

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Д.А. Скороходов, доктор технических наук, профессор;

А.Л. Стариченков, доктор технических наук, доцент.

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко

Российской академии наук.

А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В статье рассмотрены основные показатели, обеспечивающие безопасность любой транспортной компании, возможность её проверки государственными структурами в процессе обеспечения безопасности и после аварийной ситуации с транспортным средством для эффективного поиска причин и ответственных за аварию. Представлены принципы оценки эффективности на основе предложенных показателей различных составляющих комплексной безопасности

Ключевые слова: аварийная ситуация, безопасность, государственная структура, комплексная безопасность, поиск, показатель, причина, транспортная компания, эффективность

METHODS OF TRANSPORT COMPANY INTEGRATED SAFETY AND SECURITY EFFECTIVENESS ASSESSMENT

D.A. Skorokhodov; A.L. Starichenkov.

Institute of problems of transport of N.S. Solomenko of the Russian academy of sciences.

A.S. Polyakov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article first describes the main indicators, ensuring the safety of any transport company, and ability of its inspection by state structures, during security providing, and after the vehicle accident for effective investigation of reasons and is responsible for it. We presented principles of the transport company effectiveness assessment on the base of the suggested characteristics of different components of the integrated safety and security.

Keywords: emergency, safety, state structure, integrated safety and security, search, record, reason, transport company, effectiveness

Транспортные компании (ТК) представляют собой организационно-техническую систему, элементы которой состоят в сложном взаимодействии друг с другом, образуя единство транспортных средств (ТС), коммуникаций, транспортной инфраструктуры, трудовых ресурсов, объектов транспортировки.

Учитывая многообразие ТК и их возможные особенности, в статье рассмотрена методика оценки эффективности комплексной безопасности применительно к специфике водного транспорта. Вопросы безопасности водного транспорта подробно рассмотрены в работах [1–3], однако ее аспекты сформулированы зачастую без приведения количественных оценок, что затрудняет принятие решений не только в критических ситуациях, но и при повседневной деятельности.

Целостность этой системы заключена в том, что она не может быть сведена к простой сумме свойств ее составляющих. Исключение одной из подсистем приводит к нарушению безопасности функционирования всей системы.

Отмеченные особенности ТК как сложной организационно-технической системы, позволили сформулировать концептуальные основы обеспечения её безопасности, включая:

- конструктивную безопасность ТС;
- безопасность движения ТС;
- безопасность сохранности объектов транспортировки;
- безопасность управления и обслуживания ТС;
- социальную безопасность;
- экономическую безопасность;
- экологическую безопасность.

На первый взгляд не все перечисленные составляющие принадлежат ТК, но для государства они важны, без них невозможно в полной мере оценить эффективность работы любой компании в составе транспортного комплекса страны. Каждая из составляющих имеет свои специфические особенности и требует отдельного исследования в рамках оценки общей безопасности ТК ввиду качественных и количественных различий. Для последующей оценки эффективности безопасности ТК важно, чтобы показатели были взаимно независимы. Только в этом случае можно использовать аддитивную функцию эффективности.

Конструктивную безопасность (К1) можно охарактеризовать следующими показателями:

- К11 – количество неисправных технических средств;
- К12 – количество происшествий, связанных с нарушением корпусных конструкций;
- К13 – количество происшествий, связанных с пожаром;
- К14 – ресурс технических средств;
- К15 – срок службы технических средств;
- К16 – наработка на отказ технических средств;
- К17 – вероятность безотказной работы технических средств;
- К18 – периодичность технического обслуживания и ремонта технических средств;
- К19 – средний возраст технических средств;
- К10 – процент износа технических средств;
- К11 – процент неисправных технических средств;
- К12 – процент выработавших свой ресурс технических средств;
- К13 – процент внедрённой новой техники;
- К14 – периоды между обновлением или модернизацией техники;
- К15 – наличие систем информационной поддержки персонала в нормальных ситуациях;
- К16 – наличие систем информационной поддержки персонала в аварийных ситуациях;
- К17 – наличие систем и средств технического диагностирования и прогнозирования технических средств.

