

УДК 331.453-047.43:613.6

## ИНДИКАТОР ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И УРОВЕНЬ ЗДОРОВЬЯ ПЕРСОНАЛА

*С.Т. Иманбеков, Э.Б. Ибраимова*

Предлагается новый подход по оценке безопасности производственного объекта с точки зрения здоровья персонала при условии, что производство связано с вредными выбросами или сбросами газов или стоков. Определяется величина « $g_{ij}$ », которая характеризует относительный показатель уязвимости персонала.

*Ключевые слова:* риски; оценка безопасности; оценка рисков; показатель уязвимости; уровень затратности; убытки; ущербы.

## THE ISSUE INDICATOR FOR INDUSTRY SAFETY ASSESSMENT REGARDING THE LEVEL OF HEALTH OF THE STAFF

*S.T. Imanbekov, E.B. Ibraimova*

The authors propose a new approach to assess the safety of the production facility in terms of health personnel, provided that production is associated with harmful emissions or discharges of gases or waste respectively.

*Key words:* risks; safety assessment; risk assessment; vulnerability index; spending levels; losses; damages.

Для выбора методологии по вопросу определения индикатора по оценке безопасности объектов промышленности относительно уровня здоровья персонала применены практика и действующие правила оценки физического износа конструкций, элементов или инженерных систем зданий. В данном случае предусматривается определенный порядок работ с выполнением соответствующих расчетов с применением различных коэффициентов и показателей. В частности, физический износ конструкции, элемента или системы, имеющих различную степень износа отдельных участков, по [1] следует определять по формуле

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot (P_i / P_k), \quad (1)$$

где  $\Phi_k$  – физический износ конструкции, элемента или системы, %;

$\Phi_i$  – физический износ участка конструкции, элемента, системы, %;

$P_i$  – размер (площадь или длина) поврежденного участка,  $m^2$  или  $m$ ;

$P_k$  – размер всей конструкции,  $m^2$  или  $m$ ;

$n$  – число поврежденных участков.

При этом физический износ здания в целом по [1] следует определять по формуле

$$\Phi_z = \sum_{i=1}^m \Phi_{ki} \cdot k_i, \quad (2)$$

где  $\Phi_z$  – физический износ здания, %;

$\Phi_{ki}$  – физический износ отдельной конструкции, отдельного элемента или отдельной системы, %;

$k_i$  – коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, отдельного элемента или системы, в общей восстановительной стоимости здания;

$m$  – число отдельных конструкций, отдельных элементов или систем в здании.

Базируясь на приведенных выше уравнениях, предлагаем новый подход по оценке безопасности производственного объекта с точки зрения здоровья персонала при условии, что производство связано с вредными выбросами или сбросами газов или стоков соответственно.

Предположим, что число заболевших на производстве от определенного вида заболевания, связанного с технологическим процессом (с вредными выбросами или сбросами газов или стоков) равно  $N_{\text{перс}}$ , а общее количество случаев заболевания всех видов на данном производстве равно  $N_{\text{общ}}$ , за один и тот же промежуток времени (например, в течение одного квартала  $t_1$ ).

Тогда через отношение (3) можно определить величину  $r_{ij}$ , которая характеризует относительный показатель уязвимости персонала:

$$r_{ij} = \sum_{i=1}^n N_{\text{перс}} / \sum_{j=1}^m N_{\text{общ}}, \quad (3)$$

где  $n$  – число случаев определенного вида заболевания за период  $t_i$ ;

$m$  – число всех видов заболеваний за период  $t_i$ .

При этом целесообразно определить коэффициент  $k_g$ , характеризующий уровень затратности производства в случае заболевания персонала определенного вида по уравнению (4)

$$k_g = S_{ij \text{ пред. мер}} / U_{ij \text{ tot}}, \quad (4)$$

где  $S_{ij \text{ пред. мер}}$  – затраты на предупреждение заболевания определенного вида, сом;

$U_{ij \text{ tot}}$  – общий экономический ущерб производству от заболеваний определенного вида, сом;

Чем больше показатель  $k_g$  (чем  $k_g$  ближе к 1), тем в большей степени производство подвержено рискам заболевания персонала определенного вида, что, в конечном счете, приведет к соответствующим экономическим убыткам или ущербу.

Показатель  $k_g$  также показывает соответствующую долю затратности производства от определенного вида заболевания в общей стоимости затрат, связанных с общим количеством заболеваний.

Тогда коэффициент уязвимости производственного персонала от заболеваний определенного вида можно записать в следующем виде

$$k_{\text{уязвимости}} = k_g \cdot r_{ij}. \quad (5)$$

В связи с изложенным при определении величины предполагаемого полного экономического ущерба ( $U_{\text{tot}}$ ), которая по [2] может быть определена как сумма прямого и косвенного экономического ущерба по формуле (6) рекомендуется применять коэффициент  $k_{\text{уязвимости}}$ .

