

6 Лебедев, А. С. Использование понятия экономического потенциала при определении этапности реконструкции нескольких железнодорожных объектов / А. С. Лебедев // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 77–82.

7 Зубков, В. Н. Полигонные технологии как новый подход к совершенствованию системы управления грузопотоками в направлении портов и крупных предприятий / В. Н. Зубков, Е. А. Чеботарева, В. В. Чеботарев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – № 3. – 2015. – С. 64–72.

A. A. MIKHALCHENKO

MODERN ASPECTS OF FORMING A NETWORK OF STATIONS ON THE RAILWAY LAND

The main aspects of the formation of a network of distribution of stations of various types in modern conditions when changing the directions of development of cargo flows are considered. A new approach is proposed to substantiate the change in the status of the functioning of stations and to calculate the efficiency of their use, taking into account the forecast of freight traffic.

Получено 12.10.2021

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Вып. 3. Гомель, 2021

УДК 656.021.5

В. Я. НЕГРЕЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Рассматривается необходимость учета изменения потребной пропускной и перерабатывающей способностей устройств транспортной системы во времени, а также целесообразность консервации инфраструктуры, способной сократить расходы на развитие при возрастании объемов перевозок при сокращении транспортной нагрузки.

Принципиальной особенностью развития элементов транспортной системы является высокая неопределенность потребной пропускной (перерабатывающей) способности, дискретный характер изменения наличной пропускной (перерабатывающей) способности. Кроме того, на рубеже 90-х годов XX века произошли коренные изменения в объемах перевозки грузов, пассажиров их структуры и пространственного распределения по элементам транспортной системы. Например, на Белорусской железной дороге в 1995 году по

сравнению с 1991 годом произошло более чем двухкратное уменьшение объема работы. Аналогичная тенденция была характерна и для других видов транспорта. Таким образом, в современных условиях транспортные системы работают в условиях «знакопеременных», а не постоянно возрастающих нагрузок. В отдельные периоды эксплуатации наличная перерабатывающая способность используется на 20–40 %. Поэтому важными вопросами развития транспортных систем является их демонтаж или консервация и резервирование технического оснащения.

Необходимо отметить, что задача консервации и демонтажа постоянных устройств транспортной системы до конца 1990-х годов практически не изучалась. Остались в стороне вопросы продолжительности работы системы без развития в условиях убывающих нагрузок, демонтажа или консервации избыточной пропускной (перерабатывающей) способности. Гораздо интенсивнее велись исследования по этому развитию транспортных систем в условиях возрастающих нагрузок [1, 2, 5, 6].

Мощность устройств в момент времени t_0 равна N_0 (рисунок 1), а потребная пропускная (перерабатывающая) способность изменится по кривой.

При падении потребной пропускной способности до момента t_k , а затем росте по наиболее вариантному прогнозу эта мощность обеспечит работу системы в течение периода $(t_0 - t_b)$. Для сокращения расходов в момент времени t_0 некоторая мощность системы ΔN ставится на консервацию.

При консервации мощности системы на величину ΔN расходы на содержание устройств уменьшатся на величину

$$\Delta \mathcal{E} = \gamma_0 \Delta K, \quad (1)$$

где ΔK – сокращение капитальных вложений в связи с консервацией устройств; γ_0 – коэффициент, учитывающий долю расходов на содержание постоянных устройств.

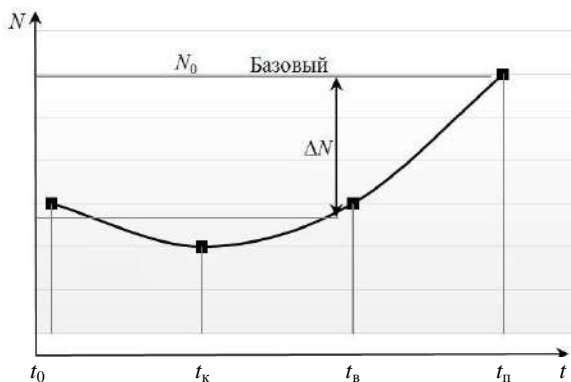


Рисунок 1 – Изменение потребной пропускной способности системы от времени

Если консервацию не выполнять, то приведенные расходы

$$E_1 = \gamma_0 \Delta K \left(\sum_{t=1}^{t_b} \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \right), \quad (2)$$

где $E_{\text{нп}}$ – норматив приведения разновременных затрат.

