

УДК 656.22

**Г. М. Грошев, д-р техн. наук,
И. Ю. Романова, канд. техн. наук,
Я. В. Кукушкина, канд. техн. наук,
Т. Г. Сергеева, канд. техн. наук,
А. В. Сугоровский, канд. техн. наук**

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

ВЫБОР И УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ ОТ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ И МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Рассматривается методическое обеспечение для расчетов прогнозируемой результативности, величины необходимых затрат ресурсов, предполагаемой экономической эффективности и сроков окупаемости основных концептуальных решений по развитию и модернизации системы диспетчерских центров управления перевозками, автоматизированных рабочих мест диспетчерского персонала и автоматизированных обучающих систем оперативного персонала железных дорог на ближайшую перспективу. При исследованиях использованы системный анализ имеющихся методических разработок в области определения эффективности мероприятий по автоматизации диспетчерского управления перевозками на железных дорогах с применением SWOT-анализа основных положений комплексной методики определения ожидаемой эксплуатационной и экономической эффективности автоматизации оперативного управления перевозками на полигонах железных дорог при оценке решений по развитию и модернизации системы диспетчерских центров. Предложены методические положения и наборы аналитических выражений для расчетов величины ожидаемых положительных эффектов (экономии эксплуатационных расходов), необходимых единовременных затрат ресурсов на разработку и реализацию решений и текущих затрат, связанных с проводимыми мероприятиями.

критерии; эффективность; SWOT-анализ; методики оценки; автоматизация; результаты; затраты; система; диспетчерские центры; управление; перевозки; железные дороги

Введение

Вопросам развития и автоматизации диспетчерской системы управления перевозками (ДЦУП) на железных дорогах страны всегда уделялось пристальное внимание ученых и производственников [1–5]. В последние годы

это связано, в частности, с созданием системы центров управления тяговыми ресурсами (ЦУТР) и разработкой «Концепции и Программы развития, модернизации и сопровождения Системы диспетчерских центров управления перевозками до 2020 года».

При постановке целей и формулировании задач по своевременному и адекватному реагированию на существенные изменения в системе автоматизированного диспетчерского управления перевозками на железных дорогах страны необходимы: комплексная оценка текущего состояния основных элементов системы ДЦУП; выбор направлений модернизации и дальнейшего развития на 5–10 лет; разработка мероприятий на основе выбора и установления критериев получения положительных эффектов от внедрения концептуальных решений и минимизации отрицательного влияния опасных рисков [1–5]. В качестве инструмента для разработки стратегии может быть использован метод SWOT-анализа.

1 Основные положения по использованию SWOT-анализа

SWOT-анализ позволяет обеспечить согласование целей и задач компании на рынке транспортных услуг с собственными возможностями и интересами поставщиков, потребителей и участников перевозочного процесса [6]. SWOT-анализ состоит из двух взаимосвязанных частей – формирование первичной и вторичной корреляционных матриц.

Первичная матрица включает результаты анализа положительных факторов внутренней среды (S – сильные стороны) и отрицательных факторов внутренней среды (W – слабые стороны), с одной стороны, и результаты анализа положительных факторов внешней среды (O – возможности) и отрицательных факторов внешней среды (T – угрозы), с другой. Данная матрица оформляется в виде таблицы, состоящей соответственно из четырех столбцов с текстами анализа (столбцы S, W, O, T).

Вторичная (корреляционная) матрица SWOT-анализа составляется с целью определения наиболее эффективных стратегий развития процесса. Она также состоит из четырех столбцов с текстами анализа: сильные стороны (S), слабые стороны (W), возможности (O), угрозы (T).

Стратегии, позволяющие минимизировать риски деятельности, могут быть определены исходя из сопоставления (корреляции) описанных характеристик внешней и внутренней сред для четырех зон первичной матрицы SWOT-анализа:

- 1) стратегия S – O;
- 2) стратегия S – T;
- 3) стратегия W – O;
- 4) стратегия W – T.

Для определения наиболее подходящей стратегии разработаны критерии оценки их эффективности:

- затраты ресурсов на реализацию (материально-технических, финансовых, людских и т. д.);
- планируемый срок реализации;
- результативность (предполагаемая степень достижимости цели);
- ожидаемая эффективность (отношение затрат на реализацию стратегии к предполагаемому эффекту).

В соответствии с приведенными критериями может быть дана оценка сформулированным стратегиям и выбрана оптимальная (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительные оценки стратегий развития

Критерии/стратегии	S – O	S – T	W – O	W – T
Затраты ресурсов на реализацию	Низкие	Высокие	Средние	Высокие
Планируемый срок реализации	Длительный	Длительный	Средний	Средний
Результативность	Средняя	Высокая	Высокая	Средняя
Эффективность	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя

Суть методики выбора наилучшей стратегии по совокупности критериев сводится к формированию итоговых индексов, которые являются линейной сверткой отдельных (независимых) индексов, представляющих собой нормировочные функции от начальных характеристик. Сумма этих индексов равна единице. Весовые коэффициенты изменяются от нуля до единицы. Их сумма тоже равна единице. Отдельные (независимые) индексы показывают степень предпочтения объекта с точки зрения важности данного критерия начальной характеристики: ноль соответствует минимальному, единица – максимальному значению степени предпочтения объекта. Итоговый индекс показывает степень предпочтения объекта в целом, с учетом значений отдельных индексов, и величины вкладов этих индексов, оцениваемых весовыми коэффициентами. Величина «0» итогового индекса соответствует минимальному значению степени предпочтения объекта в целом, а величина «1» – максимальному. Сумма значений итоговых индексов также равна единице.

Затем строится таблица единичных характеристик стратегий, с использованием которой в дальнейшем может быть принято решение об оптимальном варианте базовой стратегии (табл. 2).

В табл. 2 рядом с названием критерия (1 – «затраты на реализацию»; 2 – «результативность»; 3 – «сроки реализации»; 4 – «эффективность») указывается величина его отдельного (независимого) индекса; в клетках столбцов –

Таблица 2. Анализ единичных характеристик стратегий

Требования	Базовые варианты стратегий			
	S – O	S – T	W – O	W – T
1. Затраты на реализацию				
2. Результативность				
3. Сроки реализации				
4. Эффективность				

значения соответствующих весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты могут быть определены двумя способами: 1) экспертным; 2) на основе сравнения результатов технико-экономических расчетов и обоснований по вариантам стратегий. По результатам матрицы анализа единичных характеристик для каждой из определенных стратегий строится аналогичная матрица предпочтения базовых вариантов (табл. 3).

Таблица 3. Матрица предпочтения базовых вариантов

Требования	Базовые варианты стратегий			
	S – O	S – T	W – O	W – T
1. Затраты на реализацию				
2. Результативность				
3. Сроки реализации				
4. Эффективность				

В табл. 3 рядом с названием критерия указывается его индекс, а в клетках столбцов – значения соответствующих итоговых индексов. Наиболее предпочтительная стратегия имеет максимальное значение итогового индекса.

