

6. Yanovskii A.S. Nuzhny strelochnye perevody novykh konstruktсии [We need turnouts of new designs]. *Zhurnal «Put' i putevoe khozyaistvo»* [Journal "Track and track facilities"]. Moscow, 2017. No. 4. Pp. 11-14.
7. Karpushchenko N.I., Manakov A.L., Trukhanov P.S. Optimizatsiya parametrov zhiznennogo tsikla verkhnego stroeniya zheleznodorozhnogo puti v slozhnykh ekspluatatsionnykh usloviyakh [Optimization of the parameters of the life cycle of the railway track superstructure in difficult operating conditions]. Novosibirsk: Nauka Publ., 2020. 148 p.
8. Instruktsiya po ustroystvu, ukladke, soderzhaniyu i remontu besстыkovogo puti: utv. Rasporyazheniem OAO "RZhD" ot 14.12.2016 No. 2544r. [Instructions for the arrangement, laying, maintenance and repair of continuous welded track: approved by the order of "Russian Railways" OAO dated December 14, 2016 No. 2544r.].
9. Glyuzberg B.E. O normakh iznosa kontrrel'sov strelochnykh perevodov [On the rates of wear of counter rails of turnouts]. *Put' i putevoe khozyaistvo* [Track and track facilities], 2018. No. 3. Pp. 10-14.
10. Egorov M.A., Ermakov V.M. Obosnovanie prinyatiya innovatsionnykh tekhnicheskikh reshenii na strelochnykh perevodakh [Justification for the adoption of innovative technical solutions on the turnouts]. *Put' i putevoe khozyaistvo* [Track and track facilities], 2017. No. 1. Pp. 10-14.
11. Polozhenie ob organizatsii kompleksnogo obsluzhivaniya ob'ektov infrastruktury khozyaistva puti i sooruzhenii: utv. Rasporyazheniem OAO "RZhD" ot 29.11.2019 No. 2675/r. [Regulations on the organization of comprehensive maintenance of infrastructure facilities of the track economy and structures: approved by the order of "Russian Railways" OAO dated November 29, 2019 No. 2675]. Ekaterinburg: UralYurIzdat Publ., 2019. 172 p.
12. Normy vremeni na raboty po tekushchemu soderzhaniyu puti. Ch. 2. Raboty po rel'sam i skrepleniyam: utv. Rasporyazheniem OAO "RZhD" ot 11.01.2018 No. 22r (v red. Ot 22.11.2018) [Norms of time for work on the current track maintenance. Part 2. Works on rails and fastenings: approved by the order of "Russian Railways" OAO dated January 11, 2018 No. 22r (as amended on November 22, 2018)].
13. Karpushchenko N.I., Tapol'skii G.N. Nadezhnost' zheleznodorozhnogo puti: Uchebnoe posobie dlya studentov VUZov [The reliability of the railway track: a textbook for university students]. Novosibirsk: SGUPS Publ., 1989. 103 p.
14. Sychev V.P. Metody otsenivaniya zheleznodorozhnogo puti kharakteristikami sluchainykh protsessov [Methods for evaluating the railway track by characteristics of random processes]. *Nauka i tekhnika transporta* [Science and technology of transport], 2007. No. 3. Pp. 84-88.
15. Glyuzberg B.E. O normakh iznosa kontrrel'sov strelochnykh perevodov [On the rates of wear of counter rails of turnouts]. *Put' i putevoe khozyaistvo* [Track and track facilities], 2018. No. 3. Pp. 10-14.
16. Egorov M.A., Ermakov V.M. Obosnovanie prinyatiya innovatsionnykh tekhnicheskikh reshenii na strelochnykh perevodakh [Justification for the adoption of innovative technical solutions on the turnouts]. *Put' i putevoe khozyaistvo* [Track and track facilities], 2017. No. 1. Pp. 10-14.

Информация об авторах

Карпущенко Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор кафедры пути и путевого хозяйства, Сибирский государственный университет сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: kni@stu.ru
Комардинкин Роман Алексеевич, технолог 1 категории Опытной путевой машинной станции № 19, структурное подразделение Западной-сибирской дирекции по ремонту пути ОАО «РЖД»; преподаватель кафедры пути и путевого хозяйства, аспирант, Сибирский государственный университет сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: roma-novosib@mail.ru

Information about the authors

Nikolai I. Karpushchenko – Doctor of Engineering Science, Professor of the Subdepartment of Track and Track Facilities, Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk Region, Novosibirsk, Dusi Kovalchuk Str., 191. e-mail: kni@stu.ru
Roman A. Komardinkin – a technologist of the 1st category of the Experimental track machine station No. 19, the structural subdivision of the Western Siberian directorate for track repair, "Russian Railways" OAO, Puteitsev Str., 21. Lecturer of the Subdepartment of Track and Track Facilities, a Ph.D. student of the 2nd year of study in the specialty "Technique and technology of land transport", Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk Region, Novosibirsk, Dusi Kovalchuk Str., 191. e-mail: roma-novosib@mail.ru

DOI 10.26731/1813-9108.2020.4(68).248-256

УДК 656.2:330.322

Сравнение вариантов строительства и реконструкции железнодорожных объектов с учетом фактора времени

В. С. Шварцфельд✉

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I,
 г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ v_s_s_@mail.ru

Резюме

Строительство новых или реконструкция существующих железнодорожных линий требует значительных инвестиций, которые распределены во времени. Разрабатываемые варианты, которые подлежат сравнению, как правило, отличаются между собой не только техническими параметрами, но и разным распределением необходимых инвестиций по годам строи-

