

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Селина О.В.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения»

Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов выполняется на основе общего подхода к оценке эффективности инвестиций и основывается на расчете чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Однако для инновационных проектов существует своя специфика. Каждый инновационный проект уникален ввиду того, что инновационные проекты связаны с новыми и усовершенствованными продуктами и технологиями, которые ранее не производились и не разрабатывались. Ориентация проектов на принципиально новые технико-технологические направления сопряжена со значительной неопределенностью при их реализации, что приводит к повышенным, по сравнению с традиционной инвестиционной деятельностью, рискам и требует развития новых подходов к экономическому обоснованию внедрения инновационных разработок. Развитие железнодорожного транспорта и его инновационная активность, а также восприимчивость к технологическим инновациям являются актуальными вопросами. В статье представлена математическая модель выбора оптимального распределения инвестиций при реализации инновационного проекта. Подход основан на оптимизации чистой приведенной стоимости проекта с учетом ограничений на объемы инвестиций, сроки реализации проекта и достижение заданного уровня повышения надежности (безаварийности) перевозок.

Ключевые слова: экономическая эффективность, железнодорожный транспорт, инвестиционные проекты, инновации, модернизация подвижного состава.

EVALUATING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF INTRODUCTION OF INNOVATIONS RAILWAYS

Selina O.V.

FGBOI VPO «Ural State University of Railway Transport»

Economic evaluation of investment projects carried out on the basis of a common approach to evaluating the effectiveness of investments and is based on the calculation of net present value (NPV). However, for innovative projects has its own specifics. Each innovative project is unique due to the fact that innovative projects related to new and improved products and technologies that have not been produced or developed. Orientation projects fundamentally new technical and technological trends with significant uncertainty is associated with their implementation, which leads to increased, compared with the traditional investment activities, risks, and requires the development of new approaches to the economic feasibility of the introduction of innovations. Development of rail transport and its innovation activity, as well as susceptibility to technological innovation is a key issue. The paper presents a mathematical model of choosing the optimal allocation of investment in an innovative project. The approach is based on optimizing the net present value of the project subject to the restrictions on the amount of investment, the timing of the project and achieving a given level to improve reliability (fail safe) traffic.

Keywords: economic efficiency, rail transport, investment projects innovation, modernization of rolling stock.

Известный американский специалист в области конкуренции Майкл Портер в монографии «Международная конкуренция» [5] отмечал, что в конкуренции главную роль играют инновации и перемены. Поэтому для любого крупного предприятия инновации являются необходимым условием роста и сохранения конкурентоспособности. В настоящее время считается, что экономически целесообразны только те инновации, которые обеспечивают превышение получаемых результатов над затратами, необходимыми для осуществления новшеств, т. е. всегда была и будет актуальной проблема соизмерения затрат на осуществление инноваций и получаемых от их использования результатов.

Инновации и инвестиции являются экономически связанными видами деятельности, так как внедрение инноваций невозможно без вложения денежных средств, а капиталовложения в модернизацию основных фондов без инновационных разработок не эффективно. Например, воспроизводство устаревшего подвижного состава, который морально устарел из-за использования неэкономных технологий, не сможет обеспечить поступательное развитие экономики предприятий железнодорожного транспорта, так и ОАО «РЖД» в целом.

При оценке эффективности инвестиций применяют такой показатель, как денежный поток проекта, определяемый в расчетном периоде как алгебраическая сумма поступлений (притоков) денежных средств на расчетный счет предприятия и различного рода расходов денежных средств (оттоков). Денежный поток представляет собой финансовый итог деятельности предприятия за расчетный период (год) и равен сумме средств, остающихся на банковских счетах предприятия после получения прибыли и внереализационных доходов, уплаты налогов, кредитов, начисления амортизации, расходов капитала на инвестирование деятельности предприятия.

Оценка притоков и оттоков денежных средств, при внедрении инвестиционного проекта, необходима для определения основного показателя эффективности инвестиционного проекта – Чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который в финансовом анализе и англоязычной литературе обозначается как NPV (NetPresentValue)[3]. ЧДД – это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период, приведенный к начальному шагу по норме дисконта, рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{t=T} (P_t - Z_t) * \alpha, \quad (1)$$

где P_t – приток денег в году t – стоимостная оценка результатов, руб.;

Z_t – отток денег в году t – текущие и единовременные затраты, связанные с внедрением БЭПТ, руб.

