



# Прогнозирование инноваций и безопасный труд



Валентин ПОНОМАРЕВ  
Valentine M. PONOMARIEV

Сергей ДОНЦОВ  
Sergey A. DONTSOV



*Пonomarev Валентин Михайлович – доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).*

*Донцов Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент МИИТ.*

**Прогнозирование инноваций для обеспечения безопасных условий труда в промышленности и на объектах транспорта. Использование новых решений, прогрессивных начинаний как условие успешного функционирования любого предприятия. Поиск и моделирование оптимальных альтернатив.**

*Ключевые слова:* прогнозирование инноваций, безопасность труда, оптимальная альтернатива, экономико-математическая модель.

**В** недалеком прошлом список профессиональных болезней в России состоял из 15 наименований, а сейчас в нем их порядка 40, что можно объяснить увеличением воздействия канцерогенных, мутагенных и психоневрологических факторов, вредно воздействующих на персонал [1].

Этот факт свидетельствует о серьезных недостатках в реализации государственной политики в области безопасности труда, особенно с точки зрения ее профилактической направленности (в соответствии со ст. 210 Трудового кодекса РФ). В должной мере не обеспечивается системный подход ко всему спектру профилактического инструментария в сфере труда, как это предусматривается при внедрении инноваций в науке и технологии.

Если говорить об интересах труда, то само по себе внедрение современной техники и новых технологий не привело к ожидаемому результату. В сложившихся условиях, как показывает анализ, необходимо в первую очередь обеспечить безопасность средств производства на стадии их проектирования, разработки и внедрения [2].

Инновация в области безопасности труда – это внедренное новшество, востребованное рынком и обеспечивающее каче-



**Рис. 1. Этапы прогнозирования инноваций в области безопасности труда.**

ственный уровень процессов или продукции, включая снижение эксплуатационных рисков и повышение надежности предоставляемых услуг.

Прогнозирование инноваций включает в себя анализ и оценку всех стадий жизненного цикла (ЖЦ) системы – от формирования идеи о создании продукта и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ до момента снятия с эксплуатации последнего экземпляра вследствие износа [3].

В обеспечении безопасности труда прогнозирование инноваций состоит из ряда этапов [4]:

1. Определение целей системы безопасности.

2. Разработка альтернативных способов и средств достижения поставленных целей, вариантов систем, из которых предстоит выбрать наиболее предпочтительные.

3. Выявление необходимых ресурсов на реализацию исследуемых альтернатив и возможных ограничений ресурсов.

4. Анализ взаимодействия целей, альтернатив и ресурсов безопасности.

На этапе операционно-целевых исследований осуществляется анализ и выбор целей, выполнение которых должно быть обеспечено заново создаваемой технической системой – инновацией.

Рассмотрим основные этапы прогнозирования инноваций в области безопасности труда – рис. 1.

Выбор целей осуществляется на базе результатов систематического анализа динамики задач, возникающих по мере изменения ситуации, либо результатов обобщения опыта и взглядов, существующих на высшем уровне управления. Процесс определения целей подчинен своим правилам.

Структура целей включает всю совокупность подцелей, вытекающих из конечной цели операции; цели нижнего уровня должны быть подчинены целям верхнего уровня; цели одного уровня должны быть сопоставимы по масштабу и значимости; формулировка целей призвана обеспечивать возможность количественной оценки степени их достижения. На этом этапе используются экспертные оценки, методы экстраполяции временных тенденций, ситуационного анализа, иерархической декомпозиции и др.

Этап проектных исследований изучает и разрабатывает возможные технические средства достижения выбранных целей – варианты инновационных проектных решений. Это итеративный процесс. Здесь возникает целый ряд специфических задач, например, вопрос об использовании унифицированных подсистем (модификаций предшествующих образцов) или принципиально новых методов (подходов, изделий).