Консервация устройств вызывает дополнительные капитальные вложения, связанные с охраной объекта и эксплуатационные расходы с содержанием консервируемых устройств, т. е.

$$E_2 = \gamma_k \Delta K \left(\sum_{t=1}^{t_b} \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \right) + \gamma_3 \Delta K, \quad (3)$$

где γ_k, γ_3 – соответственно, коэффициенты, учитывающие долю расходов, связанных с охраной и содержанием консервируемых устройств.

Таким образом, консервация устройств будет оправдана, если

$$E_1 > E_2, \\ \gamma_0 \Delta K \left(\sum_{t=1}^{t_b} \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \right) \geq \gamma_k \Delta K \left(\sum_{t=1}^{t_b} \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \right) + \gamma_3 \Delta K, \quad (4)$$

Преобразуя выражение (4), получим

$$\gamma_0 - \gamma_k \geq \frac{\gamma_3}{\sum_{t=1}^{t_b} \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t}}. \quad (5)$$

Исследования и систематизация проектов показала, что коэффициент γ_0 лежит в пределах γ_k от 0,015 до 0,024, а коэффициент γ_3 изменяется от 0,15 до 0,35. Большие значения коэффициента γ_k характерны для сложных и дорогостоящих систем.

Например, если $\gamma_0 = 0,06$, $\gamma_k = 0,03$, $\gamma_3 = 0,16$, а период консервации равен 6 годам, то по формуле (5) при $E_{\text{нп}} = 0,08$

$$0,06 - 0,03 \geq \frac{0,16}{4,62};$$

$0,03 < 0,035$, т. е. при $t_b = 6$ лет консервация нецелесообразна.

Используя выражение (5), при $t_b = 8$ лет

$$0,06 - 0,03 \geq \frac{0,16}{5,75};$$

$0,03 > 0,028$, и если период консервации $t_b = 8$ лет, то целесообразно осуществить консервацию части технического оснащения транспортной системы.

Для облегчения практических расчетов в таблице 1 приведены предельные значения величины $\Delta = \gamma_0 - \gamma_k$ при различных значениях норматива приведения затрат $E_{\text{нп}}$ и коэффициента γ_3 .

Таблица 1 – Значения коэффициента Δ при различном нормативе приведения
разновременных затрат

Продолжитель- ность консервации, лет	$E_{\text{нп}} = 0,08$			$E_{\text{нп}} = 0,10$			$E_{\text{нп}} = 0,12$		
	γ_b			γ_b			γ_b		
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1	0,108	0,216	0,324	0,110	0,220	0,330	0,112	0,224	0,336
2	0,056	0,112	0,168	0,058	0,115	0,173	0,059	0,118	0,177
3	0,039	0,078	0,116	0,040	0,080	0,121	0,042	0,083	0,125
4	0,030	0,060	0,090	0,031	0,063	0,095	0,033	0,066	0,099
5	0,025	0,050	0,075	0,026	0,053	0,079	0,028	0,055	0,083
6	0,022	0,044	0,065	0,023	0,046	0,069	0,024	0,049	0,073
7	0,019	0,038	0,058	0,021	0,041	0,062	0,022	0,044	0,066
8	0,017	0,035	0,052	0,019	0,037	0,056	0,020	0,040	0,060
9	0,016	0,032	0,048	0,017	0,035	0,052	0,019	0,037	0,056
10	0,015	0,030	0,045	0,016	0,032	0,049	0,018	0,035	0,053
11	0,014	0,028	0,042	0,015	0,031	0,046	0,017	0,034	0,051
12	0,013	0,026	0,040	0,015	0,029	0,044	0,016	0,032	0,048
13	0,013	0,025	0,038	0,014	0,028	0,042	0,015	0,031	0,047
14	0,012	0,024	0,036	0,013	0,027	0,041	0,015	0,030	0,045
15	0,012	0,023	0,035	0,013	0,026	0,039	0,014	0,029	0,044