2 Общие методические положения по определению экономической эффективности инвестиционных проектов

Эффективность реализации решений, проектов, мероприятий по совершенствованию системы управления перевозками – развитие и модернизация системы ДЦУП, ЦУТР, различных автоматизированных систем (АС) и автоматизированных рабочих мест (АРМ) на железных дорогах – должна определяться путем сопоставления результатов от их функционирования (положительных эффектов) и затрат всех видов ресурсов, необходимых для разработки, создания, внедрения, развития, модернизации и обеспечения их функционирования.

Для оценки экономической эффективности проектов используется система показателей, основные из них – чистый дисконтированный доход, или интегральный эффект, индекс и внутренняя норма рентабельности (доходности) затрат, срок окупаемости [2–5, 7–14, 16].

Интегральный эффект $\mathcal{E}_{\text{инт}}$, или *чистый дисконтированный доход* (ЧДД), определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу (превышение интегральных результатов над интегральными затратами). Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. Разновременные показатели соизмеряются путем приведения (дисконтирования) их к ценностям в начальном периоде с помощью *нормы дисконта* (E). Величина нормы дисконта принимается равной приемлемой для инвесторов норме доходов на капитал, минимальное значение которой соответствует банковскому депозитному проценту. Приведение затрат и результатов к базисному (начальному) моменту времени (при постоянной норме дисконта) осуществляется умножением на коэффициент приведения α_t :

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (1)$$

где t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2, \dots, T$); T – горизонт расчета.

За величину шага расчета принимается квартал, год.

ЧДД, или интегральный эффект, при постоянной норме дисконта определяется по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{\mathcal{E}_t}{(1+E)^t}, \quad (2)$$

где R_t – результаты от реализации проекта, достигаемые на t -м шаге расчета (доходы); Z_t – затраты на этом шаге (единовременные затраты и текущие издержки); $\mathcal{E}_t = (R_t - Z_t)$ – эффект, достигаемый на этом же шаге.

Срок окупаемости (срок возврата вложений) T_0 – период времени от начала реализации проекта, за пределами которого интегральный эффект становится неотрицательным.

Для определения срока окупаемости используется равенство

$$\sum_{t=0}^{T_0} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+W)^t} = \sum_{t=0}^{T_0} \frac{K_t}{(1+W)^t}, \quad (3)$$

где K_t – капиталовложения (единовременные затраты) на t -м шаге.

Учет инфляции при расчете осуществляется путем *индексации цен* или корректировкой *нормы дисконта*. Для этого используется модифицированная норма дисконта E_m :

$$E_m = \frac{1+E}{1+p/100} - 1, \quad (4)$$

где p – прогнозируемый годовой уровень инфляции, %.

Надежность обоснования эффективности проекта проверяется расчетами при различных значениях исходной информации (в границах возможного диапазона ее колебания: например, для E – от 7 до 15 %).

Для проектов с повышенной степенью риска следует принимать более высокую норму дисконта:

$$E_p = E + z / 100, \quad (5)$$

где z – поправки на риск, %.

Для вложений в инфраструктуру и надежную технику величину z можно принимать равной 3–5 %.

Расчеты эффективности производятся в текущих ценах при отсутствии надежных прогнозов ценообразования.

При одноэтапных единовременных затратах и постоянном во времени результате реализации проекта, а также горизонтах расчета до трех лет дисконтирование может не производиться. Интегральный эффект (чистый доход – ЧД) определяется по формуле

$$\Theta_{\text{инт}} = \frac{\Theta - \Theta_{\text{доп}}}{E} - K_{\text{доп}}, \quad (6)$$

где $\Theta_{\text{доп}}$ – дополнительные эксплуатационные расходы; $K_{\text{доп}}$ – дополнительные единовременные затраты (капиталовложения).

Индекс рентабельности (доходности) Θ_k – отношение суммы приведенного результата к размерам капиталовложений:

$$\Theta_k = \frac{\Theta - \Theta_{\text{доп}}}{E \cdot K_{\text{доп}}}. \quad (7)$$

При $\Theta_k > 1$ проект считается экономически эффективным.

Внутренняя норма их рентабельности (доходности) при единовременных затратах и постоянном результате:

$$E_{\text{вн}} = \frac{\Theta - \Theta_{\text{доп}}}{K_{\text{доп}}}. \quad (8)$$

Срок окупаемости при этих же условиях:

$$T_o = \frac{K_{\text{доп}}}{\Theta - \Theta_{\text{доп}}}. \quad (9)$$

При оценке эффективности проекта предпочтение отдается интегральному эффекту и сроку окупаемости.

Объем затрат $K_{\text{доп. max}}$, допустимый при соблюдении нормативного срока окупаемости $T_{\text{о.н}}$, расчетной нормы доходности E и рассчитанной величине общей годовой экономии (чистого дохода) \mathcal{E} :

$$K_{\text{доп. max}} = (\mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{доп}}) \cdot T_{\text{о.н}}. \quad (10)$$

Величина общей годовой экономии (дохода) $\mathcal{E}_{\text{год. min}}$, которая обеспечит соблюдение нормативного срока окупаемости затрат при известной их величине, составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год. min}} = \frac{K_{\text{доп}}}{T_{\text{о.н}}}. \quad (11)$$

3. Методика определения эффективности автоматизации и модернизации системы диспетчерского управления перевозками на полигоне железной дороги

3.1. Состав факторов эффективности

Факторами эксплуатационной и экономической эффективности развития автоматизации и модернизации системы диспетчерского управления перевозками на железнодорожном полигоне можно считать [1, 2, 4, 7–14]:

- улучшение показателей использования локомотивов и вагонов;
- увеличение доли местных перевозок;
- повышение производительности труда оперативного персонала;
- повышение уровня выполнения графика движения и плана формирования грузовых поездов;
- повышение качества сменно-суточного и текущего планирования эксплуатационной работы;
- повышение качества регулирования пропуска поездов по участкам и направлениям;
- переход к предупредительному регулированию в эксплуатационной работе;
- ускорение процесса выработки и реализации управляющих воздействий;
- минимизация информационного запаздывания;
- обеспечение установленного режима работы локомотивных и поездных бригад;
- повышение уровня безопасности движения.

3.2. Определение экономии эксплуатационных расходов (значений положительных эффектов)

Положительные эффекты от реализации концептуальных решений по развитию и модернизации системы ДЦУП на железных дорогах (экономии эксплуатационных расходов) – предлагается определять с использованием изложенных ниже методических положений [1, 2, 4, 7–14, 16].

1. *Сокращение потерь в поездной работе* в связи с повышением уровня эксплуатационной работы:

$$\Theta_{\text{п}} = C \cdot \frac{\sum NL_{\text{гр}}}{100} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (12)$$

где C – величина потерь в поездной работе, приходящаяся на 100 поездо-км, руб.; $\sum NL_{\text{гр}}$ – поездо-км грузового движения на рассматриваемом полигоне в среднем в сутки; 365 – количество дней в году.