Выбор альтернатив на стадии проектных исследований должен осуществляться на базе совместной деятельности как заказчика, так и разработчика. В результате возникают альтернативы проектных вариантов или допустимые диапазоны изменения параметров системы, а также требования, входящие в группу проектных связей и ограничений в системе дисциплинирующих условий при решении задач экономической оценки проекта. На этом этапе применяются методы: матричный, морфологический, экспертные оценки и др.

Этап ресурсных исследований включает прогнозирование и анализ ресурсов по всем их видам (материальных, трудовых, финансовых) и стадиям ЖЦ и элементам системы – на реализацию альтернативных инновационных программ.



В процессе этих исследований:

– определяется необходимая и достаточная степень агрегирования прогнозных оценок;

– делается выбор метода прогнозирования в соответствии с объемом исходной информации;

– определяется состав существенных факторов и переменных, влияющих на эффективность системы и характеризующих состояние стадий их ЖЦ;

– строятся прогнозные модели ресурсов.

При определении затрат по стадиям ЖЦ продукта на их формирование влияет большое количество факторов: сложность продукции, требования к ее качеству, характер производства и т.д. Разнообразие факторов обуславливает множественность способов их расчета на разных стадиях ЖЦ продукции.

Для прогнозирования стоимостных показателей могут применяться различные методы. Выбор метода зависит от объема и состава исходной информации об объекте стоимостной оценки (интуитивные экспертные оценки, сопоставительные, статистические методы интер- и экстраполяции).

Создание прогнозных экономико-математических моделей всех видов ресурсов базируется на общих методологических положениях, основанных на исследовании и установлении зависимостей «ресурсы–параметр». В качестве факторов-аргументов таких зависимостей рассматриваются параметры управленческой системы и ее элементов, а также параметры производственного процесса (условия создания, производства, эксплуатации и утилизации системы).

В общем виде элементарная модель какого-либо стоимостного показателя безопасности может быть представлена в виде уравнения:

$$C_{ij} = f(X_j, Y_{ij}) k \tau (1 \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}) . \quad (1)$$

Системы ограничений, накладываемые на независимые переменные, входящие в состав уравнения:

$$\begin{aligned} x_{j \min} &\leq x_j \leq x_{j \max} , \\ y_{j \min} &\leq y_j \leq y_{j \max} , \\ \tau_{\min} &\leq \tau \leq \tau_{\max} , \end{aligned} \quad (2)$$

где  $C_{ij}$  – величина стоимостного показателя  $j$ -го элемента системы на  $i$ -й стадии его ЖЦ;  $x_j$  – параметры  $j$ -го элемента системы;  $y_{ij}$  – параметры производственного про-

цесса на  $i$ -й стадии ЖЦ  $j$ -го элемента системы (внутризаводские факторы);  $k\tau$  – коэффициент, характеризующий тенденцию изменения затрат во времени (например, влияние отраслевых факторов).

Критериальные исследования определяют возможность создания критериев оценки системы и формируют математическую модель критериальной (целевой) функции.

Математическую модель можно представить в трех видах критериев (в зависимости от количества): монокритериальном, поликритериальном и поликритериальном с ограничениями.

1. *Монокритериальный вид* – оценка и выбор технической системы осуществляется только по одному критерию (например, по критерию эффективности):

$$E = \frac{W}{3} , \quad (3)$$

где  $W$  – результат функционирования системы; 3 – затраты на ее функционирование.

Достоинства этого подхода – возможность формализации задачи и простота ее решения с использованием обширного арсенала математических методов теории принятия решений (математического программирования, теории игр, теории статистических решений, числовых методов оптимизации). Недостаток – сложность выбора единственного критерия.

2. *Поликритериальный вид* – использование нескольких критериев оценки (например, эффективность, стоимость, качество и др.).

Для выбора предпочтительного варианта возможно использование модели составного критерия ( $E$ ):

В случае аддитивной модели – это

$$E = \sum_{i=1}^n K_i \alpha_i .$$

В случае мультипликативной модели –

$$E = \sum_{i=1}^n K_i^{\beta_i} ,$$

где  $K_i$  – локальный критерий оптимальности;  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  – коэффициенты значимости и эластичности  $K_i$  критерия в составном критерии ( $E$ ).