T – расчетный период, лет.

α_t – коэффициент приведения.

Модернизация подвижного состава для ОАО «РЖД» является вынужденной мерой, так как существующий парк морально устарел и сильно изношен в настоящее время. Модернизация подразумевает под собой не только обновление основных фондов железнодорожного транспорта, но и оснащение существующего подвижного состава современным оборудованием, которое использует российские и зарубежные инновационные разработки.

При этом эффективность внедрения инноваций оценивается не только сокращением эксплуатационных расходов, но снижением аварийности на дорогах, за счет улучшения

систем безопасности подвижного состава.

Для оценки экономической эффективности внедрения инноваций, связанных с системами торможения и направленных на модернизацию подвижного состава железнодорожного транспорта, будем использовать математическую модель в форме задачи оптимизации линейной функции с ограничениями.

Требуется найти такие значения параметров проекта, которые дают максимальные значения целевой функции, а именно:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{t=T} (P_t - Z_t) * \alpha_t \rightarrow \max_{K_i}, \quad (2)$$

при ограничении финансовых ресурсов

$$\sum_{i=1}^K K_i = K_{onm}. \quad (3)$$

При этом уровень снижения аварийности на дорогах из-за неисправности систем безопасности подвижного состава должен быть высоким, что накладывает дополнительные ограничения, которые в общем виде можно записать как:

$$N_{авар} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $N_{авар}$ – количество аварий, по причине неисправности подвижного состава.

Задача состоит в оптимальном выборе распределения финансовых ресурсов K_i , связанных ограничениями (3) и (4) на временном интервале реализации проекта и между частями инвестиционного проекта с тем, чтобы целевая функция (2) принимала максимально возможное значение.

На первоначальном этапе планирования инвестиционного проекта зачастую требуется оценить общую сумму инвестиций K_{onm} . Минимально возможная сумма вложений в инвестиционный проект (с учетом специфики железнодорожного транспорта, которая требует достижения определенного уровня безопасности движения) может быть рассчитана на основе решения задачи минимизации целевой функции

$$\sum_{i=1}^K K_i \rightarrow \min, \quad (5)$$

при наличии ограничений на надежность (4) и экономическую эффективность проекта в форме:

$$\text{ЧДД} > 0. \quad (6)$$

При выборе оптимальных инвестиционных решений можно использовать и многокритериальный подход [1]. В качестве критериев могут выступать, как уже приведенные критерии максимизации чистого дисконтированного дохода (2) и минимизации затрат на проект (5), так и другие критерии, например, минимизации периода внедрения

проекта или максимизации надежности перевозок (в качестве показателя надежности можно принять вероятность того, что система будет правильно функционировать в требуемых условиях дольше, чем некоторое заданное время):

$$K_{\text{надежности}} \rightarrow \max. \quad (7)$$

Отметим, что решение многокритериальных задач оптимизации приводит к набору «эффективных» решений, каждое из которых не улучшаемо по одному из критериев. Выбор оптимального плана инвестиций из множества эффективных требует дополнительного анализа важности критериев и их возможных значений и, следовательно, дополнительных расчетов. В связи с этим при анализе инвестиций в инновационные проекты предпочтительнее использовать математическую модель в форме задачи оптимизации с ограничениями. Такими задачами являются задача максимизации (2) с ограничениями (3) и (4) и задача минимизации (5) с ограничениями (6) и (7).

При определении ЧДД необходимо оценить притоки и оттоки денежных средств, при внедрении инновационно-инвестиционного проекта.

Расчет притока денежных средств

Исходя из условий модернизации, годовой приток денежных средств, при оборудовании вагонов и локомотивов беспроводными электропневматическими тормозами, рассчитываем по формуле:

$$P_{\text{оп}} = A_t + \text{Э}_{\text{годт}} + \text{Э}_{\text{усл}} + \text{Э}_{\text{допт}}, \quad (8)$$

где A_t – амортизационные отчисления;

$\text{Э}_{\text{годт}}$ – снижение затрат или экономия расходов (без амортизации);

$\text{Э}_{\text{усл}}$ – условная экономия на капитальных вложениях;

$\text{Э}_{\text{допт}}$ – дополнительный эффект, полученный от ускорения этапа внедрения инновационной разработки [2].

