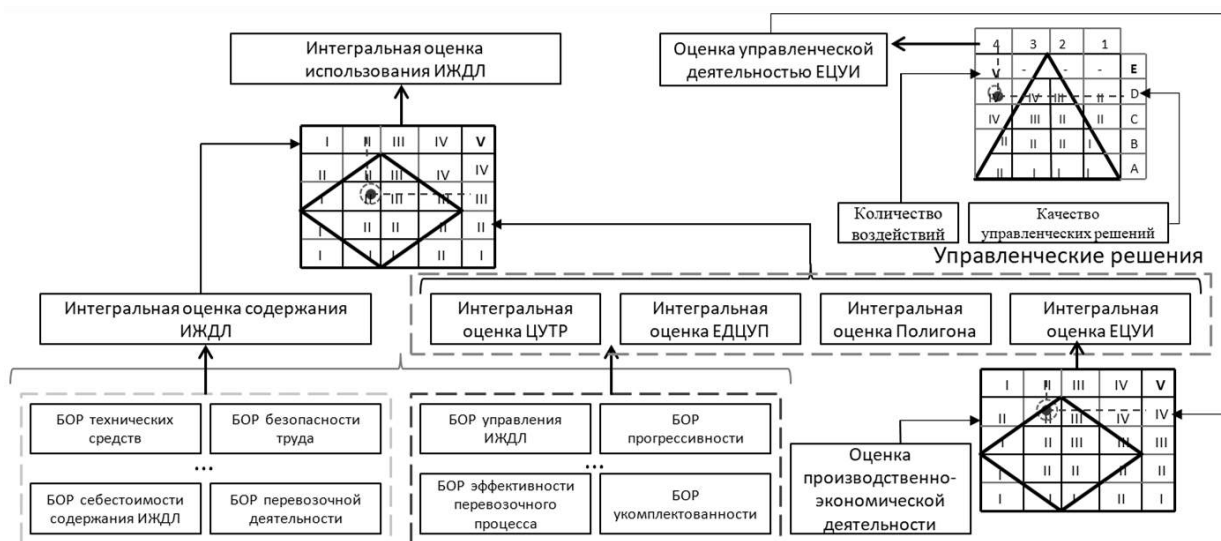


Рис. 6. Формирование интегральной оценки ИЖДЛ

Интегральная оценка функционирования ЕЦУИ определяется матрицей свертки рангов управленческой и производственно-экономической деятельности. В условиях осведомленности об установленном результате ИЖДЛ не исключен сценарий, при котором ЕЦУИ не гарантирует прогрессивность ПАМС, т. е. потенциал ИЖДЛ будет использоваться не в полной мере, что отразится на ее конкурентоспособности. Чтобы исключить подобный сценарий, применяется интегративное управление технологическим процессом использования адаптивной инфраструктуры, основанное на результатах интегральной оценки использова-

ния ИЖДЛ. Регулирует установленным порядком ПАМС, а также планирует, стимулирует и финансирует эксплуатационную работу железнодорожных линий. Его применение обеспечивает прозрачность информационных и финансовых потоков содержания инфраструктуры и позволяет создать систему поддержки принятия решений в ЕЦУИ.

В такой ситуации действенным средством осуществления контроля за принятием решений и выполнением работниками инфраструктурного комплекса технологии транспортировки является автоматизация процесса управления инфраструктурой на полигоне железных дорог в экспертной



системе – Автоматизированной системе управления эксплуатационной работой единого центра управления инфраструктурой (далее – АСУ ЕЦУИ) [20].

Программа предназначена для автоматизированного принятия и оценивания принятых действий по управлению производственной инфраструктурой железнодорожных линий. В ней обрабатываются результаты эксплуатации ИЖДЛ и с помощью матрицы сверстки сопоставляются со смежными значениями параметров использования транспортной инфраструктуры ЕЦУИ, что позволяет проводить математическую обработку выставляемых рангов и, с помощью управленческих решений определять необходимые ресурсы содержания обустройства железнодорожного пути.

