

УДК 330:625.7/.8:658.5

*И. М. ЦАРЕНКОВА, канд. экон. наук, доцент, И. А. ТОМЧУК, А. А. ЦАРЕНКОВ
Белорусский государственный университет транспорта*

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Представлены теоретические и практические основы повышения эффективности производственной деятельности на примере дорожного хозяйства, включающие оценку эффективности применения новых строительных материалов и совершенствования конструктивных решений, оптимизацию выбора стратегии производства работ методами теории игр.

Эффективность производственной деятельности является производной дефиницией общей трактовки эффективности. В таком случае эффективность как экономическая категория должна учесть специфику не только сферы производства работ (например, возведение, реконструкция, ремонты и содержания дорог), но и этапов разработки проектной документации, а также процедур выбора исполнителей. Это создает определенные предпосылки для выбора актуальных направлений повышения ее уровня в современных экономических условиях и обуславливает необходимость применения системного подхода при выборе конкурентной стратегии производства работ дорожно-строительной организацией. Во-первых, учитывается возможность применения новых строительных материалов, во-вторых, выполняется экономическое сравнение вариантов проектных, конструктивных и технологических решений, в-третьих – выбирается оптимальная стратегия производства работ с учетом результатов предыдущих этапов и дополнительного воздействия внешних факторов.

Предложенные направления позволяют объединить, в отличие от распространенного на практике сопоставления разрозненных величин, некоторые технико-экономические расчеты как на этапе разработки проекта, так и при подготовке конкурсных предложений подрядными организациями с учетом реальных возможностей потенциальных исполнителей.

Одним из основных принципов оценки экономической эффективности применения более совершенных проектных решений в дорожном хозяйстве с использованием новых (усовершенствованных) строительных материалов и конструкций выступает сопоставимость разработанных вариантов. Как правило, оцениваемые материалы, изделия и конструкции имеют одинако-

вое назначение, равную степень готовности к эксплуатации, соответствуют требованиям действующих нормативных документов и предназначены для одних условий и режимов эксплуатации.

Годовой экономический эффект ($\mathcal{E}$) от применения новых строительных материалов целесообразно определять по формуле [1]

$$\mathcal{E} = \left[(Z_{\text{прив}_\zeta}^{\text{И}} + Z_{\text{прив}_\zeta}^{\text{В}}) K_{\text{сл}} + \mathcal{E}_{\text{экс}} - (Z_{\text{прив}_\text{н}}^{\text{И}} + Z_{\text{прив}_\text{н}}^{\text{В}}) \right] V_{\text{смр}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{прив}_\zeta}^{\text{И}}$, $Z_{\text{прив}_\text{н}}^{\text{И}}$ – приведенные затраты на изготовление материалов, изделий и конструкций, включая затраты по транспортировке на строительную площадку, соответственно по базовому и новому вариантам на единицу измерения, руб.; $K_{\text{сл}}$ – коэффициент изменения срока службы предлагаемого конструктивного решения по сравнению с базовым вариантом; $\mathcal{E}_{\text{экс}}$ – экономический эффект от эксплуатации автомобильной дороги с конструктивными слоями из новых материалов, конструкций и изделий за срок их службы, руб.; $Z_{\text{прив}_\zeta}^{\text{В}}$, $Z_{\text{прив}_\text{н}}^{\text{В}}$ – приведенные затраты на производство строительно-монтажных работ на объекте (без учета стоимости материалов, конструкций и изделий), соответственно по базовому и новому вариантам на единицу измерения, руб.; $V_{\text{смр}}$ – объем строительно-монтажных работ с применением новых материалов, конструкций и изделий, натуральных единиц измерения.

При сравнении вариантов использования в дорожном хозяйстве ранее применяемых материалов, конструкций и изделий на которые установлены отпускные цены организаций-изготовителей и цены подсобного производства подрядных организаций, согласованные в установленном порядке, в расчетах вместо приведенных затрат $Z_{\text{прив}_\text{н}}^{\text{И}}$ может приниматься сметная цена франко-приобъектный склад строительства. Стоимость новых материалов, конструкций и изделий, на которые отсутствуют утвержденные цены, определяется расчетом с составлением калькуляции расчетной стоимости их приготовления.