3. *Поликритериальный вид с ограничениями*. Обычно используются критерии: «эффективность  $W$  – стоимость  $C$  – время

Т». Основной смысл сводится к выбору в качестве главного одного из триады критериев и переводу двух других критериев в ряд дисциплинирующих условий.

При этом рассматривают следующие постановки задач:

а) Оптимальное распределение ресурсов

$$W \rightarrow \max \frac{C \leq \bar{C}}{T \leq \bar{T}}, \quad (4)$$

б) Минимизация ресурсов

$$C \rightarrow \min \frac{W \geq \bar{W}}{T \leq \bar{T}}, \quad (5)$$

в) Любой ценой

$$T \rightarrow \min \frac{W \geq \bar{W}}{T \leq \bar{T}}, \quad (6)$$

где  $\bar{W}$ ,  $\bar{C}$ ,  $\bar{T}$  - заданные предельные значения  $W$ ,  $C$ ,  $T$ .

г) Поиск решения в области компромиссов. Множество допустимых вариантов разделяется на множество худших и множество нехудших решений. Худшим считается такое, когда вместо него можно найти другое решение, значения критериев у которого не хуже (такие же) или лучше, чем у рассматриваемого.

Математический алгоритм выбора нехудших решений основан на использовании бинарных отношений предпочтения теории принятия решений. Смысл бинарных отношений заключается в последовательном попарном сравнении элементов в соответствии с установленным правилом предпочтения. Обычно для поиска множества нехудших решений используют отношения предпочтения Слейтера или Парето [5].

На основе результатов критериальных исследований в дальнейшем проводятся оптимизационные, которые включают в себя сравнение альтернатив по выбран-

ному критерию; выявление случайных и неопределенных факторов и анализ их влияния на расчеты; логический анализ проблемы, дополняющий аналитический (формальный) анализ; принятие решения о выборе предпочтительного варианта системы с учетом дополнительной информации о возможных ситуациях, взаимодействующих системах, располагаемых ресурсах и т. д.

В условиях российской экономики инновации в области безопасности труда должны выступать условием сохранения конкурентоспособности и развития направления деятельности в практически любых отраслях промышленности и транспорта. При этом активность того или иного предприятия в сфере инноваций является одним из обязательных условий его успешного функционирования в будущем и расширения сферы и объемов деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 12.04.2011 № 302 н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

2. Мамытов Е. Г. Необходимость инновационных решений в области охраны труда // Справочник специалиста по охране труда. – 2008. – № 4.

3. Бовин А. А. Управление инновациями в организации: Учеб. пособие. – М.: Омега-Л, 2011.

4. Донцов С. А. Инновационный подход к оценке промышленной безопасности технологии создания и восстановления работоспособности железнодорожного подвижного состава // Материалы XV Всероссийской научно-методической конференции «Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах». – СПб., 2011.

5. Зайцев М. Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы / Учеб. пособие. – М.: Дело, 2011. ●

## FORECASTING OF INNOVATIONS AND WORK SAFETY

**Ponomarev, Valentine M.** – D. Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).  
**Dontsov, Sergey A.** – Ph. D. (Tech), associate professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

The authors give their opinion on forecasting of innovations for enhancing work safety at industrial and transport structures. They argue that new decisions and forward-thinking are preconditions for prosperity of any enterprise. The authors seek and simulate optimum alternative choice.

**Key words:** forecasting of innovations, work safety, optimum alternative, economic mathematical model.

Координаты авторов (contact information): Пономарев В. М. – [ponomarev.valentin@inbox.ru](mailto:ponomarev.valentin@inbox.ru), Донцов С. А. – [sdonzov@rambler.ru](mailto:sdonzov@rambler.ru).