тельства или реконструкции. Приведение к сопоставимому виду разновременных затрат имеет огромное значение при обосновании и выборе окончательного варианта. Существующий подход приведения к сопоставимому виду затрат рассредоточенных во времени денежных затрат на новое строительство и реконструкции действующих железнодорожных объектов занижают реальную эффективность вариантов в виду использования коэффициента дисконтирования. Его применение не показывает лицу, принимающему решение реальных денежных потоков (результатов и затрат) инвестиционных проектов. В статье предлагается другой способ приведения разновременных затрат к сопоставимому виду при сравнении вариантов проектирования новых или реконструкции существующих железнодорожных объектов с многоэтапными инвестициями. Приведены формулы для определения критерия эффективности инвестиций с учетом фактора времени, экономически рационального года завершения переустройства и срока целесообразного отдаления инвестиций. Отличительной особенностью предлагаемого способа сравнения вариантов строительства и реконструкции железнодорожных объектов является учет нормативной прибыли, полученной за период, предшествующий году вложения инвестиций в соответствующий этап строительства или реконструкции. Определение эффективности инвестиций, сравнение вариантов нового строительства и реконструкции железнодорожных объектов предложенным в статье способом соизмерения затрат с учетом фактора времени позволит повысить обоснованность выбора лучшего варианта инвестиционных проектов.

Ключевые слова

железнодорожный объект, сравнение вариантов, инвестиции, фактор времени, экономически рациональный год завершения строительства, срок целесообразного отдаления переустройства, эксплуатационные расходы, приведенные затраты

Для цитирования

Шварцфельд В. С. Сравнение вариантов строительства и реконструкции железнодорожных объектов с учетом фактора времени / В. С. Шварцфельд // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – № 4 (68). – С. 248–256. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.4(68).248-256

Информация о статье

поступила в редакцию: 10.10.2020, поступила после рецензирования: 18.11.2020, принята к публикации: 29.11.2020

Comparison of options for the construction and reconstruction of railway facilities taking into account the time factor

V. S. Shvartsfel'd

Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, the Russian Federation

✉ v_s_s_@mail.ru

Abstract

The construction of new or reconstruction of existing railway lines requires significant investments, which are distributed over time. The developed options that are subject to comparison, as a rule, differ not only in technical parameters, but also in the different distribution of the necessary investments over the years of construction or reconstruction. The reduction to a comparable type of multi-time costs is of great importance in the justification and selection of the final option. The existing approach of bringing the time-dispersed monetary costs of new construction and reconstruction of existing railway facilities to a comparable type of cost underestimates the real effectiveness of the options due to the use of the discount factor. Its application does not show the decision-maker real cash flows (results and costs) investment projects. The article suggests another way to bring different-time costs to a comparable form when comparing.

Keywords

railway object, comparison of options, investment, time factor, economically rational year of construction completion, period of expedient withdrawal of reconstruction, operating costs, reduced costs

For citation

Shvartsfel'd V. S. Svravnenie variantov stroitel'stva i rekonstruktsii zheleznodorozhnykh ob'ektov s uchetom faktora vremeni [Comparison of options for the construction and reconstruction of railway facilities taking into account the time factor]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2020, No. 4 (68), pp. 248–256. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.4(68).248-256

Article Info

Received: 10.10.2020, Revised: 18.11.2020, Accepted: 29.11.2020

Введение

Правильное принятие проектных решений, а, именно, выбор наилучшего варианта нового строительства или реконструкции железнодорожного

объекта является актуальной и практически значимой задачей.

В статье рассматриваются вопросы, связанные с учетом фактора времени при обосновании вариан-

тов проектирования объектов нового строительства или реконструкции существующих железнодорожных сооружений и устройств. Инвестирование в тот или иной вариант проекта является сложной задачей и требует взвешенного подхода при принятии окончательного решения. Обоснование варианта проектных решений базируется на правильной оценке денежных средств во времени.

Предлагается учитывать фактор времени с помощью нормативной прибыли, полученной за период отдаления инвестиций от начального года.

Теоретические положения учета фактора времени при обосновании инвестиций в железнодорожном строительстве

При одинаковых доходах по вариантам проектных решений основным принципом оценки и определения экономической эффективности инвестиций является сопоставление разновременных затрат на протяжении расчетного периода.

Инвестиционные вложения, реализованные в различные годы, принято справедливо считать неэквивалентными. При отдалении на некоторый период инвестиции K_0 могут быть направлены на проведение каких-либо мероприятий, что обеспечит при норме дохода на капитал E получение к концу первого года эффекта $\Pi_1 = K_0 \cdot E$. Тогда, общая сумма отдаленных инвестиций к концу первого года возрастет до величины $K_0 + \Pi_1 = K_0 + K_0 \cdot E = K_0 \cdot (1 + E)^1$. При отдалении инвестиционных вложений еще на один год, их сумма возрастет на величину:

$$\dot{I}_2 = K_0 \cdot E + (K_0 + K_0 \cdot E) \cdot E = 2K_0 \cdot E + K_0 \cdot E^2,$$

и составит к концу второго года

$$K_0 + \dot{I}_2 = K_0 + 2K_0 \cdot E + K_0 \cdot E^2 = K_0 \cdot (1 + E)^2.$$

Как отсюда следует, при отдалении инвестиций во времени, их рост осуществляется по сложным процентам. Через t лет сумма первоначальных инвестиций достигает величины

$$K_0 + \Pi_t = K_0 \cdot (1 + E)^t.$$

Схема отдаления инвестиционных вложений приведена в табл. 1.

