

УДК 621.003:658.5

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ УПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЕМ И МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

© 2014 г. *Е. Б. Колбачев, Н. М. Ульяницкая*

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт)*

Рассмотрены специфические экономические задачи, связанные с обеспечением эксплуатационной безопасности железнодорожного подвижного состава, решаемые в ходе его проектирования. Показано, что для определения экономически целесообразных затрат на обеспечение эксплуатационной безопасности следует применять метод Байеса и актуарные расчеты.

Ключевые слова: промышленность; производственная система; знания; информация; антропосферное производство; инвенции.

Authors analyzed some original economic problems that exist during the keeping out of the railroad rolling stock's operating safety. These problems should be solved during the designing of the rolling stock. It's shown that determining an economically reasonable level of the costs for the operating safety keeping out, manager should use Bayes' method and actuarial calculations.

Key words: transportation; railroad rolling stock; operating safety; Bayes' rule; actuarial calculations.

Обеспечение эксплуатационной безопасности железнодорожного подвижного состава традиционно является одной из приоритетных задач транспортных компаний, производителей железнодорожной техники и Российского государства. Это объясняется ролью, которую играет железнодорожный транспорт в транспортном обслуживании отечественной экономики и характером рисков, неизбежно связанных с функционированием железнодорожных транспортных систем, весь подвижной состав которых представляет собой источник повышенной опасности.

При разработке проектов создания новых и модернизации действующих локомотивов и вагонов на проектировщиков налагается повышенная ответственность, связанная с обеспечением безопасности создаваемых объектов. В известных работах [1; 2], посвященных проектированию подвижного состава для железных дорог, была предложена дефиниция

«объекты повышенной ответственности», характеризующая практически все объекты, относящиеся к железнодорожному подвижному составу.

Примечательно принятие нормативных актов, направленных на обеспечение безопасности железнодорожного транспорта. Среди них необходимо отметить Постановление Правительства РФ от 15 июля 2010 г. №524 «Об утверждении технического регламента о безопасности железнодорожного подвижного состава», вступившее в силу 2 августа 2013 г. [3].

Задачи обеспечения эксплуатационной безопасности подвижного состава на стадиях его проектирования требуют разработки инженерно-экономического инструментария, позволяющего определять стоимостные параметры конструкций на ранних стадиях проектирования. В числе прочего они должны давать возможность оценивать стоимост-

ные характеристики конструкций, связанные с обеспечением эксплуатационной безопасности.

Первые попытки создания такого инструментария были предприняты в известных работах [1]. Результаты этих исследований могут быть использованы и в настоящее время при создании комплекса методов и инструментов для решения экономических задач при проектировании подвижного состава.

Управление созданием и эксплуатацией технических систем повышенной ответственности в организационно-методологическом плане сводится к решению ряда задач управления рисками. При этом должно осуществляться соответствующее управление воздействием, как на стадии создания отдельных объектов, так и на стадии эксплуатации.

Очевидно, что для решения таких задач необходимо проанализировать сущность рисков, управление которыми возможно и целесообразно на разных стадиях жизненного цикла изделий (в рассматриваемом случае — на стадии проектирования).

Наиболее полной, на наш взгляд, представляется классификация рисков, предложенная И. Т. Балабановым [4]. В зависимости от возможного результата (рискового события) риски делятся на две группы: чистые и спекулятивные. В рамках этой классификации может быть выделена группа рисков, на управление которыми влияют результаты проектирования. Этим отражается то обстоятельство, что на стадии проектирования закладывается уровень эксплуатационной безопасности и надежности будущих изделий, который в свою очередь определяет степень различных рисков.

При этом представляется целесообразным выделить группы эксплуатационных рисков, связанных с возможностью техногенных катастроф (событий) в процессе эксплуатации изделия, которые могут быть также отнесены к различным типам рисков по классификации [4]. Очевидно, что вероятность свершения катастрофических событий такого рода в определенной мере зависит от конструкторских решений, принятых в ходе проектирования.

