

УДК 656. 135.2

Клепцова Лиля Николаевна, доцент, к.э.н. (КузГТУ, г. Кемерово)
Штоцкая Анастасия Аркадьевна, доцент, к.т.н. (КузГТУ, г. Кемерово)
Kleptsova Lilia, assistant professor, candidate of economic sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

Shtotskaia Anastasiia, assistant professor, candidate of technical sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

**МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**METHODS OF ECONOMIC EVALUATION OF EFFICIENCY
MEASURES TO IMPROVE SECURITY TRAFFIC**

Аннотация: В статье рассматривается оценка влияния мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на сокращение аварийности в очагах ДТП. Рассматриваются методические подходы определения эффективности, влияющие на результирующие показатели и целесообразность принятия решения о вложении средств в проект.

Annotation: This article discusses estimation of influencing measures for raising safety of road traffic to cutting down accident rate in seats of road traffic accidents. The methodical approaches of determining the effectiveness influencing the resulting indices and advisability of the decision to invest in the project are considering.

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) являются одной из важнейших проблем не только в России, но и в других развитых и развивающихся странах.

Сегодня по оценке Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) ежегодно в результате дорожно-транспортных происшествий погибают более 1,2 миллиона человек и 50 миллионов получают травмы разной степени тяжести. Экономические потери, связанные только с травматизмом в результате ДТП, в среднем, в Европе оцениваются как 2-3% от ВВП. По прогнозам к 2030 году смертность на дорогах переместится с 9-го места на 5-е в списке причин смерти, сокращения годов жизни и увеличения числа нетрудоспособных, обогнав туберкулез и ВИЧ инфекции. По статистике, смертность на российских дорогах гораздо выше, чем в европейских государствах – 13,8 человек на 100 тысяч населения. Для сравнения, этот показатель в Швеции – 2,7; в Великобритании – 2,8; в Германии – 3,9.

Ежегодно в России убытки только от транспортных заторов составляют около 10% ВВП. Снижение скоростей движения ведет к увеличению себестоимости перевозок почти на 30%, росту транспортной составляющей в конечной стоимости продукции и услуг.

Решение проблемы обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) относится к наиболее приоритетным задачам развития страны. В частности, 22 января 2018 г. Правительство РФ утвердило Стратегию безопасности дорожного движения на 2018-2024 гг., цель которой – снижение уровня смертности на дорогах. Предполагается, что к 2024 году этот показатель будет равен 4 погибших на 100 тысяч населения, а в перспективе – достижение к 2030 году нулевой смертности на дорогах. Стратегия поможет экономить по 2% ВВП в год за счет реализации комплексной системы мероприятий по повышению БДД [1].

На безопасность дорожного движения оказывает влияние большое количество различных факторов, – объективных (конструктивные особенности, техническое состояние транспортных средств, состояние дорог, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог различными сооружениями и средствами регулирования) и субъективных (состояние водителей, пешеходов, соблюдение ими правил движения и пр.).

Для организации дорожного движения необходим комплекс инженерных и организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности движения транспортных и пешеходных потоков. Мероприятия по организации дорожного движения требуют значительных затрат денежных средств, поэтому необходимо их тщательное технико-экономическое обоснование. Необходимость повышения БДД определяет помимо прямых капиталовложений в транспортную инфраструктуру, внедрение инновационных мероприятий таких как: технологии управляемого предупреждения опасных (тяжких) ДТП средствами оперативного обнаружения в деятельности субъектов системы опасных факторов, вызывающих такие ДТП, технологии онлайн-мониторинга, т. е. автоматизированного наблюдения за состоянием системы.

Необходимость в технико-экономическом обосновании мероприятий по улучшению условий движения возникает всегда, когда требуется определить экономическую эффективность капиталовложений. Одним из важнейших методических положений, которое следует учитывать при организации дорожного движения, является необходимость сравнительной оценки эффективности принимаемых решений. При этом оценка разработок должна соответствовать общепринятым положениям определения эффективности мероприятий, внедряемых в экономику страны. Специфическое отличие инвестиционных проектов по повышению БДД заключается в том, что они оказывают не прямое, а косвенное влияние на снижение аварийности. В связи с этим при оценке эффективности их реализации возникает

необходимость учета не прямых эффектов от сокращения потерь от дорожно-транспортных происшествий, а так называемого «предотвращенного ущерба» причем не только от ДТП, но и от всех других видов административных правонарушений [1].