1) Амортизационные отчисления

Приток денежных средств за счет дополнительных амортизационных отчислений от вновь вводимого оборудования определяется по формуле

$$A_t = K_t * N_{\text{а.о.}}, \quad (9)$$

где K_t – капитальные затраты, руб.

$N_{\text{а.о.}}$ – норма амортизационных отчислений, %.

2) Снижение затрат в данном случае рассчитывается следующим образом

$$\text{Э}_{\text{годт}} = \Delta C_{\text{к}} + \Delta C_{\text{эр}} + \Delta \text{Э}_{\text{т-э}} + \Delta \text{Э}_{\text{фот}} + \Delta \text{Э}_{\text{проч}}, \quad (10)$$

где $\Delta C_{\text{к}}$ – экономия расходов на стоимости приобретаемых колодок;

$\Delta C_{\text{эр}}$ – снижение годовой суммы эксплуатационных расходов;

$\Delta \text{Э}_{\text{т-э}}$ – ежегодная экономия топливно-энергетических ресурсов;

$\Delta \text{Э}_{\text{фот}}$ – ежегодная экономия расходов, связанных с ФОТ локомотивных бригад;

$\Delta \text{Э}_{\text{проч}}$ – ежегодная прочая экономия расходов.

а) *Ожидаемая экономия расходов на стоимости приобретаемых колодок* для их замены на вагонах может быть подсчитана по формуле:

$$\Delta C_{\text{к}} = \Delta C_{\text{в}} * N_{\text{в}}, \quad (11)$$

где $\Delta C_{\text{к}}$ – ожидаемая ежегодная экономия расходов на стоимости колодок от применения новых систем торможения, тыс. р.;

$\Delta C_{\text{в}}$ – сокращение расходов на приобретение колодок на один вагон, руб.;

$N_{\text{в}}$ – количество вагонов, обращающихся в маршрутных, контейнерных и прочих замкнутых маршрутах, шт.

$$\Delta C_{\text{в}} = C_{\text{к}} * (1/T_{\text{пт}} - 1/T_{\text{эпт}}), \quad (12)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость колодок, р.

$T_{\text{пт}}$ – срок службы колодок при традиционном пневматическом торможении, г.;

$T_{\text{эпт}}$ – срок службы колодок при использовании новых систем торможения, г.

б) *Снижение годовой суммы эксплуатационных расходов*

Снижение годовой суммы эксплуатационных расходов вследствие сокращения времени хода поезда определяется по формуле

$$\Delta C_{\text{эп}} = e * \Sigma Nt * 365, \quad (13)$$

где e – расходы на 1 поезд-час,

ΣNt – суммарное сокращение времени хода поездов за сутки

Суммарное сокращение времени хода поездов за сутки составит

$$\Sigma Nt = \Delta t * N, \quad (14)$$

где Δt – сокращение времени хода по участку.

Время хода по участку сократится на Δt , которое рассчитывается по формуле:

$$\Delta t = \frac{2 * L_{\text{п}}}{V_{\text{уч1}}} - \frac{2 * L_{\text{п}}}{V_{\text{уч2}}}, \quad (15)$$

где $L_{\text{п}}$ – длина участка;

$V_{\text{уч}}$ – участковая скорость.

в) *Ожидаемая ежегодная экономия топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов*

$$C_{\text{эр}} = C_{\text{эл.эн.}} + C_{\text{диз.топл.}} \quad (16)$$

г) *Ожидаемая ежегодная экономия расходов, связанных с фондом оплаты труда (ФОТ) локомотивных бригад.* Сокращение расходов по статье ФОТ локомотивных бригад в год определяется по формуле:

$$\Delta\text{ФОТ} = \Delta\text{Ч}_{\text{яв}} * \text{З/п} * 12, \quad (17)$$

где $\Delta\text{Ч}_{\text{яв}}$ – изменение явочной численности локомотивных бригад;

З/п – средний размер заработной платы машиниста и помощника машиниста в месяц.