2. *Экономия от ускорения оборота грузовых вагонов за счет повышения участковой скорости*:

$$\Theta_{\text{ск}} = U \cdot \Delta G \cdot e_{\text{в-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (13)$$

где U – работа вагонного парка в среднем в сутки, ваг.; ΔG – ускорение оборота вагонов, ч; $e_{\text{в-ч}}$ – расходная ставка 1 вагоно-часа, руб.

Экономия от повышения участковой скорости движения грузовых поездов при расчете непосредственно через ее рост:

$$\Theta_{\text{ск}} = \left(\frac{NL_{\text{гр}}}{V_{\text{уч}}} - \frac{NL_{\text{гр}}}{(1 + \Delta) \cdot V_{\text{уч}}} \right) \cdot e_{\text{п-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (14)$$

где $V_{\text{уч}}$ – участковая скорость движения грузовых поездов, км/ч; Δ – коэффициент повышения участковой скорости движения грузовых поездов; $e_{\text{п-ч}}$ – расходная ставка 1 поездо-часа, руб.

3. *Экономия от повышения транзитности вагонопотоков*:

$$\Theta_{\text{тр}} = U_{\text{тр}} \cdot (t_{\text{тр}}^{\text{пер}} - t_{\text{тр}}^{\text{бп}}) \cdot e_{\text{в-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (15)$$

где $U_{\text{тр}}$ – среднесуточный транзитный вагонопоток; $t_{\text{тр}}^{\text{пер}}$, $t_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ – простой вагонов транзитных с переработкой и без переработки на станциях, где имела место переработка вагонов, ч.

Экономия от повышения транзитности вагонопотоков при расчете через ускорение оборота общего рабочего парка грузовых вагонов:

$$\Theta_{\text{тр}} = U \cdot Q \cdot 24 \cdot \gamma_{\text{тр}} \cdot e_{\text{в-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (16)$$

где U – работа вагонного парка в среднем в сутки; Q – оборот вагона общего рабочего парка, сут.; 24 – количество часов в сутках; $\gamma_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий ускорение оборота общего рабочего парка вагонов за счет повышения транзитности.

4. *Экономия от сокращения простоя на станциях грузовых вагонов транзитных без переработки, транзитных с переработкой и местных:*

$$\Theta_{\text{пр.в}} = (n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot \beta_{\text{тр.бп}} + n_{\text{тр}}^{\text{пер}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{пер}} \cdot \beta_{\text{тр.пер}} + n_{\text{м}} \cdot t_{\text{м}} \cdot \beta_{\text{м}}) \cdot e_{\text{в-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (17)$$

где $n_{\text{тр}}^{\text{пер}}, n_{\text{тр}}^{\text{бп}}, n_{\text{м}}$ – среднесуточное количество вагонов транзитных без переработки, с переработкой и местных на полигоне; $t_{\text{тр}}^{\text{пер}}, t_{\text{тр}}^{\text{бп}}, t_{\text{м}}$ – среднесуточный простой вагонов транзитных без переработки, с переработкой и местных; $\beta_{\text{тр.пер}}, \beta_{\text{тр.бп}}, \beta_{\text{м}}$ – коэффициенты, учитывающие сокращение простоя вагонов транзитных без переработки, с переработкой и местных.

5. *Экономия от ликвидации внутридорожных стыковых пунктов:*

$$\Theta_{\text{ст}} = (\sum NT_{\text{ст}} + \sum NT_{\text{пп}}) \cdot e_{\text{п-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (18)$$

где $\sum NT_{\text{ст}}$ – среднесуточное уменьшение простоя поездов на ликвидируемых стыковых пунктах, п-ч; $\sum NT_{\text{пп}}$ – среднесуточное сокращение потерь по неприему поездов, п-ч.

6. *Экономия от сокращения пробега порожних вагонов:*

$$\Theta_{\text{пор}} = nl_{\text{пор}} \cdot \alpha_{\text{пор}} \cdot e_{\text{в-км}} \cdot 365 \cdot 10^{-6}, \text{ тыс. руб.}, \quad (19)$$

где $nl_{\text{пор}}$ – среднесуточное количество вагоно-километров порожнего пробега; $\alpha_{\text{пор}}$ – коэффициент снижения порожнего пробега вагонов; $e_{\text{в-км}}$ – расходная ставка на 1000 вагоно-км порожнего пробега.

7. *Экономия от сокращения непроизводительного простоя поездных локомотивов:*

$$\Theta_{\text{пр.л}} = (Mt_{\text{э}} \cdot e_{\text{л-ч}}^{\text{э}} + Mt_{\text{т}} \cdot e_{\text{л-ч}}^{\text{т}}) \cdot \eta \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (20)$$

где $Mt_{\text{э}}, Mt_{\text{т}}$ – локомотиво-часы простоя в пунктах перецепки, оборота и приписки соответственно электровозов и тепловозов в среднем в сутки; $e_{\text{л-ч}}^{\text{э}}, e_{\text{л-ч}}^{\text{т}}$ – расходная ставка 1 локомотиво-часа соответственно электровоза и тепловоза, руб.; η – коэффициент, учитывающий долю поездов, по которым сокращается время нахождения локомотивов в пунктах приписки, оборота и перецепки.

Определение экономии от сокращения непроизводительного простоя поездных локомотивов с использованием отчетных данных:

$$\Theta_{\text{пр.л}} = (Mt_{\text{э}} \cdot e_{\text{л-ч}}^{\text{э}} + Mt_{\text{т}} \cdot e_{\text{л-ч}}^{\text{т}}) \cdot \alpha_{\text{пр.л}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (21)$$

где $\alpha_{\text{пр.л}}$ – коэффициент сокращения простоя локомотивов в пунктах оборота, перецепки и на станциях депо приписки.

8. *Экономия от сокращения резервного пробега поездных локомотивов (отдельно – тепловозов и электровозов):*

$$\Theta_{\text{рез.л}} = (Ml_{\text{рез.л}} \cdot e_{\text{л-км}} \cdot \alpha_{\text{рез.л}} + Mt_{\text{рез.л}} \cdot e_{\text{л-ч}} \cdot \alpha_{\text{рез.л}}) \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (22)$$

где $Ml_{\text{рез.л}}$ – резервный пробег поездных локомотивов (тепловозов, электровозов в среднем в сутки, км); $Mt_{\text{рез.л}}$ – локомотиво-часы резервного пробега поездных локомотивов (тепловозов, электровозов в среднем в сутки); $e_{\text{л-км}}$, $e_{\text{л-ч}}$ – расходные ставки 1 локомотиво-километра и 1 локомотиво-часа резервного пробега (тепловоза, электровоза), руб.; $\alpha_{\text{рез.л}}$ – коэффициент сокращения локомотиво-километров и локомотиво-часов резервного пробега.