Экономический эффект от эксплуатации автомобильной дороги с конструктивными слоями из новых материалов, конструкций и изделий за срок их службы определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{экс}} = \frac{\sum_{t=0}^{T_{\text{сл}}} \Delta Z_{\text{экс}_t} \eta_t - \sum_{t=0}^{T_{\text{сл}}} \Delta K_{\text{экс}_t} \eta_t}{P_{\text{н}} + E}, \quad (2)$$

где $T_{\text{сл}}$ – срок службы материалов, конструкций и изделий; $\Delta Z_{\text{экс}_t}$ – разница годовых эксплуатационных затрат на единицу конструктивного элемента автомобильной дороги или дорожного сооружения или объект в целом по сравниваемым вариантам на t -м шаге расчета; $\Delta K_{\text{экс}_t}$ – разница

сопутствующих капитальных вложений при эксплуатации на единицу конструктивного элемента автомобильной дороги или дорожного сооружения или объекта в целом (капитальные вложения без учета стоимости материалов, конструкций и изделий) по сравниваемым вариантам на t -м шаге расчета; t – количество временных интервалов функционирования объекта; η_t – коэффициент дисконтирования; P_n – доля сметной стоимости строительных материалов, конструкций и изделий в расчете на 1 год их службы по новому варианту, определяемая в зависимости от срока службы; E – величина доходности инвестиций.

Показатель экономического эффекта от эксплуатации может быть принят равным 0, если предполагается, что конструктивный элемент автомобильной дороги или дорожного сооружения или объект в целом проработает весь срок службы без появления недопустимых деформаций в объеме, превышающем нормативные значения.

Приведенные затраты на производство работ на объекте рассчитываются на основе показателей себестоимости работ и капитальных вложений в основные и оборотные фонды дорожно-строительных организаций. На этапе обоснования инвестирования, когда нет информации об исполнителе, можно ограничиться расчетом капитальных вложений в строительные машины и механизмы, необходимые для осуществления работ по вариантам конструктивных решений. При незначительной разнице в технической оснащенности работ по вариантам конструктивных решений допускается пренебречь учетом капитальных вложений в производственные фонды дорожно-строительных организаций. В ряде случаев, когда сравниваемые варианты материалов, конструкций и изделий равноценны по долговечности и эксплуатационным качествам, экономическая оценка конструктивных решений может осуществляться на основе показателей сметной стоимости строительно-монтажных работ.

Расчет экономического эффекта от совершенствования конструктивных решений, обеспечивающих повышение технических и эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, производится по формуле

$$\Theta = \sum_{t=1}^{T_c} \frac{Z_{\text{прив}_{\text{от}}}}{(1+E)^t} \lambda K_{\text{сл}} + \Theta_{\text{экс}} - \sum_{t=1}^{T_c} \frac{Z_{\text{прив}_{\text{нт}}}}{(1+E)^t}, \quad (3)$$

где $Z_{\text{прив}_{\text{от}}}$, $Z_{\text{прив}_{\text{нт}}}$ – приведенные затраты в t -м году строительства объекта по сравниваемым вариантам, руб.; λ – коэффициент, учитывающий изменение качественных параметров сравниваемых вариантов, зависящий только от строительных проектных решений.

При сравнении конструкций дорожных одежд критерием экономической эффективности служит минимальная величина суммарных дисконтированных затрат, рассчитываемых по формуле

$$З_{\text{прив}_i} = K_{ti} + \sum_{t=1}^{T_p} C_{ti} \eta_t, \quad (4)$$

где K_{ti} – инвестиционные вложения в строительство i -го варианта дорожной одежды; T_p – расчетный период сравнения вариантов, определяемый межремонтным сроком службы до капитального ремонта по наиболее долговечному варианту; C_{ti} – стоимость ремонтов и ежегодного содержания i -го варианта дорожной одежды в t -м году расчетного периода.

Выбор оптимальной стратегии производства работ дорожно-строительной организацией целесообразно осуществлять с учетом результатов оценки эффективности использования ресурсов и дорожных конструкций. При этом допустимо исследование различных ситуаций, в зависимости от поставленных целей, а также с учетом поведения на рынке дорожно-строительных работ возможных конкурентов. Такие изыскания целесообразно производить в случае желаемой победы на подрядных торгах при максимально выгодных для претендента условиях.