На основе контроля себестоимости выявляются отклонения (экономия или перерасход) от фактических прямых расходов и сравниваются с нормативными значениями.

Алгоритмы обеспечения процедур формирования себестоимости нормативов оценок и рангов отклонений реализованы в Интеллектуальной системе управления производственной инфраструктурой (далее – ИСУ ПИ) на полигоне железных дорог [21] (рис. 7). Данная система предназначена для принятия управленческих решений по использованию производственной инфраструктуры железных дорог в перевозочном процессе и позволяет анализировать исходные данные производственно-хозяйственной деятельности, проводить математическую обработку выставляемых экспертами оценок, ранжировать технологические процессы на базе адаптивной интегральной оценки, предла-

гать варианты организации производства и осуществлять выполнение ключевых показателей транспортной перевозки.

Непрерывное обновление нормативной базы по содержанию ИЖДЛ по причине совершенствования технологии, системы управления и технического развития требует своевременной адаптации норм и нормативов ЕЦУИ. Для этого устанавливается порядок оформления первичных документов.

Учет изменения нормативов постоянно унифицирует нормы, поэтому имеет значение для контроля технического состояния и организационного развития железных дорог. Данные учета систематически обобщаются и используются в анализе, принятии управленческих решений и расчете расходов на содержание инфраструктуры железных дорог. Штатные отклонения передаются на рабочие места исполнителей, остальные – руководителям предприятий ИЖДЛ.

Для установления порядка в отчетности применяется система кодификации причин изменения норм по основным группам технико-экономических факторов с учетом особенностей технологии и организации использования ИЖДЛ:

- повышение технического состояния ИЖДЛ (1a);
- внедрение прогрессивной технологии и автоматизация производственных процессов (1b);
- использование новой ремонтно-путевой техники (1c);
- применение современных материалов и конструкций (1d);
- прочие факторы, повышающие уровень использования ИЖДЛ (1e);