Для этого необходима оценка влияния мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на сокращение аварийности в очагах концентрации ДТП, которая должна выполняться на основе сопоставления наблюдаемого уровня аварийности до выполнения соответствующих технических работ с уровнем аварийности после их проведения. Прогнозируемое снижение уровня аварийности после реализации планируемых мероприятий устанавливается расчетным путем с использованием результатов ранее выполненных натурных наблюдений за изменением числа ДТП в результате выполнения мероприятий, направленных на улучшение условий движения.

В качестве исходного показателя, характеризующего ожидаемое изменение состояния аварийности в результате проведения мероприятий, используется средняя вероятность снижения количества ДТП на рассматриваемом участке дороги (P_m) выраженная в долях единицы.

При оценке вероятности снижения уровня аварийности в результате проведения технических мероприятий в очагах концентрации ДТП необходимо учитывать протяженность участков, на которую распространяется мероприятие. Если протяженность участка дорожных работ меньше длины участка концентрации ДТП, то вероятность снижения аварийности определяется по формуле:

$$P = P_m \cdot \frac{L_i}{L}, \quad (1)$$

где L_i - протяженность участка реализации мероприятия с зонами влияния, км;

L - протяженность участка концентрации ДТП, км;

P_m - средняя вероятность снижения числа ДТП.

Мероприятия по снижению аварийности в очагах концентрации ДТП с точки зрения конечных результатов можно подразделить на две категории:

- те, которые способствуют предотвращению отдельных видов ДТП (одиночные мероприятия);
- те, которые направлены на предотвращение всех видов ДТП (комплексы мероприятий).

Средняя вероятность снижения числа ДТП в год t в результате реализации мероприятий определяется по формуле:

$$P_M = \frac{\sum_{m=1}^M \left(\frac{1}{1-P_m} - 1 \right)}{1 + \sum_{m=1}^M \left(\frac{1}{1-P_m} - 1 \right)}, \quad (2)$$

где M - число мероприятий по повышению безопасности движения, которые в год t оказывают влияние на снижение аварийности ($t_m^{cl} \leq t$).

Ожидаемое в год t снижение числа ДТП в результате реализации нескольких мероприятий определяется по формуле:

$$\Delta n_1 = P_m \cdot n_1, \quad (3)$$

где n_1 - прогнозируемое число ДТП в год t , при отсутствии мероприятий по повышению безопасности движения.

Общее ожидаемое снижение числа ДТП в рассматриваемом очаге концентрации ДТП в результате реализации комплекса мероприятий по повышению безопасности движения определяется с учетом его срока службы:

$$\Delta n_1 = \sum_{t=0}^{t_{max}^{cl}} \Delta n_t, \quad (4)$$

t_{max}^{cl} - наибольший срок службы мероприятия, входящего в рассматриваемый комплекс, лет.

Срок службы i -го мероприятия устанавливается в соответствии с действующими нормативно-методическими документами с учетом региональных особенностей эксплуатации дорог.

Ожидаемое снижение числа ДТП в результате проведения мероприятий по повышению безопасности движения на дорожной сети, имеющей i -ое число очагов концентрации аварийности:

$$A = \sum_{i=1}^I \Delta n_i \quad (5)$$

где Δn_i - снижение числа ДТП в i -ом очаге концентрации ДТП с учетом зон его влияния, шт.

Сокращение числа ДТП в результате реализации мероприятий по повышению безопасности движения сопровождается одновременным уменьшением количества погибших и раненых. Ожидаемое снижение числа погибших и раненых в очагах концентрации ДТП по сравнению с исходным уровнем до проведения дорожных работ допускается определять пропорционально сокращению общего объема аварийности.

Далее проводится оценка экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности движения. Показатели экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности движения характеризуют народнохозяйственную целесообразность осуществления затрат, направляемых на указанные мероприятия.