Величина локомотиво-часов резервного пробега при известных показателях локомотиво-километров резервного пробега и технической скорости:

$$Mt_{\text{рез.л}} = \frac{Ml_{\text{рез.л}}}{V_{\text{т}}}, \quad (23)$$

где $V_{\text{т}}$ – техническая скорость движения грузовых поездов.

9. *Экономия от сокращения задержек (остановок) поездов перед сигналами:*

$$\Theta_{\text{зад.с}} = NT_{\text{зад.с}} \cdot e_{\text{п-ч}} \cdot \alpha_{\text{зад.с}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (24)$$

где $NT_{\text{зад.с}}$ – общие поездо-часы задержки поездов перед сигналами в среднем в сутки (отдельно при тепловозной и электрической тяге); $e_{\text{п-ч}}$ – расходная ставка 1 поездо-часа при тепловозной или электрической тяге; $\alpha_{\text{зад.с}}$ – коэффициент сокращения задержек поездов перед сигналами.

10. *Экономия расходов на ремонте грузовых вагонов в связи с сокращением различного вида потерь в их использовании:*

$$\Theta_{\text{р.в}} = \sum_1^n \frac{nt}{24} \cdot \Pi_{\text{в}} \cdot z_{\text{р.в}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (25)$$

где $\sum_1^n nt$ – суммарное сокращение потерь в использовании вагонного парка за год, ваг.-ч; 24 – количество часов в сутках; $\Pi_{\text{в}}$ – средняя цена одного вагона рабочего парка, руб.; $z_{\text{р.в}}$ – средняя величина затрат в год на ремонт одного вагона (в долях от средней цены вагона).

11. *Экономия расходов на ремонте поездных локомотивов грузового движения за счет сокращения различного вида потерь в их использовании:*

$$\Theta_{\text{р.л}} = \sum_1^n \frac{Mt}{24} \cdot \Pi_{\text{л}} \cdot z_{\text{р.л}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (26)$$

где $\sum_1^n Mt$ – суммарное сокращение потерь в использовании локомотивного парка (отдельно-поездных тепловозов и электровозов) за год, лок.-ч.; $\Pi_{л}$ – средняя цена поездного локомотива (отдельно тепловоза и электровоза), руб.; $z_{р.л}$ – средняя величина затрат в год на ремонт одного тепловоза или электровоза (в долях от средней цены).

12. *Экономия за счет сокращения потерь от выплат штрафов за нарушение сроков доставки и сохранности грузов:*

12.1. За счет перехода к управлению на основе поотправочной модели:

$$\mathcal{E}_{\text{штр.уп}} = C_{\text{штр}} \cdot \alpha_{\text{штр.уп}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (27)$$

где $C_{\text{штр}}$ – потери железного полигона от выплат штрафов за нарушение сроков доставки и сохранности грузов за год, руб.; $\alpha_{\text{штр.уп}}$ – коэффициент сокращения данного вида потерь за счет перехода к управлению перевозками на основе поотправочной динамической модели.

12.2. За счет повышения оперативности устранения отказов технических средств (ТС):

$$\mathcal{E}_{\text{штр.тех}} = C_{\text{штр}} \cdot \alpha_{\text{штр.тех}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (28)$$

где $\alpha_{\text{штр.тех}}$ – коэффициент сокращения данного вида потерь за счет повышения оперативности устранения последствий отказов ТС.

13. *Экономия за счет снижения топливно-энергетических затрат:*

$$\mathcal{E}_{\text{т-э}} = C_{\text{т-э}} \cdot \alpha_{\text{т-э}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (29)$$

где $C_{\text{т-э}}$ – затраты на оплату топлива и электроэнергии на тягу поездов за год, руб.; $\alpha_{\text{т-э}}$ – коэффициент сокращения топливно-энергетических затрат.

14. *Экономия от сокращения потерь в продвижении поездов за счет повышения оперативности устранения отказов ТС:*

$$\mathcal{E}_{\text{отк}} = C_{\text{отк}} \cdot \alpha_{\text{отк}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (30)$$

где $C_{\text{отк}}$ – потери в использовании вагонов и локомотивов из-за отказов ТС за год, руб.; $\alpha_{\text{отк}}$ – коэффициент снижения данного вида потерь за счет повышения оперативности устранения отказов ТС.

Экономия эксплуатационных расходов при сокращении потребности в подвижном составе

$$\mathcal{E}_{\text{отк}} = (n \cdot 24 \cdot e_{в-ч} + M \cdot 24 \cdot e_{л-ч}) \cdot \beta_{\text{отк}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (31)$$

где n – среднесуточный рабочий парк вагонов на полигоне; M – среднесуточный эксплуатируемый парк поездных локомотивов (отдельно электровозов и тепловозов) на полигоне; $\beta_{\text{отк}}$ – коэффициент, учитывающий сокращение потребности в подвижном составе (грузовых вагонах и поездных локомотивах) за счет повышения оперативности устранения отказов ТС.

15. *Сокращение эксплуатационных расходов за счет повышения уровня безопасности движения в результате снижения ошибочности действий оперативно-диспетчерского персонала* в различных нестандартных, экстремальных и аварийных ситуациях:

$$\Theta_{\text{без}} = C_{\text{бр}} \cdot \varphi \cdot \beta \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (32)$$

где $C_{\text{бр}}$ – величина потерь в эксплуатационной работе от брака, аварий и крушений на полигоне за год, руб.; φ – коэффициент, учитывающий долю потерь от брака по вине работников хозяйства перевозок; β – коэффициент, учитывающий долю потерь от брака по вине диспетчерского персонала хозяйства перевозок.

16. *Экономия эксплуатационных расходов за счет применения комплексных автоматизированных систем* для обучения, тренажа, контроля знаний, аттестации и повышения квалификации оперативно-диспетчерского персонала хозяйства перевозок (АОС-Д) $\Theta_{\text{АОС}}$ определяется по специально разработанной методике, представленной в [2, 13, 14].

17. *Экономия от сокращения эксплуатационного штата* при развитии автоматизации и модернизации диспетчерского управления перевозками на участках, в узлах, районах управления:

$$\Theta_{\text{шт}} = \text{Ш} \cdot \text{З}_T \cdot 12 \cdot (1 + H_1 + H_2 + H_3) \cdot (1 + H_4) \cdot \frac{\alpha_{\text{шт}}}{100} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (33)$$

где Ш – эксплуатационный штат на железнодорожном полигоне, чел.; З_T – средний месячный тарифный заработок, руб.; 12 – количество месяцев в году; $\alpha_{\text{шт}}$ – процент сокращения штата; H_1 – доля премий от тарифного заработка; H_2 – доля доплат за работу в ночное время и праздничные дни; H_3 – доля доплат за выслугу лет; H_4 – норма отчислений на социальное страхование.