Безопасность движения ТС (П2) характеризуют:

- П21 – состояние пути следования;
- П22 – наличие инфраструктуры на пути следования;
- П23 – наличие информационных средств о пути следования;
- П24 – наличие информационных средств сообщений об авариях и катастрофах;
- П25 – метеорологические условия на пути следования;
- П26 – количество транспортных средств на пути следования;
- П27 – время непрерывного движения на пути следования.

Безопасность объектов транспортировки в местах их дислокации (Д3) характеризуют:

- Д31 – наличие систем противопожарной сигнализации;
- Д32 – качество систем противопожарной сигнализации;
- Д33 – наличие систем автоматической противопожарной защиты;

Д34 – наличие систем охраны объектов транспортировки от несанкционированного доступа,

Д35 – наличие требуемых условий размещения объектов транспортировки.

Безопасность управления транспортными средствами (Л4) характеризуют:

Л41 – квалификация персонала, управляющего транспортной деятельностью;

Л42 – наличие разработанных показателей о транспортно-логистической деятельности;

Л43 – наличие системы сбора данных о транспортно-логической деятельности;

Л44 – наличие системы учета деятельности предприятия;

Л45 – наличие системы учета затрат, позволяющей выделить отдельно затраты предприятия, связанные с логистикой и транспортировкой грузов;

Л46 – наличие информации о перегрузке грузов с одного вида транспорта на другой;

Л47 – количество катастроф;

Л48 – количество аварий;

Л49 – количество происшествий при транспортировке опасных грузов;

Л410 – количество погибших и пострадавших;

Л411 – средний возраст ТС;

Л412 – процент износа ТС;

Л413 – объем перевозочной работы (грузооборот или пассажирооборот);

Л414 – скорость ТС;

Л415 – вес ТС.

Социальную безопасность (С5) характеризуют:

С51 – наличие круглогодичной устойчивой связи с опорной сетью транспортных путей;

С52 – наличие круглогодичной устойчивой транспортной связи населения с органами и организациями социального обеспечения, социальной и иной помощи;

С54 – наличие ценовой доступности транспортных услуг.

Экономическую безопасность (Э6) характеризуют:

Э61 – наличие необходимых транспортных коммуникаций территорий перспективного и приоритетного развития и освоения;

Э62 – наличие конкурентоспособных отечественных участников транспортного процесса за счёт обеспечения современных высокопроизводительных и экологически безопасных транспортных средств;

Э63 – финансовые потери от аварий, катастроф и неисправностей технических средств;

Э64 – затраты на ремонт технических средств и оборудования ТС;

Э65 – затраты на ремонт корпусных конструкций ТС;

Э66 – затраты на подготовку кадров;

Э67 – затраты на выплату компенсаций погибшим в катастрофах.

Экологическую безопасность (Э7) характеризуют:

Э71 – наличие управленческих решений по оценке воздействия на окружающую среду ТС в соответствии с нормами законодательства по охране окружающей среды;

Э72 – реализация принципа «загрязнитель платит» (производитель транспортной услуги должен полностью оплачивать различные негативные экологические последствия, возникающие от ТС);

Э73 – реализация принципа поэтапного переключения грузо-пассажиропотоков на экологически чистые виды транспорта.

Безопасность человеческого фактора (Ч8) характеризуют:

Ч81 – количество происшествий, связанных с выходом из строя технических средств по вине производителя технических средств;

Ч82 – количество происшествий, связанных с выходом из строя технических средств по вине персонала;

Ч83 – число нарушений персоналом должностных инструкций за определённый период;

Ч84 – количество уволенных членов персонала, по вине которых произошли аварии и катастрофы;

Ч85 – количество неправильных действий персонала, приведших к аварии ТС;

Ч86 – количество неправильных действий персонала, приведших к катастрофе ТС;

Ч87 – численность персонала, занятого в перевозочном процессе;

Ч88 – уровень квалификации управленческого персонала;

Ч89 – процент занятия должностей специалистами соответствующей квалификации и образования.

Функцию P_{Σ} эффективности безопасности ТК с учетом всех рассмотренных составляющих можно представить в виде функции технической полезности ТС в следующем виде:

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^8 \lambda_i P_i,$$

где λ_i – коэффициент важности составляющей безопасности P_i .