Тогда расчетное значение полного экономического ущерба с учетом уязвимости персонала для данного производства можно определить по формуле (7)

$$U_{\text{tot}} = U_{\text{прямой}} + (A \cdot U_{\text{косв}}), \quad (6)$$

где  $A$  – коэффициент приведения разновременных затрат (коэффициент дисконтирования);

$U_{\text{прямой}}$  – прямой экономический ущерб, определяется по [3];

$U_{\text{косв}}$  – косвенный экономический ущерб, определяется по [3].

$$U_{\text{tot расч.}} = U_{\text{tot}} \cdot k_{\text{уязвимости}} \quad (7)$$

В данном случае предлагается рассмотреть принципиально новый подход к формированию

методов управления безопасностью на производствах с точки зрения предупредительной медицины. В качестве примера рассмотрим производственное предприятие по выпуску табачной товарной продукции.

В настоящее время табачная промышленность в нашей стране является одной из наиболее развивающихся отраслей пищевой промышленности, а число работников, занятых в данной отрасли, постоянно растет. Рост профессиональной заболеваемости, работа в тяжелых, вредных условиях табачного производства сопровождается высоким уровнем временной утраты трудоспособности, связанной с производственно-обусловленными заболеваниями [4]. В связи с многочисленными исследованиями, отражающими динамику заболеваемости рабочих табачного производства, отсутствием должных научно-обоснованных организационных форм этапного амбулаторного медицинского обслуживания кадровых рабочих на местах, решение задачи по предупреждению рискованных ситуаций на табачном производстве является весьма актуальным.

В целом предприятие является единой технологической системой включающей следующие технологические узлы (элементы), тесно взаимосвязанные между собой: «семенной склад – сельскохозяйственное поле – посев – полив – выращивание – уборка – сушка – транспортировка – хранение – сортировка – ферментация – сушка – смешение – обработка – расфасовка в изделия – транспортировка в торговые точки – реализация – потребление».

Рассматриваемая технологическая система подвержена воздействию различных факторов риска, в результате чего будут иметь место возможные отказы в элементах системы и, как следствие, нарушение технологического процесса в целом.

Детально изучая данный вид производства, мы установили, что каждый элемент требует присутствия производственного персонала для его обслуживания, причем различного квалификационного уровня и возраста.

Согласно [4], рассматриваемая технологическая система относится к категории сложных технических систем, в связи с чем требования к надежности, выраженные определенными показателями надежности, устанавливаются в соответствии с требованиями нормативов, учитывающих нужды производства и потребителей.

Обеспечение требуемой надежности технической системы должно предусматриваться на стадии проектирования и разработки ее элементов, ведении технологических и пуско-наладочных работ, а также в процессе эксплуатации путем организации эксплуатационно-аварийной службы, с регуляр-

ным ведением плано-предупредительных работ по предупреждению возможных отказов в работе элементов системы. Немаловажное значение имеет наличие высококвалифицированного обслуживающего персонала и необходимого технического оснащения.

На рисунке 1 приведен график, показывающий взаимосвязь таких параметров, как «Риск –  $R_{ij}$ », «Ущерб –  $U_{ij}$ » и «Затраты на мероприятия –  $S_{ij}$ », т. е. материальные затраты на предупредительные (превентивные) меры.

Согласно данному графику, в качестве примера, можно рассмотреть следующие варианты возможных событий.

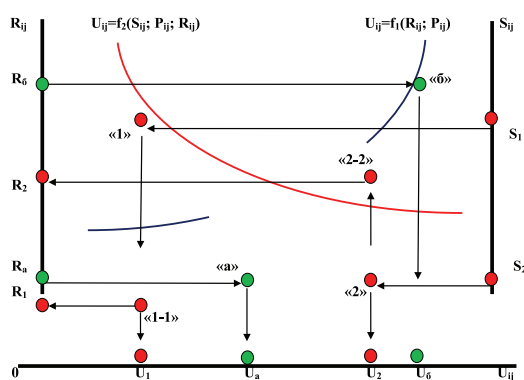


Рисунок 1 – График зависимости параметров «Риск», «Ущерб» и «Затраты на мероприятия»

1. Вариант, когда на производстве не принимаются превентивные мероприятия по предупреждению заболеваний.

1.1. Предположим, что при воздействии на элементы производства различных факторов влияния, расчетный показатель риска  $R_a$  будет минимальным, и объем возможного экономического ущерба также будет иметь минимальное значение  $U_a$  (на графике  $R_a \rightarrow \langle a \rangle \rightarrow U_a$ ).

1.2. В случае, когда расчетный показатель риска  $R_6$  будет иметь максимальное значение, объем возможного экономического ущерба также возрастет до максимального значения  $U_6$  (на графике  $R_6 \rightarrow \langle б \rangle \rightarrow U_6$ ).

1.3. Приведенные варианты «1.1» и «1.2» в данном случае должны описываться уравнением вида

$$U_{ij} = f_1(R_{ij}; P_{ij}). \quad (8)$$

Таким образом, связь между параметрами  $U_{ij}$  и  $R_{ij}$  очевидна, причем через вероятностную характеристику  $P_{ij}$ , показывающую возможную связь

событий и факторов риска (влияния), которые привели к рисковому состоянию на производстве.

2. Вариант, когда на производстве превентивные мероприятия по предупреждению заболеваний предпринимаются.