Эффективность определяется сопоставлением эффекта от снижения числа дорожно-транспортных происшествий и затрат по проведению мероприятий по снижению аварийности.

Оценка результата и затрат при определении показателей эффективности осуществляется за весь срок службы мероприятий. При сравнении двух и более вариантов реализации комплексов мероприятий оценка эффективности производится за один и тот же расчетный период. При определении расчетного периода следует ориентироваться на наиболее долговечный вариант. Начало расчетного периода определяется моментом времени, начиная с которого выбор варианта влияет на будущие затраты и результаты. Конец расчетного периода – момент, начиная с которого затраты и результаты по всем сравниваемым вариантам практически неразличимы или незначительны.

Все результаты и затраты, получаемые (совершаемые) в различные моменты времени, приводятся к началу расчетного периода путем умножения их на коэффициент, определяемый нормой дисконта. Норма дисконта (E) – это норма чистого дохода в год на единицу затрат. Она может быть установлена государством как специфический социально-экономический норматив, обязательный для оценки проектов с позиций общества в целом, либо распорядителями федерального или территориальных автодорожных фондов. При отсутствии официально установленной нормы дисконта рекомендуется применять $E = 0,15$.

Система показателей эффективности мероприятий по повышению безопасности движения включает:

- интегральный эффект (далее – $\mathcal{E}_{инт}$) – сумма эффектов за весь период сравнения;
- индекс доходности (далее – $ИД$) – отношение суммы эффектов к общей величине единовременных затрат;
- внутренняя норма доходности (далее – $ВНД$) – представляет собой ту неизменную в течение расчетного периода норму дисконта, при которой сумма эффектов равна сумме единовременных затрат;
- срок окупаемости (далее – $t_{ок}$) – минимальный интервал времени от начала расчетного периода, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным;
- интегральные затраты – сумма затрат за весь расчетный период [2].

Решение об эффективности мероприятий по повышению безопасности движения следует принимать с учетом всех перечисленных выше показателей эффективности, главным из которых является интегральный эффект ($\mathcal{E}_{инт}$). Если интегральный эффект положителен, то осуществление мероприятий является эффективным. При отрицательном значении $\mathcal{E}_{инт}$, рассматриваемый вариант неэффективен и его не следует реализовывать ни при каких значениях других показателей эффективности.

В случае, если по всем альтернативным вариантам результаты одинаковы, то расчеты можно упростить, ограничившись определением для каждого из вариантов только величины интегральных затрат.

Индекс доходности, внутренняя норма доходности и срок окупаемости используются при оценке вариантов как вспомогательные показатели. Если у какого-либо варианта $\mathcal{E}_{инт} > 0$, то у него обязательно $ИД > 1$. Оценка индекса доходности играет важную роль, когда одним из основных критериев выбора вариантов является ожидаемая величина эффекта, получаемая на единицу затрат за весь расчетный период. Если важна величина эффекта, получаемая на единицу затрат ежегодно, то определяющее значение будет играть $ВНД$. При этом следует учитывать, что вариант считается эффективным, если $ВНД$ больше, чем заданная внешняя норма дисконта. В случае, когда важное значение имеет срок, после которого вложенные средства будут иметь отдачу, лучшим будет считаться вариант с наименьшим сроком окупаемости.

Для расчета показателей эффективности мероприятий по повышению безопасности движения, используют следующие расчетные формулы:

- **Интегральный эффект ($\mathcal{E}_{инт}$)**

$$\mathcal{E}_{инт} = \sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+T)^t} - \sum_t^T \frac{K_t}{(1+T)^t}, \quad (6)$$

где R_t - эффект от снижения числа ДТП в году t ;

Z_t - текущие затраты в году t ;

K_t - единовременные затраты в году t ;

E - норма дисконта;

T - момент окончания расчетного периода.

- **Индекс доходности ($ИД$)**

$$ИД = \sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} \cdot \sum_t^T \frac{K_t}{(1+E)^t} \quad (7)$$

- **Внутренняя норма доходности ($ВНД$)** является решением следующего уравнения относительно E :

$$\sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} = \sum_t^T \frac{K_t}{(1+E)^t} \quad (8)$$

- **Срок окупаемости ($t_{ок}$)** определяется из уравнения:

$$\mathcal{E}_{инт} = 0, \text{ для } 0 \leq t \leq T,$$

при этом для всех $t_3 \geq t_{ок}$ должно выполняться условие $\mathcal{E}_{инт} \geq 0$.