Нормированный аддитивный критерий существует в том случае, если функции P_i подобраны так, что $P \in [0, 1]$ для всех показателей, составляющих комплексную

безопасность, а коэффициенты λ_i удовлетворяют условию $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, 0; \lambda_i > 0$

для всех $i = 1, n$.

$$P_1 = \sum_{j=1}^{17} \lambda_{1j} P_{1j}; \quad P_2 = \sum_{j=1}^7 \lambda_{2j} P_{2j}; \quad P_3 = \sum_{j=1}^3 \lambda_{3j} P_{3j}; \quad P_4 = \sum_{j=1}^{15} \lambda_{4j} P_{4j};$$

$$P_5 = \sum_{j=1}^3 \lambda_{5j} P_{5j}; \quad P_6 = \sum_{j=1}^7 \lambda_{6j} P_{6j}; \quad P_7 = \sum_{j=1}^3 \lambda_{7j} P_{7j}; \quad P_8 = \sum_{j=1}^8 \lambda_{8j} P_{8j}.$$

Для всех составляющих комплексной безопасности необходимо найти коэффициенты важности их параметров, чтобы определить полезность каждой составляющей полезности комплексной безопасности, как это представлено выше. Изложенный подход позволяет оценить эффективность каждой составляющей комплексной безопасности, предварительно проранжировав показатели.

Однако для суммарной оценки эффективности комплексной безопасности целесообразно использовать составной критерий, который наиболее полно отражает эффективность обеспечения безопасности ТК:

$$P_{\text{сум}} = P_{\Sigma} * P_p,$$

где $P_{\text{сум}}$ – суммарная эффективность безопасности ТК; P_{Σ} – эффективность составляющих безопасности, определяемая по ранее изложенной методике; P_p – эффективность характеристик-результатов, определяемая фактическим уровнем безаварийной работы ТК на основании использования модифицированной (зеркальной) функции желательности Харрингтона:

$$P_{ур} = \exp\left(-\exp\left(\frac{-6}{N_{ав}^{max}}(N_{ав}^{max} - K_{авар.})\right)\right),$$

где $N_{ав}^{max}$ – максимально-допустимое число аварий транспортного предприятия в год; $K_{авар.}$ – коэффициент аварийности, отражающий среднее число аварий в год, определяемое по формуле:

$$K_{авар.} = \frac{N_{ав}^{\Sigma}}{N_{\theta} * T},$$

где $N_{ав}^{\Sigma}$ – общее число аварий, произошедшее на всех ТС (N_{θ}) компании в течение рассматриваемого периода (T , лет).

Таким образом, даже если эффективность характеристик средств (P_{Σ}) будет достаточно высокой, но при этом количество аварий, произошедшее в ТК за год, будет сопоставимо с максимально допустимым числом аварий, суммарная эффективность работы ТК ($P_{сум}$) будет невысокой. С другой стороны, при достаточно невысоком уровне аварийности суммарная эффективность работы ТК будет зависеть от P_{Σ} .

Так, например, для суммарной оценки эффективности системы управления безопасностью судоходной компании (СУБ СК) использован составной критерий, который наиболее полно отражает эффективность результатов работы СК в области обеспечения безопасности:

$$P_{сум} = P_{ис} * P_{ур},$$

где $P_{сум}$ – суммарная эффективность СУБ СК; $P_{ис}$ – эффективность выполнения СК 11-ти целей-средств; $P_{ур}$ – эффективность выполнения СК целей-результатов, определяемая фактическим уровнем безаварийной работы СК на основании использования модифицированной (зеркальной) функции желательности Харрингтона следующего вида:

$$P_{ур} = K_{важн}^{кор} * \exp\left(-\exp\left(\frac{-6}{N_{кор}^{max}}(N_{кор}^{max} - K_{кор.})\right)\right) + K_{важн}^{ав} * \exp\left(-\exp\left(\frac{-6}{N_{ав}^{max}}(N_{ав}^{max} - K_{ав.})\right)\right) + K_{важн}^{ан} * \exp\left(-\exp\left(\frac{-6}{N_{ан}^{max}}(N_{ан}^{max} - K_{ан.})\right)\right),$$

