

Н. В. ГНЕННЫЙ, О. Н. ГНЕННЫЙ (ДИИТ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА НОВОГО ТИПА

Запропоновані методичні підходи щодо визначення економічної ефективності впровадження нових типів пасажирських вагонів, що засновані на сучасних методах оцінки ефективності інновацій. У тому числі, запропоновано спосіб урахування невизначеності та ризиків з використанням методу статистичних випробувань. Розроблено відповідну модель для оцінки ефективності впровадження вагона-трансформера виробництва ВАТ «Дніпровагонрембуд».

Предложены методические подходы к определению экономической эффективности внедрения новых типов пассажирских вагонов, основанные на современных методах оценки эффективности инноваций. В том числе, предлагается способ учета неопределенности и рисков с использованием метода статистических испытаний. Разработана соответствующая модель для оценки эффективности внедрения вагона-трансформера производства ОАО «Днепровагонремстрой».

A technical approach to cost efficiency determination of new type of passenger cars introduction is proposed, based on modern methods of defining the efficiency of innovations. This includes a proposed technique for assessing the uncertainties and risks with the use of method of statistical testing. A model has been developed for determining efficiency of introduction of the passenger transformer car produced by public corporation Dneprovagonrembud.

Современное состояние пассажирского подвижного состава железных дорог Украины характеризуется значительным износом как физическим, так и моральным. На 01.01.2005 г. 31 % инвентарного парка пассажирских вагонов составляют вагоны, отработавшие установленный ресурс (28 лет). Инвентарный парк пассажирских вагонов в пределах нормативного срока эксплуатации составил 55 % от парка 1990 года. Средний возраст пассажирского вагона составляет 24 года, что соответствует 86 % износа. При отсутствии обновления подвижного состава ожидается дефицит пассажирских вагонов и соответственно не полное удовлетворение железнодорожным транспортом спроса на пассажирские перевозки.

Одним из путей преодоления сложившейся кризисной ситуации является разработка и внедрение новых типов пассажирских вагонов. Такие вагоны должны приобретаться взамен выбывающих единиц. Они должны отвечать современным требованиям к качеству пассажирских перевозок (скорость перевозок, уровень комфорта и безопасности и др.) и обеспечивать более высокую производительность по сравнению с вагонами старых типов.

В качестве одного из положительных примеров в этой области следует назвать вагон-трансформер, разработанный на ОАО «Днепровагонрембуд».

Благодаря инновационному конструктивному решению пассажирский вагон-трансформер си-

лами поездной бригады за время, которое не превышает 30 минут, может быть переоборудован: в вагон с двухместными спальными купе; в вагон с четырехместными спальными купе; в вагон с шестиместными купе с местами для сидения. Конструктивное и простраственно-художественное оформление отвечает современным требованиям технической эстетики и предусматривает применение негорючих и трудногорючих материалов. Вагон оснащен современными системами кондиционирования воздуха, обеспечения жизнедеятельности пассажиров и электронными системами управления. Это позволяет организовать эксплуатацию указанных вагонов в «дневных» и «ночных» поездах. Благодаря этому при обеспечении равного комфорта в «дневных» поездах увеличивается количество мест, что позволит увеличить населенность вагонов и соответственно доходы от пассажирских перевозок. Кроме того, способность к трансформации позволит без изменения инвентарного парка пассажирских вагонов оптимизировать соотношения спальных и купейных вагонов в составе «ночных» поездов. Появляется возможность оперативно изменения числа мест в спальном купе в зависимости от количества проданных билетов. Интерьер вагона выполнен из современных композитных материалов с антивандальными свойствами и значительной износостойкостью. Это значительно уменьшает затраты при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту вагона.

В целом, можно ожидать, что эксплуатация вагонов-трансформеров будет способствовать повышению эффективности дальних пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.

Целью данной работы является разработка методики определения экономической эффективности внедрения пассажирских вагонов новых типов. Указанная цель достигается решением следующих задач:

- выбор критерия эффективности;
- выявление факторов, влияющих на эффективность пассажирского вагона;
- разработка методов учета рыночных условий реализации проекта, а именно: наличие альтернативных вариантов инвестирования, учет рисков и неопределенности.

Внедрение пассажирского вагона нового типа является инновационным мероприятием, решение о реализации которого должно базироваться на методах оценки эффективности инвестиционных и инновационных проектов. Современные общепринятые подходы к оценке эффективности инноваций отражены в методике определения экономической эффективности затрат на научные исследования и разработки, их внедрение в производство [1].