В дорожном хозяйстве влияние природно-климатических и логистических факторов способно оказать реальное негативное воздействие на ход производства работ и выступить в качестве противодействующей стороны. Если влияние природно-климатических факторов невозможно предугадать заранее, но возможно спрогнозировать по данным многолетних наблюдений для конкретной дорожно-климатической области, то варианты с поставкой материалов, как правило, поддаются адекватной оценке и, что важно, возможности замены на более рациональные. Описанная ситуация подпадает под определение предмета теории игр, исследующей конфликтные ситуации, возникающие при взаимодействии нескольких сторон, преследующих различные цели. Поэтому для повышения эффективности производства работ дорожно-строительной организацией и обоснованности принятых решений предлагается применить аппарат «игры с нулевой суммой» [2].

Функция игры задается платежной матрицей, в общем виде представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Графическое представление платежной матрицы

Стратегия A	Стратегия B			
	1	2	...	n
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...
m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Значения a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) показывают выигрыш стороны A (равный проигрышу стороны B). В общем случае выигрыш может

быть и отрицательным (т. е. быть проигрышем). Сторона A выбирает какую-либо i -ю стратегию, которую считает наиболее целесообразной для себя.

Например, применение гранулированного резинобитумного вяжущего при приготовлении асфальтобетонной смеси для устройства слоя покрытия на дороге II технической категории, позволяет увеличить срок службы дорожных конструкций в 1,5–2 раза, снижает экономические затраты на модификацию традиционной асфальтобетонной смеси по сравнению с использованием импортных полимеров и имеет другие преимущества. Сторона B , не зная, какую стратегию выбрала сторона A , выбирает j -ю стратегию. Например, применение в покрытии асфальтобетонной смеси щебеночной мелкозернистой типа С марки I, ЦМСт20-I. Задача сводится к определению оптимальных стратегий сторон.

В целях ответа на вопрос: «Имеются ли вообще такие стратегии?», рассмотрим действия игрока A . Если A выбирает i -ю стратегию, т. е. i -ю строку таблицы 1, то он может обеспечить выигрыш по меньшей мере $\min_j a_{ij}$. Игрок

A может рассуждать следующим образом. Если им будет выбрана стратегия, в которой имеет минимальный выигрыш, то и игроком B она также может быть выбрана, чтобы обеспечить этот минимум выигрыша для A . И так далее по всем строкам матрицы могут быть получены минимальные значения и тогда из них будет выбран тот вариант, который обеспечивает наибольший выигрыш. В таком случае сторона A определяла значение максимин ($\alpha = \max_j \min_i a_{ij}$) – нижнюю цену игры, которой соответствует максимин-

ная стратегия для игрока A . Если он будет придерживаться этой стратегии, то при всех возможных ответах второй стороны обеспечит себе выигрыш, не меньший, чем α . Аналогично и для стороны B , каждый столбец матрицы содержит стратегию с максимальным проигрышем. Поэтому для B целесообразно выбрать стратегию, при которой он не проиграет больше минимального значения из возможных проигрышей. Значит, сторона B при этом отыскивает вариант минимакс ($\beta = \min_i \max_j a_{ij}$) – верхнюю цену игры, которой соответствует минимально возможный проигрыш стороны B .

Фактическая цена игры находится в пределах этих значений $\alpha \leq v \leq \beta$. В результате, если каждая сторона имеет только одну оптимальную стратегию, то решение существует, если $\alpha = \beta$. Если $\alpha \neq \beta$, то сторона имеет несколько оптимальных (смешанных) стратегий, определение которых осуществляется в матричной форме с нахождением минимума целевой функции при наличии определенных ограничений [3].

В случае выбора оптимальной стратегии дорожно-строительной организацией в условиях неопределенности природно-климатических факторов возможно применение следующего варианта с использованием матрицы 2×2 .

Дорожно-строительной организации требуется выполнить работы по уширению проезжей части. В ровиках уширения в основании возможно применение как фракционированного щебня, так и местного укрепленного грунта. Выбор варианта осуществляется с учетом возможного переувлажнения грунта в случае избыточных климатических осадков. В таблице 2 представлена величина прибыли организации при разных стратегиях.