Из приведенных выше рассуждений и схемы отдаления инвестиций принято считать, что инвестиции K_0 , которые можно осуществить в настоящее время экономически эквивалентны затратам, произведенным через t лет, т. е.

$$K_t = K_0 \cdot (1 + E)^t. \quad (1)$$

Таблица 1. Отдаление инвестиционных вложений

Table 1. Diversion of investments

Год	Сумма отдаленных инвестиций	Эффект (прибыль)
1	$K_0 + \Pi_1 = K_0 + K_0 E = K_0(1 + E)^1$	$\Pi_1 = K_0(1 + E)^1 - K_0 = K_0 E$
2	$K_0 + \Pi_2 = K_0 + K_0 E + (K_0 + K_0 E) E = K_0(1 + E)^2$	$\Pi_2 = K_0(1 + E)^2 - K_0 = 2K_0 E + K_0 E^2$
...
t	$K_0 + \Pi_t = K_0(1 + E)^t$	$\Pi_t = K_0(1 + E)^t - K_0$

Поэтому для приведения инвестиционных вложений t года принято умножать их на величину $1/(1 + E)^t$ [1–11], называемую коэффициентом приведения или дисконтирования разновременных затрат η_t .

$$K_0 = K_t / (1 + E)^t = K_t \cdot \eta_t \quad (2)$$

До настоящего времени коэффициент дисконтирования η_t рекомендуется использовать для приведения разновременных затрат, результатов и эффектов [1–11]. Величину E называют нормой дисконта. В работах [12–16] предложен способ приведения инвестиций к начальному моменту времени, который отличается от существующего (с использованием коэффициента дисконтирования). Суть его состоит в том, что инвестиции K_t , которые можно осуществить в год t экономически эквивалентны затратам $K_0 + \Pi_t$, произведенным через t лет, что полностью соответствует (1) т. е.

$$K_t = K_0 + \Pi_t = K_0 + [K_0 \cdot (1 + E)^t - K_0] \quad (3)$$

Из (3) следует, что для приведения инвестиционных вложений t -го года необходимо уменьшить их значение на величину нормативной прибыли, полученной за t лет отдаления инвестиций.

$$\begin{aligned} K_0 &= K_t - \Pi_t = K_t - [K_t \cdot (1 + E)^t - K_t] = \\ &= 2 \cdot K_t - K_t \cdot (1 + E)^t. \end{aligned} \quad (4)$$

Новый способ приведения разновременных затрат базируется на общепринятой схеме отдаления инвестиционных вложений, не противоречит экономическим канонам учета фактора времени при общепринятом определении эффективности инвестиций и, на наш взгляд, он наиболее правильно отра-

жает экономическую суть приведения разновременных инвестиционных вложений.

Данное утверждение можно проиллюстрировать на следующем примере.

Инвестор имеет в распоряжении сумму в размере 100 у. е., которая необходима для реализации инвестиционного проекта. При отдалении данных инвестиций на 1 год и эффективного их использования (норма годового дохода на капитал 10 %) инвестор будет иметь через год сумму в размере 110 у. е., после чего реализует запланированный проект в 100 у. е.

Сравним результаты приведения вложенных инвестиций по общепринятой формуле приведения инвестиций (2) и предлагаемой (4).

В первом случае приведенные вложения составят $100/(1,1)^1 = 90,9$ у. е., во втором случае $2 \times 100 - 100(1,1)^1 = 90$ у. е., что является более понятным и обоснованным результатом. Величина 90 у. е. есть приведенное к начальному году значение инвестиций, эквивалентных первоначальной сумме 100 у. е., вложенных в проект, реализация которого была отложена на 1 год. После реализации проекта в распоряжении инвестора остается 10 у. е., которые он может использовать на различные нужды.

Значение приведенных инвестиций 90,9 у. е., по-

лученных по формуле (2), также является приведенным к начальному году инвестиций, но в данном случае трудно объяснить результат в 90,9 у. е. с позиций прибыли в размере 10 у. е., полученной от отдаления инвестиций. Разность между суммой инвестиционных вложений в проект и приведенным его значением составляет 9,1 у. е.

Предлагаемый способ приведения разновременных инвестиций за счет полученной прибыли можно проанализировать с помощью графика зависимости приведенных инвестиций от времени приведения (рис. 1).

При отдалении инвестиций кривая $2 \cdot K_t - K_t \cdot (1 + E)^t$ в точке T_0 пересекает ось абсцисс и принимает отрицательные значения. Точка T_0 отображает период возмещения инвестиций за счет нормативной прибыли при соответствующей норме дохода на капитал, т. е. к сроку T_0 инвестор при отдалении инвестиций будет иметь удвоенную их сумму. При реализации инвестиционного проекта в год T_0 вложения инвестора сводятся к нулю, так как в его распоряжении остается сумма средств, равная первоначальному значению инвестиций. За