Производственные риски существенно зависят от уровня надежности проектируемых машин, т. к. для хозяйствующего субъекта

они выступают основными фондами, гибель или повреждение которых в результате ненадежной работы приведет к остановке производства.

Имущественные риски весьма тесно связаны с результатами этапа проектирования. Машины, технические системы и т. д. являются имуществом хозяйствующего субъекта, и выход их из строя представляет собой потери имущества. Создание на этапе проектирования высоконадежной техники будет способствовать сокращению таких потерь.

Эксплуатационная безопасность и надежность напрямую определяют степень рисков, связанных с загрязнением и нанесением иного ущерба окружающей среде. Таким образом, ряд событий обуславливающих эксплуатационные риски, являются факторами экономических рисков.

Специфичны финансовые риски, определяемые деятельностью проектировщиков. Они связаны с вероятностью ошибочного определения стоимостных характеристик изделия на стадиях проектирования, которые будут включены в коммерческую документацию (например, при определении цены на изделие), обуславливают убытки из-за нерентабельности сделки.

Близок к этой ситуации случай превышения затратными характеристиками создаваемой конструкции некоторых лимитных значений, установленных в коммерческой документации. Особенно это важно в условиях монополии заказчика, диктующего цены. В таких ситуациях превышение себестоимости изделия, обеспечивающей приемлемую для изготовителя рентабельность, влечет убытки или недополучение прибыли.

Кроме того, возможна ситуация, при которой принятые на стадии проектирования решения (как технические, так и организационные) приводят к невыполнению условий договора с заказчиком (нарушение сроков выполнения работ, несоответствие технико-экономических показателей, установленных в техническом задании, реальной конструкции и др.).

Вышеописанные финансовые риски представляют интерес в связи с тем, что их минимизация может быть достигнута при использовании в ходе создания соответствующего экономического инструментария.

На стадии проектирования управление эксплуатационными рисками может осуществляться путем:

- задания и обеспечения параметров изделия, гарантирующих эксплуатационную безопасность;

- оснащения и создания специальных средств защиты и блокировки на аварийный случай;

- осуществление конструктивных решений эргономического характера, создающих условия для наиболее эффективных действий персонала в экстремальных условиях.

Управление производственными (при изготовлении изделия) рисками на стадии проектирования может быть осуществлено путем отработки сдаваемых конструкций на технологичность.

Управление финансовыми рисками, связанными с проектированием, как указывалось выше, может осуществляться при наличии экономического инструментария, обеспечивающего:

- достаточно точное определение стоимостных характеристик конструкции при ее проектировании;

- рациональное формирование технико-экономических показателей при разработке технического задания на изделие, позволяющее обеспечить их соблюдение при проектировании и изготовлении изделий;

- рациональное планирование и организацию проектирования, обеспечивающие выполнение заданий по срокам разработки и других характеристик процесса создания и освоения новой техники.

Все эти направления неразрывно связаны с экономическими факторами, заключающимися, с одной стороны, в том, что характер конструкции обуславливает как затраты на изготовление изделия, так и затраты на стадии его эксплуатации (включая возможные затраты на ликвидацию последствий аварийных ситуаций). С другой стороны, будучи заданными, экономические показатели конструкции в значительной степени определяют конструктивный облик изделия (и, соответственно, особенности последующих этапов его жизненного цикла).

Таким образом, задача риск-менеджмента, решаемая при проектировании, должна включать следующие этапы: 1) оценка уровня

опасности, возникающей при эксплуатации объекта; 2) определение затрат на изготовление изделия, обеспечивающих необходимый уровень надежности и безопасности системы; 3) выработка конструкторских решений, обеспечивающих соблюдение требований по надежности и безопасности в ранее определенных стоимостных пределах.