В данной работе рассматривается внедрение пассажирского вагона с точки зрения коммерческой эффективности. При этом рассматривается общая эффективность проекта [2]. Указанный критерий выражается в показателе «чистый дисконтированный доход», на базе которого может быть принято решение о реализации проекта и выбор наиболее эффективного варианта.

Вагон-трансформер производства ОАО «Днепроввагонремстрой» предназначен для перевозки пассажиров по магистральным железным дорогам колеи 1520 мм в габарите подвижного состава 1-ВМ по ГОСТ 9238 со скоростями движения до 160 км/ч.

Характерной особенностью вагона-трансформера, определяющей сферу его эффективного применения, является возможность изменения вместимости в пути следования, в зависимости от пассажиропотока, силами поезда бригады по указанным выше вариантам. При этом уровень комфорта, обеспечиваемый внутренней отделкой и системами жизнеобеспечения, соответствует современным требованиям к спальным и купейным вагонам.

Возможность трансформации купе позволяет эффективно использовать вагон-трансформер по таким схемам:

- время оборота вагона до 12 часов позволяет организовать полный оборот в течение

светлого и полный оборот в течение темного времени суток. В течение светлого времени суток вагоны-трансформеры следуют в составе «дневного» поезда в состоянии шестиместных купе с местами для сидения. В темное время суток вагоны-трансформеры следуют в составе «ночного» поезда в состоянии двухместных и четырехместных спальных купе (вагоны «СВ» и «купе»);

- время оборота вагона до 24 часов позволяет организовать следование в одном направлении в режиме дневного поезда, а в обратном направлении – в режиме ночного поезда.

Очевидно, что эксплуатация поездов в дневном и ночном режиме позволяет существенно повысить их вместимость. При этом в состав как дневного, так и ночного поезда включаются вагоны с открытыми купе (в режиме «плацкартный» и «общий») для обеспечения социальных перевозок. Вагоны-трансформеры целесообразно использовать вместо обычных спальных и купейных вагонов.

В условиях Украины вторая схема использования позволяет достаточно широко внедрять вагон-трансформер и в дальнейшем считается базовой.

Предельная длина маршрута вагона (половина полного рейса), при которой возможна его эксплуатация по указанным схемам, зависит от времени оборота, времени простоя в пунктах формирования и оборота, маршрутной скорости. Длина маршрута определяется по формуле:

$$L_m = \frac{1}{2}(O_v - t_{\phi} - t_{об})V_m, \quad (1)$$

где O_v – время оборота вагона (для базовой схемы 24 часа), ч; t_{ϕ} – технологический минимум простоя в пункте формирования, ч; $t_{об}$ – технологический минимум простоя в пункте оборота, ч; V_m – маршрутная скорость, км/ч.

Полученная по формуле (1) предельная длина маршрута определяет сферу эффективного применения вагонов-трансформеров.

В качестве горизонта расчета при определении эффективности вагона-трансформера целесообразно принять нормативный срок его использования 28 лет, что совпадает с продолжительностью жизненного цикла рассматриваемого проекта.

Одним из основных принципов оценки эффективности инвестиций является выявления эффекта на основании сравнения ситуаций «с проектом» и «без проекта». Ситуация «с проектом» предусматривает эксплуатацию вагонов-

трансформеров в составе дневных и ночных поездов. Ситуация «без проекта» предполагает движение обычных поездов, по вместимости аналогичных ночному как в светлое, так и в темное время суток. В этом случае в составе поезда используются базовые спальный и купейный вагоны.

Годовой текущий эффект от инвестиций в приобретение вагонов-трансформеров определяется разницей в результатах и затратах в ситуациях «с проектом» и «без проекта».

Учет фактора наличия альтернативных вариантов инвестирования (фактор времени) достигается приведением одновременных результатов и затрат к начальному моменту времени путем дисконтирования.

В настоящей работе применяются сценарный подход к учету рисков и неопределенности, который используется для определения показателя «ожидаемый чистый дисконтированный доход». В данном случае в качестве данного показателя выступает математическое ожидание чистого дисконтированного дохода по всей совокупности возможных сценариев.

При расчете ожидаемого чистого дисконтированного дохода, как математического ожидания, премия за риск в норме дисконта не учитывается. Последнее вытекает из того, что риск проявляется только в возможности осуществления неблагоприятного сценария, но если он уже реализовался, то возникшие потери оценены точно и в расчетах этих потерь никакого риска уже нет [3].