Таблица 2 – Прибыль дорожно-строительной организации

В миллионах рублей

Стратегия A	Стратегия B	
	B_1	B_2
A_1	5	7
A_2	10	3

В таблице 2 приняты следующие условные обозначения: A_1 – применение дорожно-строительной организацией щебеночных оснований; A_2 – применение равнопрочных оснований из укрепленного грунта; B_1 – благоприятные природно-климатические факторы в пределах нормальных значений; B_2 – неблагоприятные природно-климатические факторы с большим количеством дождливых дней. С учетом изложенной выше методики, на основании данных таблицы 2: $\alpha = \max_j \min_i a_{ij} = \max(5; 3) = 5$; $\beta = \min_i \max_j a_{ij} = \min(10; 7) = 7$. В этом случае $\alpha \neq \beta$. Тогда будем считать обе стратегии A полезными и определим вероятность их применения P_i в смешанной стратегии. Если какая-нибудь из этих стратегий не оптимальна, то соответствующая вероятность окажется равной нулю. В связи с тем, что в любом случае какая-то из стратегий i стороны A будет применена, то $P_1 + P_2 = 1$. Если для стороны A стратегия оптимальна, то ее средний выигрыш составит не менее v при любом исходе B . Уравнение для этой задачи будет иметь вид

$$\begin{aligned} 5P_1 + 10P_2 &= v; \\ 7P_1 + 3P_2 &= v. \end{aligned}$$

Тогда решением этой системы уравнений будет $P_1 = \frac{7}{9} = 0,777 \dots$, $P_2 = 0,222 \dots$. Следовательно, в 78 % нужно применять щебеночные основания, а в 22 % – укрепленные грунты, что является оптимальным соотношением между типами оснований на перспективу. Цена игры

$$v = 5P_1 + 10P_2 = 5 \cdot 0,777 + 10 \cdot 0,222 = 6,11 \text{ млн руб.}$$

Такая прибыль будет обеспечена организации в любом случае.

В случае необходимости определения наиболее невыгодного для организации сочетания природно-климатических факторов составляется система уравнений для стороны B . В связи с тем, что величина v определена ранее, составляется одно уравнение: $5R_1 + 7R_2 = 6,11$, в котором вероятности приме-

нения стратегии B обозначены через R_i . Учитывая, что $R_1 + R_2 = 1$, $R_1 = 0,444\dots$, $R_2 = 0,555\dots$. Такое сочетание солнечных и дождливых дней является наиболее неблагоприятным для дорожно-строительной организации. В случае неблагоприятного варианта организация смогла бы получить прибыль только 6,11 млн руб. При любых других сочетаниях R_1 и R_2 прибыль будет большей.

В этом расчете предполагалось, что надежных данных о фактических значениях R_1 и R_2 нет. Рассмотрим случай, когда мы ими располагаем, т. е. R_1 и R_2 известны: $R_1 = 0,8$; $R_2 = 0,2$. Математическое ожидание прибыли определится формулой

$$M(\Pi) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} P_i R_j = (5R_1 + 7R_2)P_1 + (10R_1 + 3R_2)P_2 = 5,4P_1 + 8,6P_2.$$

Необходимо найти максимум $M(\Pi)$ при $P_1 \geq 0$, $P_2 \geq 0$ и $P_1 + P_2 = 1$.

Из последнего следует, что $P_2 = 1 - P_1$. Тогда $M(\Pi) = 8,6 - 3,2P_1$. Максимум прибыли, равный 8,60 млн руб., будет при $P_2 = 0$, т. е. предпочтение должно быть отдано основаниям из укрепленных грунтов.

Таким образом, обоснованно выбранная стратегия производства работ позволит выполнить их в установленные сроки, с требуемым качеством при высоких экономических показателях организации. При этом следует учитывать возможные варианты конфликтных ситуаций между дорожно-строительной организацией и факторами внешней среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Царенкова, И. М. Экономическая оценка инвестиционных проектов в дорожном хозяйстве : учеб.-метод. пособие / И. М. Царенкова, Р. Б. Ивуть. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 130 с.
- 2 Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Монгенштерн; пер. с англ. под ред. и с доб. Н. Н. Воробьева. – М. : Наука, 1970. – 708 с.
- 3 Диксит, А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни / А. Диксит, Б. Нейлбафф ; пер. с англ. Н. Яцок. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 605 с.

*I. TSARENKOVA, PhD, Associate Professor, I. TOMCHUK, A. TSARENKOV
Belarusian State University of Transport*

ACTUAL DIRECTIONS OF INCREASING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF PRODUCTION ACTIVITIES

The article presents theoretical and practical foundations for improving the efficiency of production activities on the example of road maintenance, including the assessment of the effectiveness of the use of new construction materials and improvement of structural solutions, optimization of the choice of work strategy by methods of game theory.

Получено 03.10.2023