Экономия по каждой категории сокращаемого персонала:

$$\Theta_{\text{с.шт}} = \text{Ш}_c \cdot K_{\text{см}} \cdot K_3 \cdot \text{З}_{\text{т.с}} \cdot (1 + H_1 + H_2 + H_3) \cdot (1 + H_4) \cdot 12 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (34)$$

где Ш_c – количество сокращаемых работников данной категории (количество ставок); $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности; K_3 – коэффициент замещения; $\text{З}_{\text{т.с}}$ – среднемесячный тарифный заработок по сокращаемым должностям данной категории персонала, руб.

18. *Общая экономия средств (положительных эффектов)* от реализации мероприятий по развитию автоматизации и модернизации системы ДЦУП составит:

$$\begin{aligned} \Theta = & \Theta_{\Pi} + \Theta_{\text{ск}} + \Theta_{\text{тр}} + \Theta_{\text{пр.в}} + \Theta_{\text{ст}} + \Theta_{\text{пор}} + \Theta_{\text{пр.л}} + \Theta_{\text{рез.л}} + \Theta_{\text{зад.с}} + \\ & + \Theta_{\text{р.в}} + \Theta_{\text{р.л}} + \Theta_{\text{ш}} + \Theta_{\text{штр.уп}} + \Theta_{\text{штр.тех}} + \Theta_{\text{т-э}} + \Theta_{\text{отк}} + \Theta_{\text{без}} + \Theta_{\text{АОС}}. \end{aligned} \quad (35)$$

3.3. Определение затрат ресурсов на реализацию решений

3.3.1. Состав расходных составляющих

Затраты ресурсов на реализацию решений по развитию и модернизации АС диспетчерского управления перевозками включают дополнительные единовременные затраты (капиталовложения) и дополнительные эксплуатационные расходы – текущие издержки [1, 2, 4, 7, 9–12, 14].

Величина дополнительных единовременных затрат складывается из расходов на строительство новых или реконструкцию (ремонт) существующих зданий (помещений) диспетчерских центров, оснащение их соответствующими средствами автоматизации с созданием (модернизацией) АРМ оперативно-диспетчерского персонала и развитием (модернизацией) локальных вычислительных сетей, на реконструкцию, усиление линий связи, электроснабжения, АС на участках и в узлах и т. п. Сюда же включают затраты на научно-исследовательские и проектные работы, связанные с реализацией решений по развитию и модернизации ДЦУП.

В дополнительных единовременных затратах также учитываются расходы на перемещение, обеспечение жильем и социальную защиту персонала, на профессиональную подготовку (переподготовку) дополнительного персонала, обусловленные развитием автоматизации и модернизацией системы диспетчерского управления перевозками на рассматриваемом полигоне.

Дополнительные текущие затраты (текущие издержки) связаны с содержанием и амортизацией зданий, дополнительных ТС автоматизированной системы диспетчерского управления перевозками на рассматриваемом полигоне, в том числе линий связи и электроснабжения; с расходами на заработную плату и отчисления на социальное страхование дополнительного персонала, обслуживающего дополнительные комплексы технических средств автоматизации, связанные с развитием и модернизацией системы; с расходами на запчасти, материалы и электроэнергию.

3.3.2. Определение дополнительных единовременных затрат (капиталовложений)

1. *Затраты на строительные работы* $K_{\text{стр}}$, развитие и модернизацию ДЦУП, АС диспетчерского управления на участках и в узлах, средства вы-

числительной техники, программное обеспечение $K_{авт}$, средства и каналы связи $K_{св}$, энергоснабжение $K_{эн}$, локальные вычислительные сети $K_{ЛВС}$, научно-исследовательские и проектные работы $K_{пр}$, жилье для перемещаемых работников $K_{ж}$ рассчитываются на основе предпроектных разработок, проектной документации, использования аналогов или по отчетным данным с учетом сроков осуществления соответствующих затрат.

2. *Затраты на научно-исследовательские и проектные работы* могут быть приняты в процентах от величины инвестиций или по отчетным данным по выполненным (выполняющимся) разработкам.

3. *Затраты на социальную защиту сокращаемых работников* определяются исходя из выплаты каждому сокращаемому работнику пособия в размере как минимум трех среднемесячных зарплат:

$$K_{соц} = Ш_c \cdot Z_{ср} \cdot 3 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (36)$$

где $Z_{ср}$ – среднемесячная заработная плата сокращаемых работников, руб.;
 Z – количество оплачиваемых месяцев.

4. *Затраты на профессиональную подготовку дополнительного и вновь принимаемого персонала:*

$$K_{под} = (Ш_{под.оп} \cdot Z_{под.оп} + Ш_{под.тех} \cdot Z_{под.тех}) \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (37)$$

где $Ш_{под.оп}$ – количество оперативного персонала, подлежащего подготовке;
 $Ш_{под.тех}$ – количество технического персонала, подлежащего подготовке;
 $Z_{под.тех}$ – затраты на подготовку одного специалиста по обслуживанию технических средств, руб.; $Z_{под.оп}$ – затраты на подготовку одного оперативного работника, руб.

5. *Общие дополнительные единовременные затраты* (капиталовложения) на развитие автоматизации и модернизацию системы диспетчерского управления перевозками на железнодорожном полигоне составят

$$K_{доп} = K_{стр} + K_{авт} + K_{св} + K_{эн} + K_{пр} + K_{ж} + K_{соц} + K_{под}. \quad (38)$$

3.3.3. Определение дополнительных текущих затрат (текущих издержек)

1. *Годовой фонд зарплаты дополнительного персонала* по обслуживанию дополнительных ТС автоматизации, связанных с развитием и модернизацией системы ДЦУП, с учетом отчислений на социальное страхование составит

$$\mathcal{E}_{доп.ш} = Ш_{доп} \cdot K_{см} \cdot K_3 \cdot Z_{доп.ш} \cdot (1 + H_1 + H_2 + H_3) \cdot (1 + H_4) \cdot 12 \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб.}, \quad (39)$$

где $\Pi_{\text{доп}}$ – количество дополнительного персонала; $Z_{\text{доп.ш}}$ – средний месячный тарифный заработок дополнительного персонала, руб.; $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности; K_z – коэффициент замещения.

2. Расходы на материалы, запчасти и электроэнергию для содержания дополнительных ТС автоматизации $\Theta_{\text{доп.авт}}$ рассчитываются по соответствующим нормативам и паспортным данным этих ТС в процентах от их стоимости.

3. Амортизационные отчисления по зданиям, вычислительной технике, линиям связи и другим группам дополнительных ТС $\Theta_{\text{доп.ам}}$ принимаются в соответствии с действующими нормами.