Важным моментом является изучение вопроса об уровне опасности, возникающей при эксплуатации объектов повышенной ответственности. Необходимо определить уровень опасности, исходящей от объекта при его эксплуатации. Если в ходе анализа будут получены результаты о превышении уровнем опасности, исходящей от него, установленного критерия, необходимо проведение дальнейших мероприятий по снижению уровня опасности до нормативной величины. Для этого необходимо совершенствование конструкции изделия на проектном уровне.

Задача оценки уровня опасности, исходящей от объектов повышенной ответственности, усложняется отсутствием достаточного количества статистических данных о количестве и степени тяжести связанных с ними аварийных ситуаций. Эта ситуация объясняется тем, что, с одной стороны, аварии таких объектов довольно редки и их количество не позволяет получить репрезентативных данных, а с другой — невозможно получение точных данных о величине ущерба. Величина ущерба в одних случаях (экономические последствия) будет складываться как сумма большого числа разноплановых составляющих (прямых и косвенных), а в других при наступлении экономико-правовых последствий будет зависеть от трудно поддающихся точному расчету данных и носить, как правило, субъективный характер.

При прогнозировании уровня опасности новых объектов или при оценке уровня опасности, исходящей от объектов, по которым не имеется статистической информации об аварийных ситуациях, возникающих в ходе их эксплуатации, могут быть применены положения теории решений, которая дополняется формулой Байеса [5; 6; 7]. В теории решений, в отличие от математического понимания вероятности как количественной меры возможности наступления случайных событий, получаемой с помощью расчета или опыта,

то есть объективным путем, используется понятие субъективной вероятности, получаемой экспертным путем. Она понимается как мера доверия к истинности высказанного суждения. Ее точность всецело зависит от компетенции экспертов. Проверить ее расчетом или опытом невозможно. Однако она может быть уточнена с помощью формулы Байеса, которая позволяет последовательно использовать поступающие порции новой информации и доводить оценки субъективной вероятности до очень высокой точности, несмотря на грубую приблизительность первоначальных прикидок. В тех случаях, когда имеется достаточная статистическая информация, а вероятность рассчитывается статистическими методами, использование формулы Байеса теряет смысл.

Кроме того, при расчете вероятностей наступления различных аварийных событий, приводящих к очень серьезным экономическим последствиям, недостаточно статистической оценки. Необходимо учитывать экономические показатели, так как за счет большой величины они оказывают влияние на принятие решений. Следовательно, статистическая оценка аварий, приводящих к существенным экономическим последствиям, должна дополняться экономической оценкой величины ущерба.

Используя аппарат теории решений, а также формулу Байеса, построим вероятностную оценочную модель. Формула Байеса задается в соответствии со следующим алгоритмом. Высказываются некоторые суждения (гипотеза H_1) и приблизительно определяется вероятность ее истинности $P(H_1)$. Затем выбирается некоторое событие A , связанное по вероятности с гипотезой H_1 . Если гипотеза H_1 верна, то вероятность появления события A равна $P(A / H_1)$. Причем полная вероятность события A , то есть вероятность появления события A в любом случае, независимо от истинности или ложности гипотезы H_1 равна $P(A)$. Если поступает информация о наступлении события A , то первоначальная вероятность истинности гипотезы H_1 уточняется следующим образом:

$$P(H_1 / A) = (P(A / H_1) \cdot P(H_1)) / P(A),$$

где $P(H_1 / A)$ — уточненная, апостериорная вероятность гипотезы H_1 ; $P(H_1)$ — ее перво-

начальная, априорная вероятность.

Если в последующем поступит новая порция информации, например о событии B , то же связанном вероятностью $P(B / H_1)$ с гипотезой H_1 , то уточненная на базе наступления этих двух событий вероятность гипотезы H_1 будет вычислена по формуле:

$$P(H / A \text{ и } B) = \\ = (P(H_1 / A) \cdot P(B / H_1) \cdot (P(H_1))) / P(AB),$$

где $P(AB)$ — полная вероятность наступления сразу двух событий.

Для расчета делаем предположение о том, что используемая информация формируется экспертно (экспертная группа).