Сокращение явочной численности локомотивных бригад находится по формуле:

$$\Delta\text{Ч}_{\text{яв}} = \Delta\Sigma\text{М}_{\text{лин}}/\text{Н}_{\text{в}}*12, \quad (18)$$

где $\Delta\Sigma\text{М}_{\text{лин}}$ – изменение линейного пробега локомотивов;

$\text{Н}_{\text{в}}$ – производительность работы локомотивных бригад.

Изменение линейного пробега локомотивов находится по формуле:

$$\Delta\Sigma\text{М}_{\text{лин}} = \Delta\text{М}_{\text{л}}*\text{S}_{\text{в}}*365, \quad (19)$$

где $\text{S}_{\text{в}}$ – среднесуточный пробег вагона;

$\Delta\text{М}_{\text{л}}$ – условная экономия локомотивного.

Условная экономия локомотивного парка $\Delta\text{М}_{\text{л}}$, находится по выражению

$$\Delta\text{М}_{\text{л}} = \Sigma\text{Nt} / 24, \quad (20)$$

где ΣNt – суммарное сокращение времени хода поездов за сутки составляет

д) Ежегодная экономия прочих расходов: может быть получена от ожидаемого сокращения расходов на капитальном и текущем ремонтах локомотивов, на снижении «вредного» воздействия на путь при торможениях, на улучшении продольной динамики – снижение повреждаемости подвижного состава в пути следования, на снятии ограничений на длину поезда по тормозам, на увеличении расстояния между местами технического осмотра тормозов в 3–5 раз. Расчет экономии по данным пунктам возможен при наличии исходных данных.

3) Получение условной экономии возможно также из-за общего снижения капитальных вложений в подвижной состав.

Рассчитывается по формуле

$$\Delta\text{К} = \text{К}_1 + \Delta\text{М}_{\text{об}} - \text{К}_2, \quad (21)$$

где К_1 – экономия на капитальных вложениях в подвижной состав;

$\Delta\text{М}_{\text{об}}$ – стоимость сокращенной грузовой массы;

К_2 – капитальные вложения на внедрение новых систем торможения.

Экономия на капитальных вложениях в подвижной состав рассчитывается по формуле:

$$\text{К}_1 = \text{Ц}_{\text{л}}*2*\Delta\text{М}_{\text{л}} + \text{Ц}_{\text{в}}*\Delta\text{н}_{\text{в}}, \quad (22)$$

где $\text{Ц}_{\text{л}}$ – цена 1 секции локомотива (для расчета берем ВЛ 11);

$\Delta\text{М}_{\text{л}}$ – условная экономия локомотивного парка;

$\text{Ц}_{\text{в}}$ – цена 1 вагона контейнерного типа;

$\Delta\text{н}_{\text{в}}$ – число условно высвобожденных вагонов.

$$\Delta M_{об} = \frac{Ц * \sum Pl_{год}}{24 * 365 * V_{уч 1}} - \frac{Ц * \sum Pl_{год}}{24 * 365 * V_{уч 2}}, \quad (23)$$

где Ц – цена одной тонны груза в пути, тыс. р.

$\Sigma PI_{год}$ – годовой грузооборот на данном участке, т.

$$\Sigma PI_{год} = 365 * 2 * N * Q_{нетто}, \quad (24)$$

где $Q_{нетто}$ – вес поезда нетто, т.

$$Q_{нетто} = 0,6 * Q_{брутто}. \quad (25)$$

4) *Дополнительный эффект, полученный от ускорения этапа внедрения инновации.*

Определение дополнительного эффекта, полученного от ускорения перехода на применение новой техники [2]. Необходим учет эффективности повышения мобильности производства, при внедрении инновация для массового применения в народном хозяйстве или учет эффективности повышения мобильности производства, при внедрении инновации для единичного применения в ограниченную область, при дополнительном учете ускорения освоения производства, сокращения длительности производственного цикла продукции.