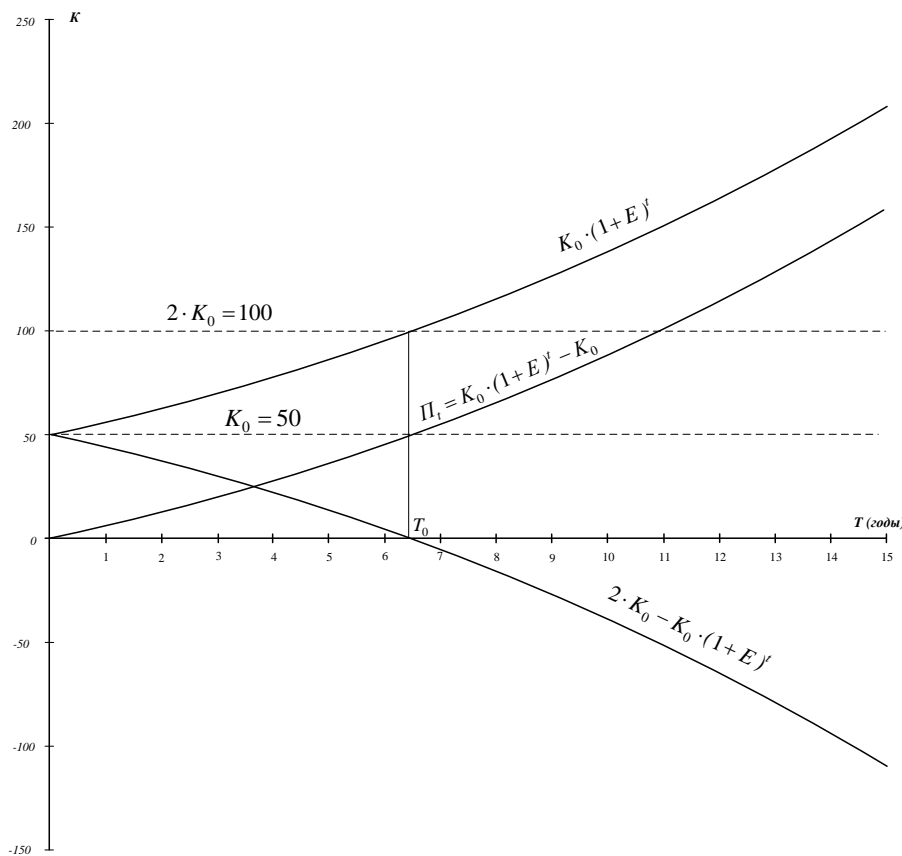


Рис. 1. График зависимости приведенных инвестиций
Fig. 1. Dependence graph of reduced investments

пределами года T_0 значение выражения $2 \cdot K_t - K_t \cdot (1 + E)^t$ становится отрицательным. Это говорит о том, что прибыль, получаемая от отдаления инвестиций, превышает ее первоначальную сумму.

Из вышеизложенного материала в пользу предлагаемого способа приведения разновременных инвестиций к начальному моменту времени следует, что приведение инвестиционных вложений традиционным способом (1) может давать совершенно другие результаты при обосновании эффективности инвестиционных вложений. Ниже приведен пример, иллюстрирующий данное утверждение.

Продолжительность реконструкции объекта составляет 4 года. Распределение инвестиций в объеме 400 у. е. по годам строительства по двум сравниваемым вариантам приведены в табл. 2.

Таблица 2. Распределение инвестиций для различных вариантов по годам
Table 2. Distribution of investments for different options by year

Вариант	1 год	2 год	3 год	4 год
1	100	100	100	100
2	150	50	50	150

Сравнение вариантов по различным критериям

(при норме дисконта $E=0,1$)

1. Эффективность по сумме отдаления инвестиций

$$\Theta = \sum_{t=1}^T K_t \cdot (1 + E)^t \Rightarrow \max$$

1-й вариант:

$$100 \times 1,1 + 100 \times 1,21 + 100 \times 1,331 + 100 \times 1,4641 =$$

$$= 510,51 \text{ у. е.};$$

2-й вариант:

$$150 \times 1,1 + 50 \times 1,21 + 50 \times 1,331 + 150 \times 1,4641 =$$

$$= 511,67 \text{ у. е. (max)}$$

2. Эффективность по сумме приведенных инвестиций (формула (1))

$$\Theta = \sum_{t=1}^T K_t / (1 + E)^t = K_t \cdot \eta_t \Rightarrow \min$$

1-й вариант:

$$100/1,1 + 100/1,21 + 100/1,331 + 100/1,4641 =$$

$$316,98 \text{ у. е. (min)};$$

2-й вариант:

$$150/1,1 + 50/1,21 + 50/1,331 + 150/1,4641 =$$

$$317,7 \text{ у. е.}$$

3. Эффективность по сумме нормативной прибыли

$$\Theta = \sum_{t=1}^T K_t \cdot (1 + E)^t - K_t \Rightarrow \max$$

1-й вариант:

$$10 + 21 + 33,1 + 46,41 = 110,51 \text{ у. е.}$$

2-й вариант:

$$15 + 10,5 + 16,15 + 69,62 = 111,67 \text{ у. е. (max)}.$$

4. Эффективность по сумме приведенных инвестиций (формула (4))

$$\Theta = \sum_{t=1}^T [2 \cdot K_t - K_t \cdot (1 + E)^t] \Rightarrow \min$$

1-й вариант:

$$(200-110) + (200-121) + (200-133,1) + (200-146,41) =$$

$$289,49 \text{ у. е.};$$

2-й вариант:

$$(300-165) + (100-60,5) + (100-66,55) + (300-219,62) =$$

$$288,33 \text{ у. е. (min)}.$$

Из вышеприведенного примера видно, что при различных критериях лучшим является 2-й вариант, кроме случая, когда эффективность инвестиций оценивается по критерию «суммарные приведенные затраты».

Вопрос о приведении разновременных текущих затрат в сопоставимый вид занимает в экономической литературе сравнительно небольшое место. Практические же расчеты в области определения эффективности инвестиций требуют ответа на ряд связанных с этим вопросов. Надо ли вообще приводить разновременные текущие затраты по вариантам в сопоставимый вид? А если надо, можно ли это делать теми же методами, что и в отношении разновременных инвестиций, или нужны, специально для этой цели разработанные методы.

