

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 Φ_k – физический износ конструкции, элемента или системы, %;

Φ_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 Φ_z – физический износ здания, %;

Φ_{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 $N_{пер}$, а общее количество случаев заболевания всех видов на данном производстве равно $N_{общ}$ 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_{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.

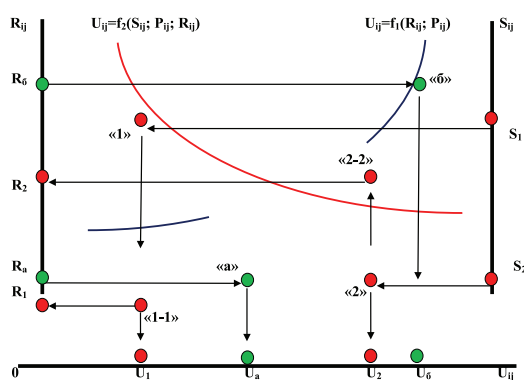


Рисунок 1 – График зависимости параметров «Риск», «Ущерб» и «Затраты на мероприятия»

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 Γ_{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.