- **Интегральные затраты:**

$$Z_{ин} = \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}. \quad (9)$$

Эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения заключается, в первую очередь, в снижении потерь от дорожно-транспортных происшествий, которые делятся на три группы:

- потери, связанные с потерей здоровья и смертью людей, вовлеченных в ДТП;
- потери, связанные с ущербом, причиняемым собственности (восстановление транспортных средств, повреждений дороги и дорожных сооружений, стоимость поврежденных грузов);
- общественные потери, к которым относятся затраты, связанные с нарушением нормальных условий движения в зоне транспортного происшествия, и затраты органов ГАИ, судов и прокуратуры.

Эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения может быть определен прямым расчетом по формуле:

$$R_t = A1t \cdot C1 + A2t \cdot C2, \quad (10)$$

где $A1t$, $A2t$ - ожидаемое в течении t лет снижение количества погибших и раненых в ДТП; $C1$, $C2$, - средние стоимости потерь от одного ДТП со смертельным исходом и ранением [3].

При отсутствии данных о средней стоимости потерь от одного ДТП эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения допускается определять по формуле:

$$R_t = 365 \cdot g \cdot N \cdot L \cdot S_9 \cdot (П_{до} - П_{после}) \quad (11)$$

где g - коэффициент использования пробега, $g = 0,6 \cdot b1 + 0,9 \cdot b2 + 0,8 \cdot b3$ ($b1, b2, b3$ - доля соответственно легковых, грузовых автомобилей и автопоездов в составе потока); N - среднегодовая суточная интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги в расчетный период, авт./сут; L - протяженность рассматриваемого участка дороги, км; S_9 - себестоимость перевозок в дорожных условиях, принятых за эталон, руб./авт.-км; $П_{до}, П_{после}$ - коэффициенты, определяющиеся в зависимости от величины коэффициентов относительной аварийности ($Z_{до}, Z_{после}$) по табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициенты относительной аварийности

$Z_{до, после}$	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	5,0
$П_{до, после}$	1,0	1,004	1,010	1,016	1,020	1,030	1,040	1,080

Значения коэффициента относительной аварийности ($Z_{\text{после}}$) после проведения мероприятий по повышению безопасности движения определяются по формуле:

$$Z_{\text{после}} = Z_0 + (Z_{\text{до}} - Z_0) \cdot (1 - P_m), \quad (12)$$

где Z_0 - относительное количество происшествий, на возникновение которых не оказывают влияние дорожные условия ($Z_0 = 0,08$);

$Z_{\text{до}}$ - средний коэффициент относительной аварийности до проведения мероприятий по повышению безопасности движения;

P_m - средняя вероятность снижения числа ДТП [1].

Рациональная организация и управление обеспечением безопасности дорожного движения всегда связана с уменьшением количества дорожно-транспортных происшествий. А уменьшение ДТП, при прочих равных условиях, сопровождается общим снижением потерь от аварийности. Представленная методика определения экономической эффективности технических средств и систем управления дорожным движением применима для:

- технико-экономического обоснования выбора варианта внедрения технических средств и систем;
- отражения показателей экономической эффективности в нормах, нормативах и показателях федеральных и региональных целевых программ ОБДД;
- расчета экономической эффективности этих программ.

Список литературы:

1. Дингес, Э.В. Методы планирования и оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения: монография / Э.В. Дингес. – М.: МАДИ, 2016. – 140 с.
2. Клепцова, Л.Н. Экономическая оценка инженерных решений на транспорте: учебное пособие для студентов всех форм обучения направления 190701.62 и 190709.62 «Технология транспортных процессов». – Кемерово: КузГТУ, 2015. – 196 с.
3. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий. Утверждены Распоряжением Росавтодора от 30.03.2000 г. № 65-р.
4. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от ДТП. Утверждена приказом Минтранса № Р-03112199-0502-00.