В одной из работ А.И. Шустер отмечал, что «метод приведения текущих затрат в сопоставимый вид должен стать предметом самостоятельного исследования, и не следует упрощать эту задачу, применяя по аналогии метод, принятый для приведения капитальных вложений» [17].

Изложенные выше условия приведения разновременных инвестиций к единому моменту времени должны быть обязательными и для приведения в сопоставимый вид разновременных текущих затрат, если на них хотят распространить тот же метод приведения. Поэтому надо выяснить, могут ли текущие затраты отвечать таким условиям.

Рассмотрим данный вопрос с точки зрения коммерческой эффективности, когда все необходимые для реализации какого-либо проекта затраты (капитальные и эксплуатационные) производятся за счет средств железной дороги.

В настоящее время инвестиции на железнодорожном транспорте, направляемые на создание новых, расширение, техническое перевооружение и реконструкцию действующих основных фондов, формируются из балансовой прибыли и объема амортизационных отчислений, а также из заемных

(банковские кредиты) и привлеченных средств. Инвестиции, воплощенные в основные фонды, авансируются сразу на длительный срок, участвуют во многих циклах производства, сохраняя свою материально-вещественную форму в виде основных фондов, и по мере их износа передают свою стоимость вновь создаваемой продукции в размерах, зависящих от сроков их службы.

Текущие эксплуатационные расходы состоят из таких элементов затрат, как заработная плата, расходы на топливо и электроэнергию, материалы и т. п. Все элементы эксплуатационных затрат необходимы для обеспечения производственного процесса текущего периода и образуют себестоимость продукции. Текущие затраты не авансируются, а покрываются доходами, получаемыми при реализации продукции.

Как справедливо отмечалось в работе [18] «...при значительном росте грузонапряженности, увеличении скоростей движения поездов, повышении массы грузовых поездов и осевых нагрузок увеличиваются объемы работ по реконструкции и ремонтам железнодорожного пути. При этом сокращается время, выделяемое для выполнения путевых и строительных работ».

Поэтому важным условием обеспечения требуемого качества строительно-путевых работ становится своевременное выделение инвестиций в полном объеме, что позволяет управлять жизненным циклом конструкций железнодорожного пути, обеспечивать безопасность движения поездов и соблюдать нормативные межремонтные сроки [18].

Эксплуатационные расходы, по аналогии с инвестициями, нельзя отдалить на какое-то время и ис-

пользовать на другом производстве для получения соответствующего эффекта или положить в банк на депозит с целью получения прибыли.

Таким образом, разновременность текущих расходов экономически неоднородна с разновременностью капитальных вложений в силу различия источников их образования и неодинакового характера участия в процессе производства продукции. Следовательно, метод приведения текущих затрат должны отличаться от метода приведения капитальных вложений (инвестиций).

В экономической литературе имеются предложения определять для каждого варианта среднюю величину текущих затрат, приведенных в сопоставимый вид за тот период, в течение которого имеет место различие в их величинах. Это связывается с учетом неэквивалентности затрат в связи с ростом производительности труда [19]. Но возникают проблемы с определением периода времени, за который следует это делать. Так же темпы роста производительности труда могут отличать между различными организациями, отделами, службами в рамках одного и того же предприятия.

На наш взгляд изменение текущих расходов можно не приводить в сопоставимый вид, так как инвестиции, реализованные в тот или иной вариант проекта, определяют их величину и отражают эффективность вложений.

С учетом этого критерий эффективности инвестиций может иметь вид

$$\Theta = \sum_{m=1}^M [2 \cdot K_m - K_m \cdot (1+E)^t] + \sum_{i=1}^{M+1} \sum_{t_{i1}}^{t_{i2}} C_i(t), \quad (5)$$

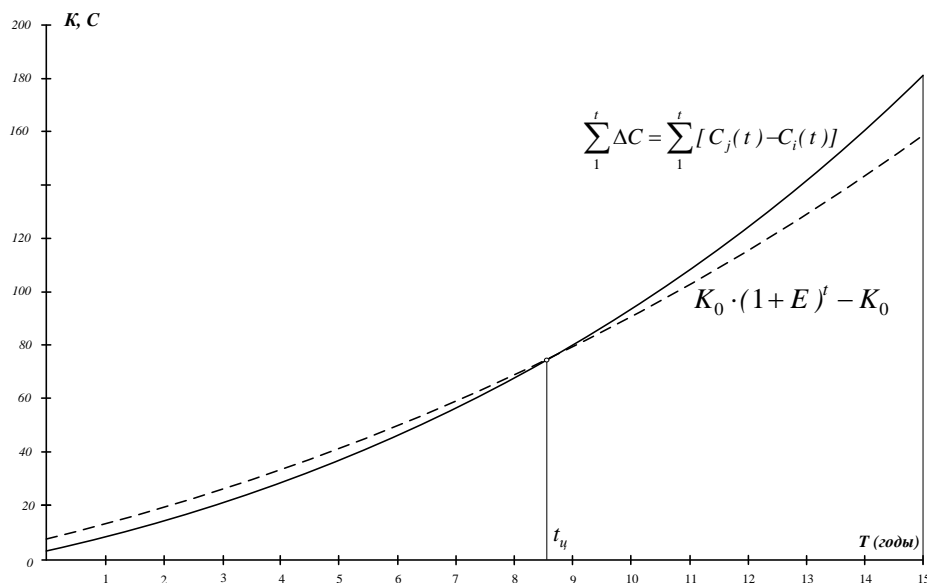


Рис. 2. Период времени целесообразного отдаления инвестиций

Fig. 2. Time period of expedient investment withdrawal

где M – количество этапов усиления мощности; K_m – стоимость усиления мощности на m -ом этапе; $t_{\kappa_i}, t_{\kappa_i}$ – начальный и конечный год эксплуатации i -го технического состояния; $C_i(t)$ – текущие затраты в год t в i -м техническом состоянии.