Для моделирования закона распределения случайной величины «чистый дисконтированный доход» целесообразно использовать метод статистических испытаний (Монте-Карло).

В данной работе метод статистических испытаний используется для получения значений случайных величин, то есть для моделирования распределений [4].

Исходной случайной величиной при использовании метода Монте-Карло является одномерная равномерно распределенная на интервале $[0, 1]$ случайная величина. Данная величина моделируется при помощи генератора случайных чисел ЭВМ. Из равномерно распределенных случайных величин можно получить случайные величины, имеющие любой заданный закон распределения. При этом для определения ожидаемого чистого дисконтированного дохода, как правило, требуется моделирование непрерывно распределенных случайных величин. В этом случае реализация случайной величины с интегральной функцией распределения $F(x)$ определяется решением уравнения

$$F(a) = \varepsilon, \quad (2)$$

где a – реализация моделируемой случайной величины на данной итерации; ε – значение равномерной случайной величины, распределенной на интервале $[0, 1]$.

Алгоритм применения метода статистических испытаний для моделирования закона распределения показателя эффективности заключается в следующем:

1. Разработка имитационной модели исследуемой случайной величины.
2. Распределение показателей модели на случайные и детерминированные.
3. Определение законов распределения случайных показателей.
4. Нахождение взаимосвязи между показателями.
5. Расчет значения детерминированных показателей и проведение «испытания» для случайных показателей с учетом взаимосвязи между ними. Вычисление значения результирующего показателя по модели, определенной в п.1, по найденным на данной итерации значениям показателей.

Повторение п.5 достаточно большое число итераций (раз), на каждой из которых определяется значение результирующего показателя.

В результате выполнения указанных выше действий получается равное количеству итераций число значений результирующего показателя, которые рассматриваются в дальнейшем как статистическая выборка результатов «испытаний» исследуемой случайной величины, что позволяет судить о ее законе распределения.

В настоящей работе принято, что случайные величины, входящие в модель чистого дисконтированного дохода, распределены приблизительно нормально. Для задания закона распределения такой величины необходимо определить ее математическое ожидание и стандартное отклонение. При этом при прогнозировании таких показателей могут возникнуть следующие ситуации:

В результате прогнозирования определены математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение прогноза. В этом случае формула (2) применяется к результатам прогноза.

В результате прогноза определены интервалы колебаний показателей. В этом случае математическое ожидание оценивается как середина интервала, а среднее квадратическое отклонение определяется по формуле

$$\sigma = \frac{B_{\text{макс}} - B_{\text{мин}}}{2\Phi_{\text{обр}}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (3)$$

где B_{\max} – наибольшее ожидаемое значение показателя; B_{\min} – наименьшее ожидаемое значение показателя; $\Phi_{\text{обр}}$ – функция, обратная функции Лапласа; α – уровень значимости (в данном случае означает вероятность того, что реализация случайной величины будет за пределами интервала $[B_{\max}; B_{\min}]$).

В результате прогноза определены интервал колебания показателя и оценка математического ожидания, которая не совпадает с серединой интервала. В этом случае среднеквадратическое отклонение определяется по формуле

$$\sigma = \frac{\max(B_{\max} - \bar{B}; \bar{B} - B_{\min})}{\Phi_{\text{обр}}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (4)$$

где \bar{B} – оценка математического ожидания.

Во всех случаях при определении результата испытания необходимо учесть границы интервала, что достигается использованием формулы

$$B = \min\left(\max\left(\sigma \cdot \Phi_{\text{обр}}(\varepsilon) + \bar{B}; B_{\min}\right); B_{\max}\right), \quad (5)$$

где B – реализация случайной величины – составляющей модели чистого дисконтированного дохода.

Для определения ожидаемого чистого дисконтированного дохода в расчете на один вагон-трансформер разработана модель данного показателя, в которой он определяется по формуле

$$\text{ЧДД} = \frac{\sum_{t=1}^{28} \frac{\text{ЧДП}_t}{(1 + E_{\text{дет}})^t} - KB}{n_{\text{инв}}^{\text{в-т}}}, \quad (6)$$

где ЧДП_t – чистый денежный поток на шаге t в расчете на 1 вагон рабочего парка; KB – капитальные вложения в начале первого шага, т.е. на нулевом шаге, в расчете на один вагон рабочего парка; $E_{\text{дет}}$ – ставка дисконта в условиях определенности; $n_{\text{инв}}^{\text{в-т}}$ – инвентарный парк вагон-трансформеров в расчете на один вагон рабочего парка.