4. Суммарные дополнительные текущие эксплуатационные расходы (текущие издержки), связанные с реализацией решений по развитию и модернизации системы автоматизации диспетчерского управления на рассматриваемом полигоне, составят

$$\Theta_{\text{доп}} = \Theta_{\text{доп.ш}} + \Theta_{\text{доп.авт}} + \Theta_{\text{доп.ам}} \quad (40)$$

3.4. Расчет основных показателей экономической эффективности реализации решений

При расчете ожидаемой экономической эффективности реализации концептуальных (и других) решений по развитию и модернизации ДЦУП и системы автоматизированного диспетчерского управления на полигоне железной дороги эксплуатационные расходы (текущие затраты) могут определяться без амортизационных отчислений, если они являются источником финансирования. Налогооблагаемая прибыль определяется как разница между доходами (общими положительными эффектами), с одной стороны, и эксплуатационными расходами (общими текущими издержками с учетом амортизационных отчислений) и различными видами налогов и отчислений (налог на имущество, налог на прибыль), с другой. Могут использоваться расчетные ставки, определяемые на основе отчетных данных.

Расчеты по определению количественных значений показателей результатов и затрат по годам горизонта расчета рекомендуется представить в виде таблицы 4, аналогичной таблице, представленной в [14] в примере расчетов для одной из железных дорог.

По результатам расчетов в табл. 4 потоков денежных средств определяются основные показатели ожидаемой (прогнозируемой) эффективности развития и модернизации ДЦУП рассматриваемой железной дороги:

– простой срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\Theta - \Theta_{\text{доп}}} \quad (41)$$

Таблица 4. Определение показателей инвестиционного проекта развития ДЦУП на 10 лет

Показатели	Годы										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Сокращение эксплуатационных расходов, млн руб.	-	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92
2. Итого приток денежных средств, млн руб.	-	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92	117,92
3. Затраты, млн руб.	316,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Дополнительные эксплуатационные расходы без амортизации, млн руб.	-	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89
5. Налог на прибыль, млн руб. (30%)	-	31,66	31,82	31,88	31,94	32,00	32,06	32,13	32,18	32,23	32,30
6. Налог на имущество, млн руб. (1,8%)	-	4,50	3,94	3,75	3,55	3,36	3,17	2,97	2,76	2,58	2,37
7. Итого отток денежных средств (сумма пп. 3–6), млн руб.	316,04	44,05	43,65	43,52	43,38	43,25	43,12	42,99	42,83	42,70	42,56
8. Чистый поток денежных средств (ЧПДС), млн руб.	-316,04	73,87	74,27	74,40	74,54	74,67	74,80	74,93	75,09	75,22	75,33
9. То же, нарастающим итогом, млн руб.	-316,04	-242,17	-167,85	-93,45	-18,91	55,76	130,56	205,49	280,58	355,8	431,13
10. Ставка сравнения расчетная, %	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
11. Коэффициент дисконтирования $\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t}$	1,0	0,862	0,743	0,641	0,552	0,476	0,410	0,354	0,305	0,263	0,227
12. Дисконтированный чистый поток денежных средств, млн руб.	-316,04	63,68	55,18	47,69	41,15	35,58	30,67	26,53	22,90	19,78	17,10
13. То же, нарастающим итогом, млн руб.	-316,04	-252,32	-197,14	-149,99	-108,84	-73,26	-42,59	-16,06	6,84	26,62	43,78

– дисконтированный срок окупаемости:

$$T_{\text{о.диск}} = t_1 + \frac{\text{ЧДД}_{t_1} \cdot (t_2 - t_1)}{\text{ЧДД}_{t_2} + \text{ЧДД}_{t_1}}; \quad (42)$$

– внутренняя норма доходности:

$$E_{\text{вн}} = \frac{1}{T_0}, \quad (43)$$

где t_1 – последний год, когда ЧПДС (ЧДД) имеет отрицательное значение (ЧПДС _{t_1} , ЧДД _{t_1}); t_2 – первый год, когда ЧПДС (ЧДД) имеет положительное значение (ЧПДС _{t_2} , ЧДД _{t_2}).

Из табл. 4 следует, что чистый поток денежных средств без дисконтирования становится положительным на 5-й год, а дисконтированный (при ставке сравнения расчетной 16%) – на 8-й год эксплуатации ДЦУП.

Простой срок окупаемости составит

$$T_{\text{ок}} = \frac{316,04}{117,92 - 18,7} = 3,2 \text{ года.} \quad (44)$$

Срок окупаемости инвестиций с учетом дисконтирования:

$$T_{\text{о.диск}} = 7 + \frac{16,06 \cdot (8 - 7)}{6,84 + 16,06} = 7,6 \text{ года.} \quad (45)$$

Внутренняя норма доходности при простом сроке окупаемости на основе ЧПДС:

$$E_{\text{вн}} = \frac{1}{4,3} = 0,23; \quad (46)$$

при дисконтированном сроке окупаемости:

$$E_{\text{вн}} = \frac{1}{7,6} = 0,13. \quad (47)$$

Полученные расчетные показатели ожидаемой экономической эффективности развития рассматриваемого в качестве примера ДЦУП позволяют сделать вывод о достаточно высокой ожидаемой эффективности затрат на повышение уровня автоматизации диспетчерского управления перевозками на железных дорогах.

Заключение

Развитие и модернизация системы ДЦУП на железных дорогах – сложный, длительный (практически непрерывный) и дорогостоящий процесс.

Предложенные авторами методики позволяют повысить уровень обоснованности прогнозирования и достоверности оценок ожидаемой (предполагаемой) эффективности (положительных эффектов) внедрения предлагаемых концептуальных решений.

Предложенный в [1] метод расчета ожидаемой эффективности реализации различных проектных решений, задач, мероприятий в области развития и модернизации автоматизированной системы диспетчерского управления перевозками на железных дорогах на базе известных методик заключается в следующем: определить факторы эффективности (положительных эффектов) и расходных составляющих (затрат ресурсов на реализацию – единовременных затрат и текущих издержек); подобрать из имеющихся подходящие формулы; собрать необходимые объектно-ориентированные исходные данные и выполнить расчеты значений критериев оценки эксплуатационной и экономической эффективности в рекомендуемой последовательности [1, 2, 10, 11, 13–18].