Для обеспечения эксплуатационной безопасности необходимы средства в размере X . В случае нарушения этой функции затраты на ликвидацию последствий составят значительную сумму, сопоставимую со стоимостью самого объекта.

Вероятность безаварийной эксплуатации объекта определяется по формуле:

$$P(H_1) = (1 - K),$$

где P — вероятность; H_1 — гипотеза о безаварийной эксплуатации объекта в течение всего жизненного цикла; K — оценка вероятности аварии, полученная экспертным путем.

Вероятность аварийной работы определяется по формуле:

$$P(H_2) = K,$$

где H_2 — предположение об аварийной ситуации во время эксплуатации.

Стоимость дополнительных исследований, уточняющих вероятность аварии равна N . Вероятность того, что положительный прогноз сбудется, определяется по формуле:

$$P(A / H_1) = P(A / H_2) = L,$$

где A — положительный результат дополнительных исследований; L — надежность дополнительных исследований (вероятность того, что исследования дадут правильный результат).

Вероятность того, что прогнозы окажутся ошибочными, в данном случае будет определяться по формуле:

$$P(A / H_2) = P(A / H_1) = (1 - L).$$

На основе приведенных данных необходимо

принять решение о целесообразности эксплуатации объекта, проведении дополнительных исследований и необходимости заказа прогноза.

Вероятность аварии при получении отрицательного прогноза составит:

$$P(H_1 / A) = 1 - P(H_1 / \bar{A}) = \\ = 1 - ((1 - L) \cdot (1 - K)) / (1 - M).$$

Задача определения научно обоснованного уровня производственных затрат при изготовлении изделия, необходимых для обеспечения безопасности, может быть также решена на основе методов риск-менеджмента. В этом случае для определения затрат на обеспечение функции безопасности может быть применен механизм актуарных расчетов, известный из теории страхования [8]. Такой подход обосновывается тем, что функционально-технические средства обеспечения безопасности близки организационно-экономическим средствам страхования. И те, и другие имеют целью исключение потерь ресурсов, вызванных авариями техногенного характера. В этом смысле совокупность затрат на создание конструктивных элементов, обеспечивающих безопасность эксплуатации, идентична страховому фонду, формируемому для компенсации ущерба, который может быть вызван этими авариями.

Очевидно, что при таком подходе возникает определенное противоречие между целями конструкторской деятельности, направленной на обеспечение эксплуатационной безопасности — сохранение жизни и здоровья людей и сохранение природной среды, и целями страховой деятельности — обеспечение экономических интересов продавцов услуг, связанных с эксплуатацией изделий повышенной ответственности, и потребителей этих услуг. Поэтому требуется уточнение о том, что актуарный механизм используется здесь лишь как инструментальное средство, методически соответствующее условиям, как страхования, так и экономической оценки результатов конструкторской деятельности в части обеспечения эксплуатационной безопасности. При этом не рассматривается возможность снижения эксплуатационной безопасности путем удешевления технических систем в случае накопления соответствующих страховых фондов.

Наряду с этим возможна «обратная» ситуация: в случае повышения эксплуатационной безопасности, степень которой оценена в стоимостной форме, возможно соответствующее снижение ставок обязательного и добровольного страхования, связанного с использованием изделий повышенной ответственности.

Актуарные расчеты представляют собой систему статистических и экономико-математических методов определения тарифных ставок и финансовых процессов формирования такого фонда.

Соответствие страховых и конструктивных параметров приведено в табл. 1.

Вышеописанный подход может быть положен в основу методического комплекса для экономического проектирования объектов подвижного железнодорожного состава, прочие компоненты которого описаны в ранее выполненных в ЮРГТУ (НПИ) работах [2; 9; 10].