В свою очередь, чистый денежный поток на один вагон рабочего парка определяется по формуле

$$\text{ЧДП}_t = (D_t - \mathcal{E}P_t - PP_t)(1 - 0,25) + A_t \cdot 0,25, \quad (7)$$

где D_t – прирост доходов от пассажирских перевозок; $\mathcal{E}P_t$ – прирост зависящих эксплуа-

тационных расходов (без амортизации); PP_t – прирост расходов на ремонты (ДР, КР-1, КР-2); A_t – амортизационные отчисления в налоговом учете; 0,25 – ставка налога на прибыль.

Прирост доходов от пассажирских перевозок на один вагон рабочего парка определяется по формуле

$$D_t = \frac{365 \cdot L}{1000} \cdot \left(\begin{array}{l} (y_{\text{св}} + y_{\text{купе}}) \cdot 54 \cdot K_{\text{вм}}^{\text{в-т}} \cdot \partial_{\text{в-т}} - \\ - \left(y_{\text{св}} \cdot 18 \cdot K_{\text{вм}}^{\text{св}} \cdot \partial_{\text{св}} + \right. \\ \left. + y_{\text{купе}} \cdot 36 \cdot K_{\text{вм}}^{\text{купе}} \cdot \partial_{\text{купе}} \right) \end{array} \right), \quad (8)$$

где L – длина маршрута при эксплуатации вагона-трансформера, км; $y_{\text{св}}$ – доля пассажирских перевозок в вагонах СВ; $y_{\text{купе}}$ – доля пассажирских перевозок в вагонах купе; $K_{\text{вм}}^{\text{в-т}}$ – коэффициент использования вместимости вагона-трансформера в режиме шестиместных купе с местами для сидения; $K_{\text{вм}}^{\text{св}}$ – коэффициент использования вместимости вагона СВ; $K_{\text{вм}}^{\text{купе}}$ – коэффициент использования вместимости вагона купе; $\partial_{\text{в-т}}$ – доходная ставка для вагона-трансформера в режиме шестиместных купе с местами для сидения, грн/пас-км; $\partial_{\text{св}}$ – доходная ставка для вагона СВ, грн/пас-км; $\partial_{\text{купе}}$ – доходная ставка для вагона купе, грн/пас-км.

Прирост зависимых эксплуатационных расходов определяется по формуле

$$\mathcal{E}P_t = \frac{\Delta PL_{\text{бр}} \cdot e_{PL_{\text{бр}}} + \frac{\Delta PL_{\text{бр}}}{10000} \cdot \beta_3 \cdot e_3 + \Delta H \cdot e_H}{1000}, \quad (9)$$

где $\Delta PL_{\text{бр}}$ – прирост тонно-километров брутто, т·км бр.; β_3 – норма расхода электроэнергии на 10000 т·км брутто, кВт·ч; ΔH – прирост количества отправленных пассажиров, пас.; e_{\dots} – соответствующие расходные ставки, грн/изм.

Прирост т·км брутто связан с изменением количества пассажиров в вагоне и при норме массы на одного пассажира 0,1 т определяется по формуле

$$\Delta PL_{\text{бр}} = 365 \cdot L \cdot 0,1 \cdot \left(\begin{array}{l} (y_{\text{св}} + y_{\text{купе}}) \cdot 54 \cdot K_{\text{вм}}^{\text{в-т}} - \\ - \left(y_{\text{св}} \cdot 18 \cdot K_{\text{вм}}^{\text{св}} + \right. \\ \left. + y_{\text{купе}} \cdot 36 \cdot K_{\text{вм}}^{\text{купе}} \right) \end{array} \right). \quad (10)$$

Прирост количества отправленных пассажиров определяется по формуле

$$\Delta H = 365 \left(\begin{array}{l} (y_{CB} + y_{купе}) \cdot 54 \cdot K_{BM}^{B-T} - \\ - \left(y_{CB} \cdot 18 \cdot K_{BM}^{CB} + \right. \\ \left. + y_{купе} \cdot 36 \cdot K_{BM}^{купе} \right) \end{array} \right). \quad (11)$$

Инвентарные парки вагонов в расчете на один вагон рабочего парка по типам определяются как отношение долей соответствующих типов вагонов к коэффициентам соотношения рабочего и инвентарного парков.