По данным таблицы 1 построена зависимость $\Delta = f(E_{\text{нп}}, \gamma_b, \gamma_k)$, приведенная на рисунке 2. Из анализа рисунка 2, а и таблицы 1 следует, что целесообразность консервации части пропускной (перерабатывающей) способности транспортной системы наступает при продолжительности периода консервации от 7 до 10 лет.

На эффективность консервации устройств существенное влияние оказывают расходы, связанные с содержанием постоянных устройств. Например, если $\gamma_b = 0,10$, а $\Delta = 0,04$, то эффективность консервации наступает при $t_b > 3$ лет. С расчетом параметра $E_{\text{нп}}$ также происходит некоторое увеличение продолжительности консервации устройств (рисунок 2, б).

Особое место в теории развития транспортных систем занимают инфляционные процессы. В зависимости от темпа инфляции существенно изменяются как расходы на обслуживание устройств, так и капитальные вложения на развитие. По отношению к консервации устройств, если ее не выполнять, то расходы

$$E_1' = \gamma_0 \Delta K \left(\sum_{t=1}^{t_n} \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t} \right) (1 + \varphi_{\text{и}} t_k), \quad (6)$$

где $\varphi_{\text{и}}$ – коэффициент, учитывающий влияние инфляции на рост стоимости оборудования и его содержание.

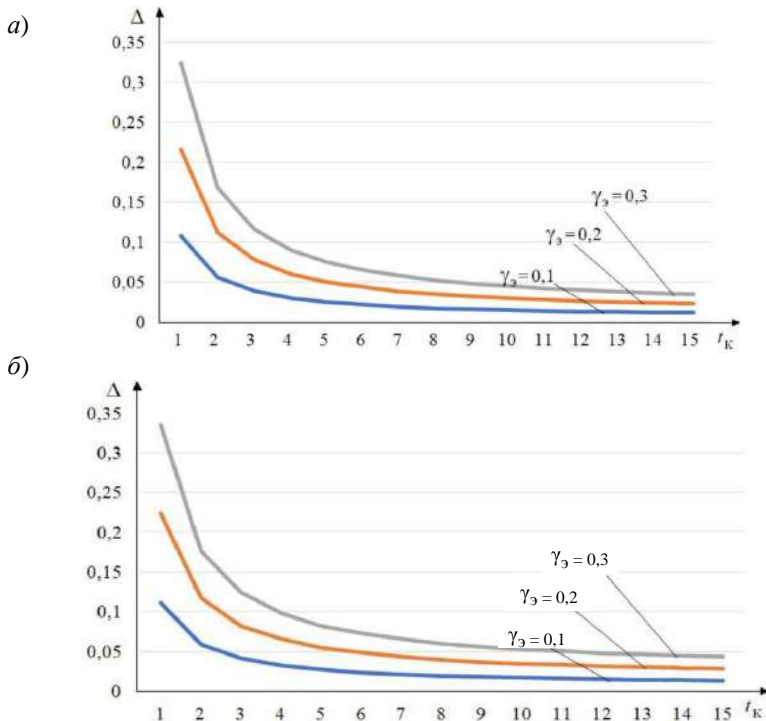


Рисунок 2 – Графики зависимостей $\Delta = f(t_k, \gamma_3, E_{\min})$: а – при $E_{\min} = 0,08$; б – при $E_{\min} = 0,12$

Консервация устройств вызывает расходы

$$E_2' = \gamma_k \Delta K \left(\sum_{t=1}^{t_n} \frac{1}{(1 + E_{\min})^t} \right) (1 + \varphi_n t_k) + \gamma_3 \Delta K, \quad (7)$$

где γ_k , γ_3 – соответственно коэффициенты, учитывающие доли расходов, связанные с приобретением устройств охраны и их содержанием.