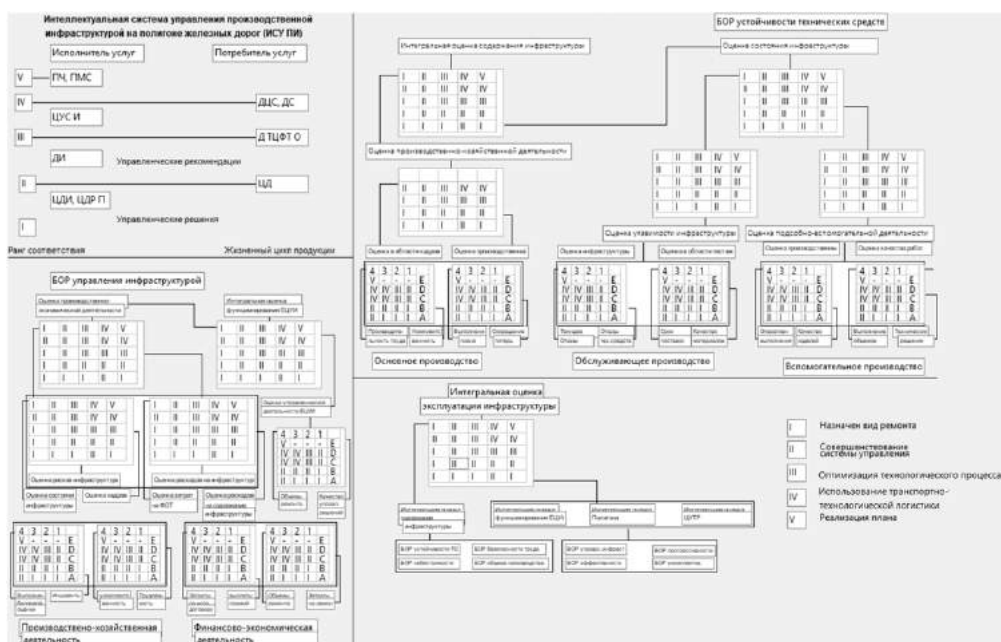


Рис. 7. Рабочий интерфейс ИСУ ПИ с данными, используемыми в АСУ ЕЦУИ



- улучшение условий труда (2a);
- повышение эффективности использования основных фондов (2b);
- совершенствование системы обслуживания клиентов (2c);
- совершенствование системы управления ИЖДЛ (2d);
- эффективное материально-техническое снабжение и использование ресурсов (2e);
- прочие факторы, повышающие уровень перевозочного процесса (2f);
- изменение объемов перевозок (3a);
- снижение затрат при росте объемов перевозок (3b);
- повышение качества оказываемых услуг (3c);
- прочие факторы, влияющие на объемы перевозок (3d).

В ИСУ ПИ сопоставляются фактический и базовый нормативы оценки затрат для формирования уровня отклонения от норматива. Периодичность контроля устанавливается в необходимом интервале времени. Это позволяет определить влияние каждой статьи затрат на адаптацию норм (нормативов) производства и установить основные причины, факторы и ответственных исполнителей.

Далее корректируется прогнозная модель формирования норматива и предлагаются АСУЭР ЕЦУИ оперативные управленческие решения, которые с использованием процедур ПАМС позволяют проводить оперативную ликвидацию перерасхода.

Заключение

Значение железнодорожной инфраструктуры не должно ограничиваться коммерческими интересами ОАО «РЖД», которые в меньшей степени основываются на потребностях и социально-экономическом развитии регионов страны. Инфраструктура железных дорог является национальным богатством России, поэтому главная задача состоит в выборе управленческих решений, позволяющих максимально эффективно использовать ее потенциал в решении общегосударственных задач. Как показали исследования, эффективное использование инфраструктуры железных дорог основано на дисципли-

нации действий по организации перевозочного процесса (рациональное использование тяговых ресурсов и железнодорожного пути, решение проблем несбалансированной загруженности сети на уровне субъекта Федерации). На основе международного опыта реформирования железных дорог, колебаний объемов перевозок и соблюдения условий обеспечения безопасности движения поездов необходимо соразмерно снижать расходы на содержание железнодорожной инфраструктуры за счет совершенствования системы управления производственным блоком ОАО «РЖД».

В условиях многозадачности спроектированы прогрессивные адаптивные механизмы контроля показателей использования ИЖДЛ, позволяющие принимать оперативные управленческие решения. Противозатратный механизм контроля показателей ИЖДЛ состоит из иерархически упорядоченной совокупности оценочного и рангового адаптивных механизмов, ориентированных на выполнение установленных значений для определенных показателей. Прогрессивность обеспечивается ростом оценки исполнителя при повышении показателя.

Для контроля технологического процесса и увеличения прибыли железных дорог разработан ПАМС, ориентированный на оценивание результатов деятельности, в том числе и по снижению затрат, поэтому каждое подразделение-исполнитель стремится к улучшению собственных оценок и повышению ранга по показателям. Адаптивность данной процедуры обеспечивается непрерывностью в настройке норм (нормативов) на цели ИЖДЛ.

При анализе эффективности использования ИЖДЛ необходимо учитывать не только объемы выполненных работ, но и расходы на их реализацию. Для этого на основе анализа поступившей информации о перевозочном процессе настроен контроль сбоев производственной деятельности в АСУЭР ЕЦУИ, которая позволяет с учетом «нормальных» отклонений показателя от норматива выявлять несоответствия, превосходящие допустимые пределы, и предлагать оперативные автоматизированные управленческие решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устав железнодорожного транспорта РФ : федерал. закон от 10.01.2003. № 18-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2003.
2. О программе структурной реформы на железнодорожном транспорте : постановление Правительства Рос. Федерации от 18.05.2001. № 384 : в ред. постановления Правительства Рос. Федерации от 22.07.2009 г. № 600. URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/67419> (дата обращения: 30.03.2019).
3. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации : федер. закон Рос. Федерации от 10.01.2003 № 17-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2003. № 2.
4. Об основных положениях структурной реформы в сферах естественных монополий : указ президента Рос. Федерации от 28.04.1997 г. № 426 : с изм., внесенными указом президента Рос. Федерации от 23.07.2001 г. № 902. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9050191> (Дата обращения: 30.03.2019).



5. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года : приказ Минтранса России от 12.05.2005. № 45. URL: <http://base.garant.ru/188328/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33> (Дата обращения 30.03.2019).
6. Об утверждении Правил недискриминационного доступа перевозчиков к инфраструктуре железнодорожного транспорта общего пользования : постановление Правительства Рос. Федерации от 25.11.2003 г. № 710 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2003. № 48.
7. Об утверждении правил оказания услуг по использованию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования : постановление Правительства Рос. Федерации от 20.11.2003. № 703 : в ред. постановления Правительства Рос. Федерации от 14.12.2006 г. № 767. URL: <http://base.garant.ru/186503/> (Дата обращения: 30.03.2019).
8. Мясников А. С. Рациональное распределение между видами транспорта на рынке транспортных услуг // Вестник университета (Государственный университет управления). 2012. № 16. С. 17–19.
9. Современное состояние и развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта России. URL: <http://rly.su/uk/node/6953> (Дата обращения: 30.03.2019).
10. Юшкова С.С. Проблемы инфраструктуры и пути решения в период организационных трансформаций системы управления производственной деятельностью ОАО «РЖД» // Техника и технологии наземного транспорта : сб. ст. Всерос. науч. конф. аспирантов. Екатеринбург, 2018. С. 154–158.
11. Трапезников В.А. Управление и научно-технический прогресс. М. : ИПУ РАН, 1983. 224 с.
12. Сирина Н.Ф., В.В. Цыганов. Современные проблемы и задачи организации управления вагонным хозяйством. Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2005. 89 с.
13. Сирина Н.Ф., Юшкова С.С. Интегративное управление инфраструктурой в перевозочной деятельности железных дорог // Транспорт Урала. 2019. № 1. С. 75–80.
14. Сирина Н.Ф., Михальнинов А.В., Юшков М.Е. Разработка управленческих решений по эффективному использованию малонапряженных железнодорожных линий // Транспорт Урала. 2012. № 2. С. 75–80.
15. HuijunWu, GuiyunLiu Container Sea-Rail Transport Volume Forecasting of Ningbo Port Based on Combination Forecasting Model // International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Engineering (AEECE-2015). 2015. P. 449–454.
16. YouanWanga, Xumei Chena, Yanhui Hana, ShuxiaGuob Forecast of Passenger and Freight Traffic Volume Based on Elasticity Coefficient Method and Grey Model // 13th COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013). Social and Behavioral Sciences - 96. 2013. P.136–147.
17. Rudakov K.V., Strizhov V.V., Kashirin D.O. Motrenkoand M.M. Stenina Selecting an Optimal Model for Forecasting the Volumes of Railway Goods Transportation // Avtomatika i Telemekhanika. 2017. № 1. P. 91–105.
18. Краковский Ю.М., Михайлова Е.А., Яхина А.С. Статистический анализ многофакторных регрессий моделей для погрузки грузов // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. Иркутск : Изд-во ИрГУПС, 2018. Т.1. С. 421–424.
19. Краковский Ю.М., Тамир Д., Яхина А.С. Многофакторное оценивание показателей перевозочного процесса на основе моделей второго порядка // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. № 2. С. 82–85.
20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019612748 от 26 февраля 2019 г.
21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019612340 от 18 февраля 2019 г.