2.1. В случае, когда затраты  $S_1$  максимальны, используя уравнение

$$U_{ij} = f_2(S_{ij}; P_{ij}; R_{ij}), \quad (9)$$

можно сделать вывод, что будет достигнуто максимальное снижение возможного экономического ущерба  $U_1$  при минимизации расчетного показателя риска  $R_1$  (на графике  $S_1 \rightarrow \langle 1 \rangle \rightarrow \langle 1-1 \rangle \rightarrow U_1 \rightarrow R_1$ ).

2.2. В случае, когда затраты  $S_2$  минимальны, используя уравнение  $U_{ij} = f_2(S_{ij}; P_{ij}; R_{ij})$ , можно сделать вывод, что будет иметь место значительное повышение возможного экономического ущерба  $U_2$  при повышении расчетного показателя риска  $R_2$  (на графике  $S_2 \rightarrow \langle 2 \rangle \rightarrow \langle 2-2 \rangle \rightarrow U_2 \rightarrow R_2$ ).

В данном случае, связь между параметрами  $S_{ij}$ ,  $P_{ij}$ ,  $U_{ij}$  и  $R_{ij}$  также очевидна.

В обоих вариантах можно отметить, что следует регулярно проводить мониторинг, сбор и анализ данных по состоянию здоровья персонала и характеристик элементов системы и своевременно принимать соответствующие меры по снижению наступления рискованных ситуаций и минимизации возможных при этом экономических ущербов.

Следует постоянно помнить о том, что повышение надежности технологической системы требует увеличения материальных затрат, в связи с чем требования к надежности функционирования системы должны быть экономически обоснованы. При этом необходимо учитывать, что увеличение затрат на повышение надежности системы должно оправдываться снижением материальных затрат и экономических ущербов, вызываемых возможными отказами элементов производственной системы от воздействия на них различных факторов риска (влияния).

Для этого необходимо вести регулярный сбор и анализ отчетной, статистической и научно-технической информации по состоянию элементов технической системы в целом, а также по ее элементам в отдельности. Это данные по болезням (в разрезе видов заболеваний, периодичности, тяжести), связанные с производством, текущими и плановыми ремонтными работами и влияющие на самочувствие персонала, а также отказами и авариями, которые происходят как по времени, так и по финансовым затратам, причинам, приведшим к авариям, объемам потерь материальных и людских ресурсов и др.

Таким образом, при определении прогнозного показателя экономического ущерба  $U_{ij \text{ tot. расч}}$  на производстве в зависимости от определенного вида заболевания по формуле (7) следует в уравнениях (8) и (9) использовать коэффициент  $k_{\text{уязвимости}}$ , а именно:

$$U_{ij \text{ tot. расч.1}} = f_1(R_{ij}; P_{ij}; k_{\text{уязвимости}}); \quad (10)$$

$$U_{ij \text{ tot. расч.2}} = f_2(S_{ij}; P_{ij}; R_{ij}; k_{\text{уязвимости}}). \quad (11)$$

На основании рекомендаций приведенных в [5, 6] необходимо разработать методику управления рисками для всех видов чрезвычайных ситуаций, характерных для данного производства либо местности, которые должны определяться при условии их идентификации и ранжирования.

Использование таких коэффициентов, как коэффициент уязвимости производственного персонала  $k_{\text{уязвимости}}$  от заболеваний определенного вида и величины  $\Gamma_{ij}$ , которая характеризует относительный показатель уязвимости персонала, можно прогнозировать возможный уровень возникновения рискованных ситуаций на производстве с оценкой ущерба.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что основная цель данного подхода заключается в упрощении методики оценки надежности производственного объекта с точки зрения безопасности и здоровья персонала, а также при условии, что производство связано с вредными вы-

бросами или сбросами газов или стоков соответственно.

#### Литература

1. Правила оценки физического износа жилых зданий ВСН 53-86 (р). Госгражданстрой. М.: Прейскурантиздат, 1988. 72 с.
2. *Иманбеков С.Т.* Оценка экономического ущерба при чрезвычайных ситуациях / С.Т. Иманбеков, Э.Б. Ибраимова // Вестник КГУСТА. 2012. Выпуск № 4 (38). С. 69–79.
3. *Иманбеков С.Т.* Санитарно-техническое оборудование зданий: учебник для вузов / С.Т. Иманбеков, И.А. Абдурасулов, К.И. Кенжетаев и др. Бишкек: КРСУ, 2012. 244 с.
4. *Божков И.А.* Научное обоснование системы гигиенического и лечебно-профилактического обеспечения профессиональной деятельности работающих на современных табачных производствах: дис. и автореф. ... д-ра мед. наук / И.А. Божков. СПб., 2005.
5. *Иманбеков С.Т.* Управление безопасностью функционирования инженерных систем в кризисных ситуациях природного или техногенного характера / С.Т. Иманбеков // Вестник КРСУ. 2012. Т. 12. № 7. С. 61–64.
6. *Иманбеков С.Т.* Управления безопасностью функционирования инженерных систем (наружное водоотведение) в кризисных ситуациях природного и техногенного характера / С.Т. Иманбеков // Инженер. 2012. № 3, 4.