Расчет оттока денежных средств

Суммарный отток денежных средств определяется по формуле [4]:

$$З = З_{оп} + З_{инв}, \quad (28)$$

где $З_{оп}$ – отток денежных средств по операционной деятельности;

$З_{инв}$ – отток денежных средств по инвестиционной деятельности.

Отток денежных средств по операционной деятельности

$$З_{оп} = C_{ит} + N_{им} + N_{пр}, \quad (29)$$

где $C_{ит}$ – текущие расходы, связанные с использованием внедряемой техники (без амортизации);

$N_{им}$ – налог на имущество;

$N_{пр}$ – налог на прибыль.

Текущие затраты, связанные с использованием нового оборудования, чаще всего принимаются в размере от 5 % до 25 % капитальных вложений, при невозможности расчета реальных затрат.

Налог на имущество определяется по формуле:

$$N_{им} = \varphi * \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \left(\frac{2 * K_{ti} - A_{ti} * t_{ti}}{2} \right), \quad (30)$$

где φ – ставка налога на имущество ($\varphi = 2,2 \% / 100$);

n – количество новой техники с различными сроками службы в рамках рассматриваемого технического проекта;

K_{ti} – капитальные вложения при внедрении i -й техники или технологии за расчетный период до года t , руб.; $i = 1, 2, \dots, n$;

A_{ti} – амортизационные отчисления для i -й техники или технологии в год t , руб.;

t_{ti} – годы расчетного периода для i -й техники или технологии, $t_{ti} = 1$ при вводе в эксплуатацию i -х основных фондов;

$\frac{2 * K_{ti} - A_{ti} * t_{ti}}{2}$ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб. (K_{cp}).

Налог на прибыль составляет 20 % от налогооблагаемой прибыли:

$$N_{пр} = \Pi_{но} * 0,20 . \quad (31)$$

Отток денежных средств по инвестиционной деятельности

$$Z_{инв} = K_{в.з.} + K_{л.з.} + K_{в.р.п.} + K_{л.р.п.} + K_{в.и.п.} + K_{л.и.п.}, \quad (32)$$

где $K_{в.з.}$, $K_{л.з.}$ – инвестиционные затраты на модернизацию вагонов и локомотивов, обращающихся на замкнутых маршрутах;

$K_{в.р.п.}$, $K_{л.р.п.}$ – инвестиционные затраты на модернизацию вагонов и локомотивов, российского парка подвижного состава;

$K_{в.и.п.}$, $K_{л.и.п.}$ – инвестиционные затраты на модернизацию вагонов и локомотивов, иностранного парка подвижного состава.

Мировой опыт показывает, что в странах с продуманной и стабильно проводимой инвестиционно-инновационной политикой, базирующейся на научно-исследовательских разработках, экономика развивается высокими темпами, и поскольку железнодорожный транспорт занимает на сегодняшний день лидирующее положение на рынке транспортных услуг, тема оценки инвестиционных вложений в него является наиболее актуальной.

Список литературы

1. Калугин В.А. Многокритериальная оценка инвестиционных проектов // ВЕСТНИК Оренбургского государственного университета. – 2004. – № 4. – С. 61-64.
2. Обухова О.В., Рачек С.В. Современные методические подходы к определению экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2011. – № 4 (36). – С.49-54.
3. Оценка экономической эффективности инвестиций и инноваций на железнодорожном транспорте: Учебное пособие / Б. А. Волков, В. Я. Шульга, А.А. Гавриленков, А. С. Каверин, А. В. Марцинковская; Под ред. Б. А. Волкова. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 152 с.

4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 28 ноября 2008 г., № 2538р «О методических рекомендациях по расчету экономической эффективности новой техники, технологии, объектов интеллектуальной собственности и рационализаторских предложений» В. А. Гапанович.

5. Экономическая эффективность инноваций: Монография / Е. Ф. Пелихов; Нар. укр. акад. – Х.: Изд-во НУА, 2004. – 162 с.

Рецензенты:

Рачек С.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Экономика транспорта», г. Екатеринбург.

Антропов В.А., д.э.н., профессор кафедры «Управление в социальных и экономических системах», ФГБОУ ВПО УрГУПС, г. Екатеринбург.