В связи с изменением традиционного критерия эффективности можно получить формулу определения срока целесообразного отдаления переустройства объекта. Данный срок (t_u) можно найти из условия равенства между первоначальной стоимостью K_0 перевода объекта из технического состояния i в состояние j и стоимостью, отнесенной к году t с учетом экономического эффекта от отдаления инвестиций, а также эксплуатационных потерь из-за задержки переустройства, т. е.

$$K_0 = 2K_0 - K_0(1+E)^{t_u} + \sum_{t=1}^{t_u} [C_j(t) - C_i(t)], \quad (6)$$

где K_0 – стоимость переустройства на начальный год расчетного периода; $2K_0 - K_0(1+E)^{t_u}$ – стоимость переустройства в год t_u с учетом эффекта от отдаления; $\sum_{t=1}^T [C_j(t) - C_i(t)]$ – эксплуатационные потери из-за отсрочки переустройства.

Из (6) период времени t_u может быть найден из условия равенства эффекта от отдаления инвести-

ций и эксплуатационными потерями из-за отсрочки переустройства (рис. 2).

$$K_0(1+E)^{t_u} - K_0 = \sum_{t=1}^{t_u} [C_j(t) - C_i(t)] \quad (7)$$

Экономически рациональный год завершения переустройства t_s может быть определен из условия минимума затрат на переустройство с учетом эффекта от отдаления инвестиций и эксплуатационных потерь из-за отсрочки проведения мероприятий по наращиванию мощности (рис. 3).

$$2K_0 - K_0(1+E)^t + \sum_{t=1}^t [C_j(t) - C_i(t)] \Rightarrow \min \quad (8)$$

Предлагаемая в статье методика может успешно применяться для выбора наилучшего варианта направления проектируемых железнодорожных линий с учетом этапности капитальных вложений.

Например, для задачи выбора направления проектируемой линии на предпроектном этапе, изложенной в работе [20], наряду с предложенными авторами тремя критериями: длина магистрального хода трассы, км; максимальный уклон местности, ‰, и количество больших мостов, лицу, принимающему решение, может быть предложен и критерий эффективности инвестиций, вычисляемый по формуле (5), значение которого определено по укрупненным показателям строительной стоимости и эксплуатационных расходов, либо по проектам-аналогам.

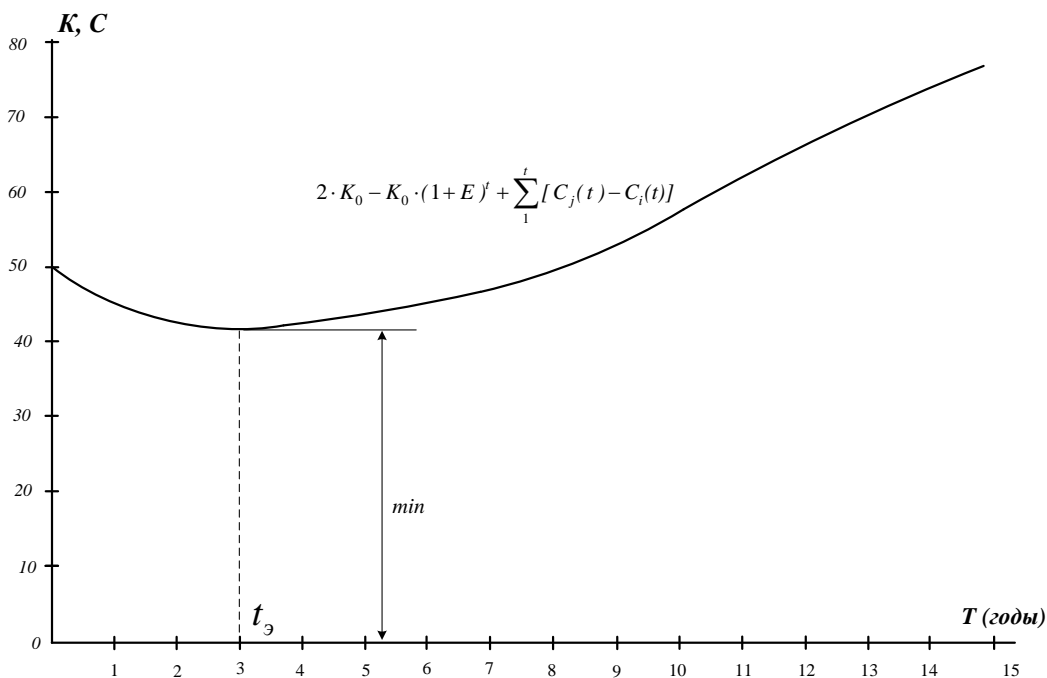


Рис. 3. Экономически рациональный год завершения вложения инвестиций
Fig. 3. Economically rational year of completion of investment

Заключение

Определение эффективности инвестиций, сравнение вариантов нового строительства и реконструкции железнодорожных объектов предложены в статье способом соизмерения затрат с учетом

фактора времени позволит повысить обоснованность выбора лучшего варианта инвестиционных проектов.