Если $E_2' \geq E_1'$, то консервация устройств выгодна. Другими словами, используя (6) и (7), получим

$$\gamma_0 - \gamma_k \geq \frac{\gamma_3}{\sum_{t=1}^{t_n} \frac{1}{(1 + E_{\min})^t} (1 + \varphi_n t_k)}, \quad (8)$$

а из анализа выражения (8) вытекает, что

$$\frac{\gamma_3}{\sum_{t=1}^{t_n} \frac{1}{(1 + E_{\min})^t}} \geq \frac{\gamma_3}{\sum_{t=1}^{t_n} \frac{1}{(1 + E_{\min})^t} (1 + \varphi_n t_k)}, \quad (9)$$

и эффективность консервации устройств транспортной системы в условиях инфляции наступает при меньших значениях t_k .

В таблице 2 приведены значения параметра $\Delta = \gamma_0 - \gamma_k$ при различных уровнях инфляции.

Таблица 2 – Значения коэффициента Δ при различных уровнях инфляции

Продолжительность консервации, лет	$E_{ин} = 0,08$			$E_{ин} = 0,10$			$E_{ин} = 0,12$		
	γ_3			γ_3			γ_3		
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1	0,123	0,246	0,370	0,125	0,251	0,376	0,129	0,258	0,386
2	0,067	0,134	0,202	0,069	0,139	0,208	0,073	0,146	0,218
3	0,049	0,097	0,146	0,051	0,102	0,152	0,054	0,108	0,161
4	0,039	0,078	0,118	0,041	0,083	0,124	0,045	0,090	0,134
5	0,034	0,067	0,101	0,036	0,072	0,108	0,039	0,078	0,118
6	0,030	0,060	0,090	0,032	0,064	0,096	0,035	0,071	0,106
7	0,027	0,054	0,082	0,029	0,059	0,088	0,033	0,066	0,098
8	0,025	0,050	0,076	0,027	0,055	0,082	0,031	0,062	0,092
9	0,024	0,047	0,071	0,026	0,052	0,078	0,029	0,058	0,088
10	0,022	0,045	0,067	0,025	0,049	0,074	0,028	0,056	0,084

Альтернативой консервации транспортной системы является её демонтаж. Решение о демонтаже целесообразно принимать на основе критерия оптимальности «приведенные расходы». Задача формулируется так: требуется определить структуру, техническое оснащение и технологические параметры транспортной системы при убывающей до некоторого момента нагрузки t_k .

Приведенные расходы для базового варианта развития системы:

$$E_6 = \sum_{t=1}^{t_n} \frac{\Theta_t}{(1 + E_{ин})^t}, \quad (10)$$

где t_b – момент ввода дополнительной мощности транспортной системы в случае роста нагрузки; Θ_t – эксплуатационные расходы на функционирование системы в t -м году.

Если выполняется в момент времени t_0 демонтаж устройств (или всей системы), то общие приведенные расходы

$$E_d = (\Theta_b + K_b) \frac{\Theta_t}{(1 + E_{ин})^t} + (K_p - K_d + \Theta_d) + \sum_{t=1}^{t_n} \frac{\Theta_t}{(1 + E_{ин})^t}, \quad (11)$$

где Θ_b , K_b – соответственно дополнительные эксплуатационные расходы и капитальные вложения, вызываемые развитием системы в момент времени t_b ; K_p – дополнительные капитальные вложения в развитие системы более высокого уровня, например, при демонтаже станции это вложения в развитие железнодорожного узла; K_d – ликвидная стоимость демонтируемых устройств; Θ_d – эксплуатационные расходы, связанные с демонтажом устройств в момент времени t_0 .