Изменение расходов на ремонт определяется по формулам:

$$PP_{др} = n_{инв}^{B-T} \cdot C_{др}^{B-T} - n_{инв}^{CB} \cdot C_{др}^{CB} - n_{инв}^{купе} \cdot C_{др}^{купе}, \quad (12)$$

$$PP_{КР-1} = n_{инв}^{B-T} \cdot C_{КР-1}^{B-T} - n_{инв}^{CB} \cdot C_{КР-1}^{CB} - n_{инв}^{купе} \cdot C_{КР-1}^{купе}, \quad (13)$$

$$PP_{КР-2} = n_{инв}^{B-T} \cdot C_{КР-2}^{B-T} - n_{инв}^{CB} \cdot C_{КР-2}^{CB} - n_{инв}^{купе} \cdot C_{КР-2}^{купе}, \quad (14)$$

где $PP_{...}$ – изменения расходов на соответствующие виды ремонтов; $n_{...}$ – инвентарные парки соответствующих видов вагонов; $C_{...}$ – затраты на соответствующие виды ремонтов соответствующих типов вагонов.

Прирост капитальных вложений в расчете на один вагон рабочего парка определяется по формуле

$$KB = n_{инв}^{B-T} \cdot C_{B-T}, \quad (15)$$

где $C_{...}$ – цена вагона соответствующего типа без НДС.

Амортизационные отчисления по годам определяются по формуле

$$A_i = KB(1-a)^{i-1} a. \quad (16)$$

где A_i – амортизационные отчисления i -го года; a – средняя годовая ставка амортизационных отчислений в налоговом учете.

Таким образом, показателями имитационной модели являются приведенные выше величины для каждого года из расчетного периода.

Разработанная в данной работе модель чистого дисконтированного дохода содержит показатели, которые подразделяются на независимые случайные величины, зависимые случайные величины, функционально зависимые ве-

личины и константы. Независимые случайные величины являются самостоятельными факторами, определяющими величину чистого дисконтированного дохода. При этом законы распределения для них в каждом году расчетного периода устанавливаются на подготовительном этапе. Параметры этих законов распределения не изменяются в ходе проведения статистических испытаний.

Зависимые случайные величины являются показателями, у которых параметры законов распределения изменяются в ходе выполнения статистических испытаний под влиянием результатов испытания независимых случайных величин. На предварительном этапе устанавливаются формы связи параметров законов распределения зависимых величин от значений независимых. Функционально зависимые величины используются в качестве промежуточных показателей. Показатели-константы устанавливаются на предварительном этапе и не изменяются во время испытаний.

Выводы

Проведенное исследование методов определения эффективности пассажирских вагонов позволяет сделать выводы.

Решение о внедрении пассажирского вагона нового типа целесообразно принимать на базе критерия общей коммерческой эффективности, выраженного в показателе «ожидаемый чистый дисконтированный доход», что в полной мере позволяет учесть рыночные условия реализации проекта (факторы времени, риска, неопределенности, инфляции и т. д.).

Факторами, влияющими на эффективность вагона, являются технологический минимум времени простоя в пунктах формирования и оборота, маршрутная скорость, структура перевозок пассажиров по типам вагонов, уровень тарифов на пассажирские перевозки по типам вагонов (СВ и купе), коэффициенты использования вместимости вагонов, соотношение рабочего и инвентарного парков пассажирских вагонов, цены вагонов СВ, купе, вагона-трансформера, соотношение расходов на техническое обслуживание и ремонт вагонов нового и старого типов.

Для учета фактора неопределенности целесообразно использовать сценарный подход. Адекватным задаче инструментом моделирования закона распределения чистого дисконтированного дохода является метод статистических испытаний.

В работе построена модель для определения ожидаемого чистого дисконтированного дохода в расчете на один вагон-трансформер инвентарного парка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика определения экономической эффективности затрат на научные исследования и разработки, их внедрение в производство, утвержденная приказом Министерства экономики и по вопросам европейской интеграции и Министерства финансов Украины от 26.09.2001 г. № 218/446.
2. Сост. Ю. Ф. Кулаев. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте: Учеб.-метод. пособие / – К.: Транспорт України, 2001. – 182 с.
3. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов / П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц и др. – М.: Дело, 1998. – 248 с.
4. Бусленок Н. П. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) / Н. П. Бусленок, Д. И. Голенок и др.; Под. ред. Ю. А. Шрейдера. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 331.

Поступила в редколлегию 01.12.2006.