Литература

1. Горобец Д. Г. Экономическое обеспечение эксплуатационной безопасности при проектировании изделий повышенной ответственности (на примере электровозостроения): Дисс. ... к.э.н. — Новочеркасск, 2000.
2. Экономические методы в конструировании. / Под ред. Е. Б. Колбачева. — Ростов н/Д: Академцентр, 2008. — 116 с.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 июля 2010 г. №524 «Об утверждении технического регламента о безопасности железнодорожного подвижного состава».
4. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. — М.: Финансы и статистика, 1996. — 187 с.
5. Князевский В. С., Князевская Н. В. Теория рискованных решений. — Ростов н/Д: РГЭА, 1996. — 254 с.
6. Ллойд Э., Ледерман Ч. Справочник по прикладной статистике. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 433 с.
7. Vroom. V. H., Jago A. G. The New Leadership: Managing Participation in Organizations. — Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1988.

Таблица 1

Соответствие страховых и конструктивных параметров

Содержание параметра	
Для условий страхования	Для условий конструирования
Сумма собранных страховых взносов	Суммарные затраты на функцию «Обеспечивать безопасность»
Сумма выплаченного страхового возмещения	Сумма затрат, связанных с ликвидацией последствий одной аварии
Общая страховая сумма застрахованных объектов	Сумма затрат, связанных с ликвидацией последствий аварий по всем объектам при допустимой вероятности по Байесу
Страховая сумма, приходящаяся на одного страхователя	Сумма затрат, связанных с ликвидацией последствий аварий по одному объекту при допустимой вероятности по Байесу
Число пострадавших объектов в результате страхового случая	Число аварий, влекущих экономико-правовые последствия, вероятность которых исключается за счет затрат на обеспечение безопасности
Число страховых событий	Число неблагоприятных факторов, способных привести к аварии
Число объектов страхования	Число машин (объектов) в партии (находящихся в эксплуатации)
Сумма страхового фонда, необходимая для выплаты страхового возмещения к концу расчетного года	Сумма капитальных вложений в работы по повышению безопасности объектов

8. Ефимов С. Л. Актуарные расчеты. // Экономика и страхование: Энциклопедический словарь. — М.: Церих-ПЭЛ, 1996. — С. 12.

9. Колбачев Е. Б., Ульяницкая Н. М., Туников В. А. Экономические методы управления созданием новых транспортных средств и модернизацией подвижного состава. — Новочеркасск: НОК, 2014. — 210 с.

10. Колбачев Е. Б. Экономический инструментарий управления процессами развития производственных систем: проблемы и перспективы. // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. — 2012. — №3. — С. 6–17.

Поступила в редакцию

12 ноября 2014 г.



Евгений Борисович Колбачев — доктор экономических наук, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Производственный и инновационный менеджмент», декан факультета инноватики и организации производства ЮРГПУ (НПИ). Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Автор более 240 работ по проблемам экономики производственных систем и бизнес-процессов, экономической социологии, эволюционной экономики, экономики инженерных решений. В качестве научного руководителя подготовил 27 кандидатов и докторов экономических и социологических наук.

Evgueniy Borisovich Kolbachev — Ph.D., Doctor of Economics, Candidate of Engineering, head of SRSTU (NPI) «Production Management and Management of the Innovations» department, dean of SRSPU (NPI) faculty of Innovations and Production Management. Honorable worker of Russia's higher professional education. Author of more than 240 works, dedicated to problems of production systems' and business-processes' economy, economic sociology, evolutionary economy, economy of engineering decisions. Prepared 27 candidates and doctors of economics and sociology as a research supervisor.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 25-56-66, +7 (8635) 25-51-54; e-mail: kolbachev@yandex.ru



Надежда Михайловна Ульяницкая — доктор экономических наук, профессор кафедры «Производственный и инновационный менеджмент» ЮРГПУ (НПИ). Автор исследований по проблемам развития производственных систем промышленности и транспорта.

Nadezhda Mikhailovna Ulianitskaya — Ph.D., Doctor of Economics, professor of the SRSPU (NPI) Production Management and Management of the Innovations department. Author's researches are the most known in the field of production systems' development for the industry and transportation.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 25-51-54; e-mail: fiop_urgtu@mail.ru