Список литературы

1. Эффективность капитальных вложений. Сборник утвержденных методик. – М.: Экономика, 1983. – 128 с.
2. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1991. – 239 с.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция). – М.: Экономика, 2000. – 421 с.
4. Совершенствование методов определения эффективности капитальных вложений на транспорте / под ред. В.Н. Лившица. – М.: Транспорт, 1978. – 264 с.
5. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: Учебное пособие – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2002 – 888 с.
6. Гишман А.Е. Определение экономической эффективности проектных решений на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1976. – 222 с.
7. Гишман А.Е. Определение экономической эффективности проектных решений на железнодорожном транспорте. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 239 с.
8. Волков Б.А. Экономическая эффективность инвестиций на железнодорожном транспорте в условиях рынка. – М.: Транспорт, 1996. – 191 с.
9. Оценка экономической эффективности инвестиций и инноваций на железнодорожном транспорте [Текст] : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / [Б. А. Волков и др.] ; под ред. Б. А. Волкова. – Москва : Учеб.-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2009. – 150
10. Руководство по выбору проектных решений в строительстве (общие положения)/НИИЭС. ЦНИИПроект Госстроя СССР — М.: Стройиздат, 1982. – 104 с.
11. Основы технико-экономических расчетов на железнодорожном транспорте. // Луговой П.А., Цыпин Л.Г., Аукуционек Р.А. – М., Транспорт, 1973. – с. 232.
12. Шварцфельд, В.С. О сравнении вариантов строительства и реконструкции железных дорог при многоэтапных капитальных вложениях // Вопросы проектирования и усиления мощности железных дорог Дальнего востока. Сб.научн.тр./ Хабаровский ин-т инж. ж.-д.транспорта. – Хабаровск: ХаБИИЖТ, 1988. – С.24-30.
13. Шварцфельд, В.С. Метод сравнения вариантов строительства и реконструкции железных дорог при многоэтапных капитальных вложениях. – Хабаровск, ЦНТИ, информационный листок, №88-54, 1988. – 4 с.
14. Лаукерт, Я.И., Шварцфельд, В.С. Усиление мощности железнодорожных линий с учетом продолжительности строительства //Вопросы проектирования и усиления мощности железных дорог Дальнего востока. Сб. научн. тр./ Хабаровский ин-т инж. ж.-д.транспорта. – Хабаровск: ХаБИИЖТ, 1988. – С.30-34.
15. Шварцфельд, В.С. Совершенствование критерия приведенных строительно-эксплуатационных затрат для целей сравнения вариантов проектных решений. Сб.научн.тр. /Моск.ин-т инж. ж.-д. трансп., №835, Москва, 1990. – С.79-81.
16. Шварцфельд, В.С. Определение экономически рационального года завершения переустройства железнодорожной линии // Вопросы проектирования и реконструкции железных дорог. Сб.научн.тр. / Хабаровский ин-т инж. ж.-д.трансп., Хабаровск: ХаБИИЖТ, 1992. – С.23-25.
17. Шустер, А.И. Фактор времени в оценке экономической эффективности капитальных вложений. – М.: Наука, 1969. – 248 с.
18. Ковенькин, Д.А. Этапы жизненного цикла верхнего строения железнодорожного пути / Д. А. Ковенькин, В.А. Подвербный // Проектирование развития региональной сети железных дорог : сб. науч. тр. под ред. В.С. Шварцфельда. – Хабаровск : изд-во ДВГУПС, 2015. Вып. 3. – С. 151–157.
19. Белов, И.В., Терешина, Н.П. Проблемы соизмерения производительных сил, взаимодействующих в процессе перевозок подсистем железнодорожного транспорта. – М.: Труды МИИТ, 1990. – вып.842 – С.66-75.
20. Предпроектные соображения по строительству железнодорожного пути по направлению «Окино-Ключевское месторождение угля – Гусиноозерская ГРЭС» / И.В. Благоразумов, К.А. Кирпичников, Е.В. Непомнящих и др. // Проектирование развития региональной сети железных дорог : сб. науч. тр. / под ред. В.С. Шварцфельда. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2013.– Вып. 1.– С. 39–42.

References

1. Effektivnost' kapital'nykh vlozhenii. Sbornik utverzhdenykh metodik [Efficiency of capital investments. Collection of approved methods]. Moscow: Ekonomika Publ., 1983. 128 p.
2. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu ekonomicheskoi effektivnosti meropriyatii nauchno-tekhnicheskogo progressa na zheleznodorozhnom transporte [Methodological recommendations for determining the economic efficiency of measures of scientific and technical progress in railway transport]. Moscow: Transport Publ., 1991. 239 p.
3. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov (Vtoraya redaktsiya). [Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects (Second edition)]. Moscow: Ekonomika Publ., 2000. 421 p.