В качестве примера приведем вариант развития двусторонней сортировочной станции, предусматривающий демонтаж одной из подсистем станции, которая имеет горку малой мощности и два параллельно расположенных сортировочному приемо-отправочных парков. Демонтаж предусматривает разборку 24,47 км путей, 58 стрелочных переводов, 76 светофоров, одной сортировочной горки. При закрытии подсистемы ее работа передается в более развитую нечетную систему. Расходы для базисного варианта составляют 35,100 млн руб. Используя выражение (11) установили, что

$$E_d = \frac{0,84+300,2}{1,851} + (44,2 - 207,1 + 123,2) + 22905 = 22917 \cdot 10^3 \approx 22,9 \text{ млн руб.}$$

Сравнивая E_d с E_n получим, что $35,1 > 22,9$, т. е. демонтаж системы является выгодным решением. Характерно, что такое решение эффективнее консервации устройств.

Таким образом, чередование периодов роста и спада размеров перевозок в условиях рыночной экономики становится характерной чертой и существенно влияет на практику и теорию развития пропускной (перерабатывающей) способности транспортных систем. Учитывая дискретность не только увеличения пропускной способности, но и ее снижения (консервация, демонтаж, передача в аренду и др.), следует вместо понятия «этапность развития» ввести более общее – этапность изменения технического состояния транспортной системы, которое позволяет рассматривать все варианты изменения пропускной (перерабатывающей) способности транспортной системы.

Таким образом, оптимальный вариант будет характеризовать наиболее целесообразную траекторию изменения технического состояния и технологии в координатах «время – состояние» и знакопеременной функции транспортной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Железнодорожные станции и узлы / под ред. В. М. Акулиничева. – М. : Транспорт, 1992. – 450 с.
- 2 Железнодорожные станции и узлы / под ред. В. Г. Шубко, Н. В. Правдина. – М. : УМК МПС России, 2002. – 368 с.
- 3 Правдин, Н. В. Проектирование железнодорожных станций и узлов. Ч. 1 / Н. В. Правдин, Т. С. Банек, В. Я. Негрей. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Выш. шк., 1984. – 287 с.
- 4 Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) : учеб. пособие / В. Я. Негрей [и др.] ; под общей ред. В. Я. Негрея. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 625 с.
- 5 Ефименко, Ю. И. Выбор оптимальной этапности развития железнодорожных станций и узлов : учеб. пособие / Ю. И. Ефименко. – Л. : ЛИИЖТ, 1989. – 58 с.

6 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов [и др.] / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

V. Ja. NEGREY

DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEMS

It is underlined necessity to take into account change of required carrying and processing ability of devices transport system in time. At reduction of transport loading it is expedient to consider preservation of an infrastructure capable to reduce the charges on development at increase volumes of transportations.

Получено 22.11.2021

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 3. Гомель, 2021**

УДК 656.029.4:004

В. А. ПАДАЛИЦА

СООО «Трансрэйл-БЧ», Республика Беларусь, г. Минск

pva@tses.ru

С. А. ТУМЕЛЬ

ООО «Современные технологии торговли», Республика Беларусь, г. Минск

tumel@topby.by

С. В. ЕНИН

РОО «Информационное общество», Республика Беларусь, г. Минск

sergei.yenin@gmail.com

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ КООРДИНАЦИИ ЕВРАЗИЙСКИХ ГРУЗОПОТОКОВ В РАМКАХ ЭКОСИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ ЕАЭС

Рассматривается практическая возможность реализации экосистемы цифровых транспортных коридоров ЕАЭС и сопряжения её с аналогичными системами сопредельных стран, в частности, с китайской инициативой «Один пояс – один путь», объединяющей национальные системы электронной логистики Китая, Кореи и Японии, а также с проектами Евросоюза, которые реализуются на основе согласованного использования инфраструктуры железнодорожного транспорта и нормативных правовых актов цифровой трансформации экономики стран ЕС в сфере транспорта.

Данный проект предусматривает ряд инновационных решений, реализуемых на базе создаваемого прототипа цифровой платформы координации Евразийских товаропотоков (ЦПКТ). Проектируемая ЦПКТ предназначена