Библиографический список

1. Грошев Г. М. Оптимизация диспетчерского управления на железнодорожных полигонах на основе автоматизации в условиях структурной реформы : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2007. – 48 с.
2. Оценка эффективности мероприятий по автоматизации и реформированию оперативного управления перевозками на железных дорогах. Ч. 1. Методическое обеспечение расчетов : учеб. пособие / Г. М. Грошев, А. Г. Котенко, О. А. Никифорова, И. Ю. Романова ; под общей ред. Г. М. Грошева. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2005. – 44 с.
3. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте : утв. МПС РФ в 1998 г. – 118 с.
4. РД Типовые требования к Единым диспетчерским центрам управления перевозками (ЕДЦУ) / В. В. Ипатов, Г. М. Грошев, А. С. Башилов, М. Т. Иванов, М. В. Стрелков, Ю. П. Лагашкин, Л. Г. Кургузин ; науч. рук. Г. М. Грошев : утв. МПС РФ 1999-06-25. – [М., 1999].
5. Оценка экономической эффективности инвестиций и инноваций на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / А. Н. Ефанов, Т. П. Коваленок, А. А. Зайцев. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2001. – 149 с.
6. Денисов С. А. Принципиальные подходы к анализу системы управления деятельностью железнодорожных станций / С. А. Денисов, В. Ю. Боклаг, В. Н. Боклаг // Известия ПГУПС. – 2011. – Вып. 3 (28). – С. 7–15.
7. Елисеев С. Ю. О повышении достоверности оценок эффективности автоматизации управления перевозками / С. Ю. Елисеев, Г. М. Грошев, Л. Г. Кургузин, М. Т. Иванов // Транспорт. Наука, техника, управление. – 2006. – Вып. 1. – С. 11–18.
8. Котенко А. Г. Оценка экономической эффективности мер безопасности информатизации в системе диспетчерского управления / А. Г. Котенко, Г. М. Грошев // Вестник ПГУПС. – 2006. – Вып. 3. – С. 7–11.

9. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах : учебник для вузов / В. А. Гапанович, А. А. Грачев, Г. М. Грошев, С. Ю. Елисеев, Х. Ш. Зябиров, О. П. Кизляк, В. И. Ковалев, А. Г. Котенко, О. В. Котенко, Е. Ю. Мокейчев, А. Т. Осьминин, И. Ю. Романова ; под ред. В. И. Ковалева, А. Т. Осьминина, Г. М. Грошева. – М. : Маршрут, 2006. – 544 с.
10. Грошев Г. М. Прогнозирование экономической эффективности внедрения центра управления местной работой на отделениях железной дороги / Г. М. Грошев // Известия ПГУПС. – 2006. – Вып. 4 (9). – С. 21–32.
11. Грошев Г. М. Эргономика на железнодорожном транспорте : учеб. пособие для вузов / Г. М. Грошев, М. В. Иванов, И. Ю. Романова, Ф. Н. Сапожинский, Я. В. Кукушкина, О. А. Никифорова ; под ред. Г. М. Грошева, М. В. Иванова. – М. : УМЦ ЖДТ, 2009. – 389 с.
12. Грошев Г. М. Определение экономической эффективности комплексных автоматизированных обучающих систем оперативного персонала железных дорог / Г. М. Грошев // Транспорт, наука, техника, управление : науч.-инф. сб. – 2007. – Вып. 1. – С. 19–26.
13. Ванелик К. А. Определение экономической эффективности работы вагонатренажера отделения дороги по профессиональной подготовке оперативного персонала / Г. М. Грошев, С. С. Петров, К. А. Ванелик // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом : сб. науч. тр. – 2009. – Вып. 8. – С. 64–73.
14. Оценка эффективности мероприятий по автоматизации и реформированию оперативного управления перевозками на железных дорогах. Ч. 2. Примеры расчетов : учеб. пособие / Г. М. Грошев, А. Г. Котенко, О. В. Котенко, О. А. Никифорова, И. Ю. Романова, Т. Г. Сергеева, К. А. Ванелик ; под общ. ред. Г. М. Грошева. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – 80 с.
15. Кашицкий И. В. О разработке информационных технологий диспетчерского регулирования поездо- и вагонопотоков на железнодорожных полигонах на основе реализации экономических принципов управления / Г. М. Грошев, И. В. Кашицкий, А. В. Сугоровский // Интеллектуальные системы на транспорте : материалы Первой МНПК «ИнтеллектТранс-2011». – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – С. 191–199.
16. Грошев Г. М. Исследование эффективности информационных технологий диспетчерского регулирования на сортировочной станции в современных условиях / Г. М. Грошев, А. Г. Котенко, Ан. В. Сугоровский, М. М. Магомедов // Интеллектуальные системы на транспорте : материалы Пятой МНПК «ИнтеллектТранс-2015». – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2015. – С. 176–183.
17. Srisawat P. Development of decision support system for evaluating spatial efficiency of regional transport logistics / P. Srisawat, N. Kronprasert, K. Arunotayanun // Transp. Res. Procedia. – 2017. – Vol. 25. – Pp. 4832–4851.
18. Brands T. Multimodal network design and assessment / T. Brands // 11th TRAIL Congress research. – 2010. – November. – Pp. 1–5.

*Gennady M. Groshev,
Irina Yu. Romanova,
Yana V. Kukushkina,
Tatyana G. Sergeeva,
Anton V. Sugorovsky,*

«Management of maintenance works» department
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

**The selection and the determination the criteria
for obtaining positive effects from implementation of conceptual
solutions in the area of the operating control center system development
and modernization on the railways**

The article aims to develop the methodological support for calculating the expected effectiveness, the value of required resource costs, the estimated economic efficiency and the payback periods of conceptual solutions in the area of the operating control center (OCC) system development and modernization. This research deals with a systematic analysis of available methodological elaborations in the area of determination the effectiveness of measures to automate the dispatch transportation management on railways and update it using the method of SWOT-analysis of the integrated methodology for determining the expected operational and economic efficiency of automation the operational management of transportation at railway sites to assess the expected effectiveness of conceptual solutions in the area of the OCC system development and modernization. The methodical provisions and sets of analytical expressions are proposed for calculating the value of expected positive effects, the necessary one-time resource costs for the development and implementation of solutions and current costs associated with the implemented measures. This methodological support makes it possible to calculate the expected economic efficiency of conceptual solutions for the automated dispatching control systems development and modernization at railway sites, Automated workplaces of dispatching personnel and Automated educational systems for operational personnel of railways.

criteria; efficiency; SWOT-analysis; assessment methods; automation; results; costs; system; operating control centers; management; traffic; railways

References

1. Groshev G.M. (2007). Optimization of dispatching control on railway grounds on the basis of automation in the conditions of structural reform, autoabstract Doct. Diss. [Optimizaciya dispetcherskogo upravleniya na zheleznodorozhnyh poligonah na osnove avtomatizacii v usloviyah strukturnoj reform, avtoreferat Dokt, Diss]. St. Petersburg. – 48 p.