REFERENCES

1. Ustav zheleznodorozhnogo transporta RF : federal'nyi zakon ot 10.01.2003. No. 18-FZ [The charter of Railway Transport of the Russian Federation: a federal law of January 10, 2003 No. 18-FZ]. *Sobranie zakonodatel'stva RF [Coll. of the legislation of the Russian Federation]*, 2003 [Electronic resource]. URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/11419> (access date: 03/30/2019).
2. О программе структурной реформы на железнодорожном транспорте : postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federatsii ot 18.05.2001. No. 384 : v red. postanovleniya Pravitel'stva Ros. Federatsii ot 22.07.2009 g. No. 600. [On the program of structural reform in railway transport: Decree of the Government of Russia. Federation of 18.05.2001. No. 384: in ed. of the RF Government Decisions of July 22, 2009. No. 600]. URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/67419> (Access date: 30.03.2019).
3. О железнодорожном транспорте в Россииской Федератсии : feder. zakon Ros. Federatsii ot 10.01.2003 No. 17-FZ [On rail transport in the Russian Federation: The Feder. law of the Russian Federation of January 10, 2003 No. 17-FZ]. *Sobr. zakonodatel'stva Ros. Federatsii [Coll. of legislation of the Russian Federation]*, 2003. No. 2.
4. Ob osnovnykh polozheniyakh strukturnoi reformy v sferakh estestvennykh monopolii : ukaz prezidenta Ros. Federatsii ot 28.04.1997 g. No. 426 : s izm., vnesennymi ukazom prezidenta Ros. Federatsii ot 23.07.2001 g. No. 902 [On the main provisions of the structural reform in the areas of natural monopolies: The Presidential decree of the Russian Federation of 04/28/1997 No. 426: as amended by the decree of the President of the Russian Federation of July 23, 2001, No. 902]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9050191> (Access date: 30.03.2019).
5. Transportnaya strategiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda : prikaz Mintransa Rossii ot 12.05.2005. No. 45 [Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2020: The order of the Ministry of Transport of Russia of 12.05.2005. Number 45]. URL: <http://base.garant.ru/188328/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33> (Access date 30.03.2019).
6. Ob utverzhdenii Pravil nediskriminatsionnogo dostupa perevozhchikov k infrastrukture zheleznodorozhnogo transporta obshchego pol'zovaniya : postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federatsii ot 25.11.2003 g. No. 710 [On approval of the Rules of non-discriminatory access of carriers to the public rail transport infrastructure: RF Government Decree dated November 25, 2003, No. 710]. *Sobr. zakonodatel'stva Ros. Federatsii [Coll. of the legislation of the Russian Federation]*, 2003. No. 48.
7. Ob utverzhdenii pravil okazaniya uslug po ispol'zovaniyu infrastruktury zheleznodorozhnogo transporta obshchego pol'zovaniya : postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federatsii ot 20.11.2003. No. 703 : v red. postanovleniya Pravitel'stva Ros. Federatsii ot 14.12.2006 g. No. 767 [On approval of the rules for the provision of services for the use of public rail transport infrastructure: RF Government Decree of 11/20/2003. Number 703: in ed. of RF Government Decree of 12/14/2006, No. 767]. URL: <http://base.garant.ru/186503/> (Access date: 30.03.2019).