4. Sovershenstvovanie metodov opredeleniya effektivnosti kapital'nykh vlozhenii na transporte [Improvement of methods for determining the efficiency of capital investments in transport]. In: Livshits V. N. (ed.) Moscow: Transport Publ., 1978. 264 p.
5. Vilenskii P. L., Livshits V. N., Smolyak S. A. Otsenka effektivnosti investitsionnykh projektov. Teoriya i praktika: Uchebnoe posobie [Evaluation of the effectiveness of investment projects. Theory and Practice: a Textbook. 2nd ed., revised and enlarged]. Moscow: Delo Publ., 2002. 888 p.
6. Gibshman A. E. Opredelenie ekonomicheskoi effektivnosti proektnykh reshenii na zheleznodorozhnom transporte [Determining the economic efficiency of design solutions for railway transport]. Moscow: Transport Publ., 1976. 222 p.
7. Gibshman A. E. Opredelenie ekonomicheskoi effektivnosti proektnykh reshenii na zheleznodorozhnom transporte [Determining the economic efficiency of design solutions for railway transport. 2nd ed., revised and enlarged].
8. Volkov B. A. Ekonomicheskaya effektivnost' investitsii na zheleznodorozhnom transporte v usloviyakh rynka [Economic efficiency of investments in railway transport in market conditions]. Moscow: Transport Publ., 1996. 191 p.
9. Volkov B. A. et al. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti investitsii i innovatsii na zheleznodorozhnom transporte: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov zheleznodorozhnogo transporta [Evaluation of the economic efficiency of investments and innovations in railway transport: a textbook for students of railway transport universities]. In: Volkov B. A. (ed.) Moscow: Training and methodological center of education on the railway transp., 2009. 150 p.
10. Rukovodstvo po vyboru proektnykh reshenii v stroitel'stve (obshchie polozeniya). NIIES. TsNIIProekt Gosstroya SSSR [Guidelines for the selection of design solutions in construction (general provisions). NIIES. In the Gosstroi of the USSR]. Moscow: Stroizdat Publ., 1982. 104 p.
11. Lugovoi P. A., Tsylin L. G., Aukutsionek R. A. Osnovy tekhniko-ekonomicheskikh raschetov na zheleznodorozhnom transporte [Fundamentals of technical and economic calculations in railway transport]. Moscow: Transport Publ., 1973. 232 p.
12. Shvartsfel'd V. S. O sravnenii variantov stroitel'stva i rekonstruktsii zheleznykh dorog pri mnogoetapnykh kapital'nykh vlozheniyakh [On the comparison of options for construction and reconstruction of railways with multi-stage capital investments]. *Voprosy proektirovaniya i usileniya moshchnosti zheleznykh dorog Dal'nego vostoka. Sb.nauchn.tr. [Issues of designing and strengthening the capacity of Railways in the Far East. Proceedings]*. Khabarovsk Institute of Railway Transport Engineers. Khabarovsk: Khabiiizht Publ., 1988. Pp. 24-30.
13. Shvartsfel'd V. S. Metod sravneniya variantov stroitel'stva i rekonstruktsii zheleznykh dorog pri mnogoetapnykh kapital'nykh vlozheniyakh [Method of comparing options for construction and reconstruction of railways with multi-stage capital investments]. Khabarovsk, TSNTI Publ., information leaflet, No. 88-54, 1988. 4 p.
14. Laukert Ya. I., Shvartsfel'd V. S. Usilenie moshchnosti zheleznodorozhnykh linii s uchetom prodolzhitel'nosti stroitel'stva [Strengthening the capacity of railway lines taking into account the duration of construction]. *Voprosy proektirovaniya i usileniya moshchnosti zheleznykh dorog Dal'nego vostoka. Sb. nauchn. tr. [Issues of designing and strengthening the capacity of railways in the Far East. Proceedings]*. Khabarovsk Institute of Railway Transport Engineers. Khabarovsk: Khabiiizht Publ., 1988. Pp. 30-34.
15. Shvartsfel'd V. S. Sovershenstvovanie kriteriya privedennykh stroitel'no-ekspluatatsionnykh zatrat dlya tselei sravneniya variantov proektnykh reshenii. Sb.nauchn.tr. [Improvement of the criterion of reduced construction and operational costs for the purpose of comparing design solutions. Proceedings]. The Moscow Institute of Railway Transport Engineers. No. 835, Moscow, 1990. Pp. 79-81.
16. Shvartsfel'd V. S. Opredelenie ekonomicheskoi ratsional'nogo goda zaversheniya pereustroistva zheleznodorozhnoi linii [Determination of the economically rational year of completion of the railway line reconstruction]. *Voprosy proektirovaniya i rekonstruktsii zheleznykh dorog. Sb.nauchn.tr. [Designing and reconstruction of Railways. Proceedings]*. Khabarovsk Institute of Railway Transport Engineers. Khabarovsk: KhabIUZhT Publ., 1992. Pp. 23 – 25.
17. Shuster A. I. Faktor vremeni v otsenke ekonomicheskoi effektivnosti kapital'nykh vlozhenii [Time factor in assessing the economic efficiency of capital investments]. Moscow: Nauka Publ., 1969. 248 p.
18. Kovenkin, D. A. Stages of the life cycle of the railway track structure / D. A. Kovenkin, V. A. Podverbny // Projecting the development of the regional network of railways: sb. nauch. tr. ed. V. S. Shvartsfeld. - Khabarovsk: Publishing house of DVGUPS, 2015. Issue 3. - pp. 151-157.
19. Belov, I. V., Tereshina, N. P. The problem of balancing the productive forces that interact in the process of transportation subsystems of railway transport. – M.: proceedings of the MIIT, 1990. – vol.842 – p. 66-75.
20. Pre-project considerations for the construction of a railway track in the direction of "Okino – Klyuchevskoe coal deposit-Gusinozerskaya GRES" / I. V. Blagorazumov, K. A. Kirpichnikov, E. V. Nepomnyashchikh et al. // Projecting the development of the regional network of railways: collection of scientific tr. / ed. by V. S. Shvartsfeld. - Khabarovsk: Publishing House of DVGUPS, 2013. - Issue 1. - pp. 39-42.

Информация об авторах

Шварцфельд Вячеслав Семенович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры изысканий и проектирования железных дорог, Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, г. Санкт-Петербург, e-mail: v_s_s_@mail.ru

Information about the authors

Vyacheslav S. Shvartsfel'd – Doctor of Engineering Science, Professor, Professor of the Subdepartment of Surveys and Design of Railways, Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, e-mail: v_s_s_@mail.ru