где $K_{важн}^{кор}$, $K_{важн}^{ав}$, $K_{важн}^{ан}$ – коэффициенты важности соответственно кораблекрушений, аварий и аварийных происшествий; $K_{важн}^{кор} = 0.7$, $K_{важн}^{ав} = 0.2$, $K_{важн}^{ан} = 0.1$; $N_{кор}^{max}$, $N_{ав}^{max}$, $N_{ан}^{max}$ – максимально-допустимое число соответственно кораблекрушений, аварий и аварийных происшествий одного судна в год; $N_{кор}^{max} = 0.2$, $N_{ав}^{max} = 0.5$, $N_{ан}^{max} = 1$; $K_{кор.}$, $K_{ав.}$, $K_{ан.}$ – коэффициент, учитывающий среднее число кораблекрушений, аварий и аварийных происшествий, приходящихся на одно судно в год, то есть:

$$K_{кор} = \frac{N_{кор}^{\Sigma}}{N_{судов} * T}, \quad K_{ав} = \frac{N_{ав}^{\Sigma}}{N_{судов} * T}, \quad K_{ан} = \frac{N_{ан}^{\Sigma}}{N_{судов} * T}.$$

Изменение эффективности СУБ СК в зависимости от количества аварий судов, принадлежащих рассматриваемой СК, приведено на рисунке.

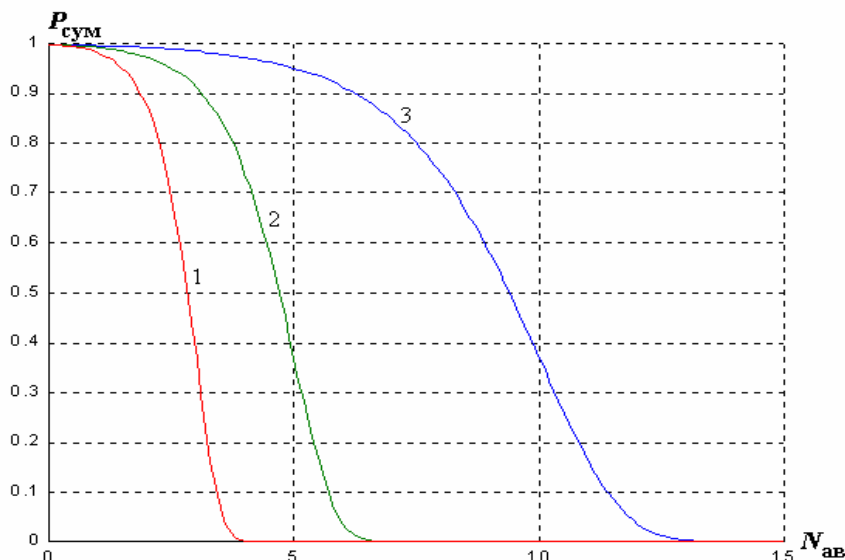


Рис. Изменение эффективности системы управления безопасностью СК с учётом аварий судов ($P_{ис} = 1$, $T = 120д$, $N_{судов} = 10$): 1 – при $N_{ав}^{\max} = 0,3$; 2 – при $N_{ав}^{\max} = 0,5$; 3 – при $N_{ав}^{\max} = 1$

Таким образом, несмотря на многообразие и специфику ТК, рассмотренная методика оценки эффективности комплексной безопасности может быть применена и для других видов транспорта при оценке и принятии решений в критических ситуациях и повседневной деятельности.

Литература

1. Направление информационных технологий для повышения безопасности транспортных комплексов / О.В. Белый [и др.] // Транспорт Российской Федерации. 2008. № 5 (18).
2. Проблемы безопасности водного транспорта при чрезвычайных ситуациях / В.С. Артамонов [и др.]; под ред. Ю.В. Воробьева. СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2010. 362 с.
3. Обеспечение безопасности мореплавания с помощью стационарных и мобильных систем управления судоходством / В.С. Артамонов [и др.]; под общ. ред. Ю.В. Воробьева. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2012. 200 с.