8. Myasnikov A. S. Ratsional'noe raspredelenie mezhdru vidami transporta na rynke transportnykh uslug [Rational distribution between modes of transport in the market of transport services]. *Vestnik universiteta (Gosudarstvennyi universitet upravleniya) [University Bulletin (State University of Management)]*, 2012. No. 16. Pp. 17–19.
9. Sovremennoe sostoyanie i razvitiye infrastruktury zheleznodorozhnogo transporta Rossii [The current state and development of the infrastructure of railway transport in Russia]. URL: <http://rly.su/uk/node/6953> (Access date: 30.03.2019).
10. Yushkova S.S. Problemy infrastruktury i puti resheniya v period organizatsionnykh transformatsii sistemy upravleniya proizvodstvennoi deyatelnosti OAO «RZhd» [Infrastructure problems and solutions in the period of organizational transformations of the production management system of JSC “Russian Railways”]. *Tekhnika i tekhnologii nazemnogo transporta : sb. st. Vseros. nauch. konf. Aspirantov* [Technique and technology of land transport: Coll. of articles of All-Russian scientific conf. of graduate students]. Ekaterinburg, 2018. Pp. 154–158.
11. Trapeznikov V.A. Upravlenie i nauchno-tehnicheskii progress [Management and technological progress]. Moscow : IPU RAN Publ., 1983. 224 p.
12. Sirina N.F., V.V. Tsyganov. Sovremennye problemy i zadachi organizatsii upravleniya vagonnym khozyaistvom [Modern problems and objectives of the organization of the management of the carriage economy]. Ekaterinburg : UrGUPS Publ., 2005. 89 p.
13. Sirina N.F., Yushkova S.S. Integrativnoe upravlenie infrastrukturoi v perevozhnoy deyatelnosti zheleznykh dorog [Integrative management of infrastructure in the transportation activities of railways]. *Transport Urala [Transport of the Urals]*, 2019. No. 1. Pp. 75–80.
14. Sirina N.F., Smolyaninov A.V., Yushkov M.E. Razrabotka upravlencheskikh reshenii po effektivnomu ispol'zovaniyu malodeyatelnnykh zheleznodorozhnykh linii [Development of management decisions on the effective use of low-cost railway lines]. *Transport Urala [Transport of the Urals]*, 2012. No. 2. Pp. 75–80.
15. HuijunWu, GuiyunLiu. Container Sea-Rail Transport Volume Forecasting of Ningbo Port Based on Combination Forecasting Model. *International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Engineering (AEECE-2015)*. 2015. Pp. 449–454.
16. Youan Wanga, Xumei Chena, Yanhui Hana, Shuxia Guob. Forecast of Passenger and Freight Traffic Volume Based on Elasticity Coefficient Method and Grey Model. *13th COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013). Social and Behavioral Sciences – 96*, 2013. Pp.136–147.
17. Rudakov K.V., Strizhov V.V., Kashirin D.O., Motrenko A. P., Stenina M.M. Selecting an Optimal Model for Forecasting the Volumes of Railway Goods Transportation. *Avtomatika i Telemekhanika [Automation and Remote Control]*, 2017. No. 1. Pp. 91–105.
18. Krakovskii Yu.M., Mikhailova E.A., Yakhina A.S. Statisticheskii analiz mnogofaktornykh regressii modelei dlya pogruzki gruzov [Statistical analysis of multifactor regressions of models for cargo loading]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona [Transport infrastructure of the Siberian region]*. Irkutsk : IrGUPS Publ., 2018. Vol.1. Pp. 421–424.
19. Krakovskii Yu.M., Tamir D., Yakhina A.S. Mnogofaktornoe otsenivanie pokazatelei perevozhnogo protsessa na osnove modelei vtorogo poryadka [Multifactorial estimation of indicators of the transportation process based on second-order models]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2016. No. 2. Pp. 82–85.
20. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM No. 2019612748 ot 26 fevralya 2019 g [Certificate of state registration of computer programs No. 2019612748 dated February 26, 2019].
21. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM No. 2019612340 ot 18 fevralya 2019 g [Certificate of state registration of computer program No. 2019612340 dated February 18, 2019].

Информация об авторах

Сирина Нина Фридриховна – д. т. н., профессор, профессор кафедры вагонов, проректор по учебной работе и связям с производством, Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, e-mail: NSirina@usurt.ru

Юшкова Светлана Сергеевна – аспирант кафедры вагонов, Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, e-mail: 3eol_triss@inbox.ru

Для цитирования

Сирина Н. Ф. Совершенствование системы управления транспортной инфраструктурой полигона железных дорог / Н. Ф. Сирина, С. С. Юшкова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 98–108. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).98–108

Authors

Nina Fridrikhovna Sirina – Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor of the Subdepartment of Railway Cars, vice-rector for educational work and relations with production, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, e-mail: NSirina@usurt.ru

Svetlana Sergeevna Yushkova – Ph.D. student of the Subdepartment of Railway Cars, Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, e-mail: 3eol_triss@inbox.ru

For citation

Sirina N.F., Yushkova S.S. Sovershenstvovanie sistemy upravleniya transportnoi infrastrukturoi poligona zheleznykh dorog [Improving the management system of transport infrastructure in the railway polygon]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 98–108. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).98–108