2. Groshev G. M., Kotenko A. G., Nikiforova O. A., Romanova I. Yu. (2005). Evaluation of the effectiveness of measures for automation and reform of the operational transportation management on the Railways. Part 1. Methodological support of calculations [Ocenka ehffektivnosti meropriyatij po avtomatizacii i reformirovaniyu operativnogo upravleniya perevozkami na zheleznyh dorogah. Ch.1. Metodicheskoe obespechenie raschetov]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. – 4 p.
3. MPS RF (1998). Guidelines for the evaluation of investment projects in railway transport [Metodicheskie rekomendacii po ocenke investicionnyh proektov na zheleznodorozhnom transporte]. Moscow, MPS RF. – 118 p.
4. Groshev G. M., Ipatov V. V., Bashilov A. S., Ivanov M. T., Strelkov M. V., Lagashkin Yu. P., Kurguzin L. G. (1999). Typical requirements for a Unified control centre movement control (EDCU) [Tipovye trebovaniya k Edinyim dispetcherskim centram upravleniya perevozkami (EDCU)]. Moscow, MPS RF.
5. Efanov A. N., Kovalenok T. P., Zajcev A. A. (2001). Evaluation of economic efficiency of investments and innovations in railway transport, textbook [Ocenka ehkonomicheskoy ehffektivnosti investicij i innovacij na zheleznodorozhnom transporte, uchebnoe posobie]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. – 149 p.
6. Denisov S. A., Boklag V. Yu., Boklag V. N. (2011). Principal approaches to the analysis of the railway station management system [Principial'nye podhody k analizu sistemy upravleniya deyatel'nost'yu zheleznodorozhnyh stancij]. Proceedings of Petersburg state transport university [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya], issue 3. – Pp. 7–15.
7. Eliseev S. Yu., Groshev G. M., Kurguzin L. G., Ivanov M. T. (2006). About increase of reliability of estimates of efficiency of automation of management of transportations [O povyshenii dostovernosti ocenok ehffektivnosti avtomatizacii upravleniya perevozkami]. Transport. Science, technology, management [Transport. Nauka, tekhnika, upravlenie]. Moscow, VINITI, issue 1. – Pp. 11–18.
8. Kotenko A. G., Groshev G. M. (2006). Evaluation of the economic efficiency of information security measures in the Supervisory control system [Ocenka ehkonomicheskoy ehffektivnosti mer bezopasnosti informacii v sisteme dispetcherskogo upravleniya]. Vestnik RGUPS [Vestnik RGUPS]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, issue 3. – Pp. 7–11.
9. Gapanovich V. A., Grachev A. A., Groshev G. M., Eliseev S. Ju., Zyabirov H. Sh., Kizliak O. P., Kovalev V. I., Kotenko A. G., Kotenko O. V., Mokeytshev E. Yu., Osmynin A. T., Romanova I. Yu. (2006). Automation systems and information technologies of railway transport management, textbook for universities [Sistemy avtomatizacii i informacionnye tekhnologii upravleniya perevozkami na zheleznyh dorogah, uchebnik dlya vuzov]. Moscow, Marshrut. – Pp. 423–481.
10. Groshev G. M. (2006). Forecasting the economic efficiency of the implementation of the control center of local work at railway offices [Prognozirovanie ehkonomicheskoy ehffektivnosti vnedreniya centra upravleniya mestnoj rabotoj na otdeleniyah zheleznoj dorogi]. Proceedings of Petersburg state transport university [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya], issue 4. – Pp. 21–32.

11. Groshev G. M., Ivanov M. V., Romanova I. Yu., Sapezhynsky F. N., Kukuszkin Ja. V., Nikiforova O. A. (2009). Calculation of the expected economic efficiency of automation of functions and information support of the DPC arm on the basis of the existing DC systems. Ergonomics in railway transport, a textbook for universities [Расчет оzhidaemoj ehkonomicheskoy ehffektivnosti avtomatizacii funkciy i informacionnogo obespecheniya ARM DNC na osnove dejstvuyushchih sistem DC. Ergonomika na zheleznodorozhnom transporte, uchebnoe posobie dlya vuzov]. Moscow, UMC ZHDT. – 389 p.
12. Groshev G. M. (2007). Determination of economic efficiency of complex automated training systems of operational personnel of Railways [Opredelenie ehkonomicheskoy ehffektivnosti kompleksnyh avtomatizirovannyh obuchayushchih sistem operativnogo personala zheleznnyh dorog]. Transport. Science, technology, management [Transport. Nauka, tekhnika, upravlenie]. Moscow, VINITI, issue 1. – Pp. 19–26.
13. Groshev G. M., Petrov S. S., Vanelik K. A. (2009). Determination of economic efficiency of the work of the car-simulator Department of the road for the training of operational personnel [Opredelenie ehkonomicheskoy ehffektivnosti raboty vagonatrenazhera otdeleniya dorogi po professional'noj podgotovke operativnogo personala]. Actual problems of transportation process management [Aktual'nye problemy upravleniya perevozochnym processom]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, issue 8. – Pp. 64–73.
14. G. M. Groshev, A. G. Kotenko, O. V. Kotenko, O. A. Nikiforova, I. YU. Romanova, T. G. Sergeeva, K. A. Vanelik (2009). Evaluation of the effectiveness of measures to automate and reform the operational management of transport on the Railways. Part 2. Examples of calculations: tutorial [Ocenka ehffektivnosti meropriyatij po avtomatizacii i reformirovaniyu operativnogo upravleniya perevozkami na zheleznnyh dorogah. Ch. 2. Primery raschetov: uchebnoe posobie]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. – 80 p.
15. Groshev G. M., Kashickij I. V., Sugorovskij A. V. (2011). About development of information technologies of dispatching regulation of train and car flows on railway ranges on the basis of implementation of the economic principles of management [O razrabotke informacionnyh tekhnologij dispetcherskogo regulirovaniya poezdov i vagonopotokov na zheleznodorozhnyh poligonah na osnove realizacii ehkonomicheskikh principov upravleniya]. Intelligent transport systems [Intellektual'nye sistemy na transporte]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. – Pp. 191–199.
16. Groshev G. M., Kotenko A. G., Sugorovskij An. V., Magomedov M. M. (2015). Research of efficiency of information technologies of dispatching regulation at the sorting station in modern conditions [Issledovanie ehffektivnosti informacionnyh tekhnologij dispetcherskogo regulirovaniya na sortirovochnoj stancii v sovremennyh usloviyah]. Intelligent transport systems [Intellektual'nye sistemy na transporte]. St. Petersburg, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. – Pp. 176–183.
17. Srisawat P., Kronprasert N., Arunotayanun K. (2017). Development of decision support system for evaluating spa-tial efficiency of regional transport logistics. *Transp. Res. Procedia*, vol. 25. – Pp. 4832–4851.

18. Brands T. (2010). Multimodal network design and assessment. 11th TRAIL Congress research, November. – Pp. 1–5.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии А. Б. Никитиным
Поступила в редакцию 27.04.2018, принята к публикации 31.05.2018*

ГРОШЕВ Геннадий Максимович – доктор технических наук, профессор кафедры «Управление эксплуатационной работой» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: spbgroshev@gmail.com

РОМАНОВА Ирина Юрьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: romira-spb@mail.ru

КУКУШКИНА Яна Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: yana90179@mail.ru

СЕРГЕЕВА Татьяна Георгиевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: sergeeva@pgups.ru

СУГОРОВСКИЙ Антон Васильевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: c123945@yandex.ru

© Грошев Г. М., Романова И. Ю., Сергеева Т. Г., 2018
© Кукушкина Я. В., Сугоровский А. В., 2018