

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВЛИЯНИЯ РИСКООБРАЗУЮЩИХ ПРИЧИН НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ СОБЫТИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Ткаченко И.А., асп., Коржик Б.М., проф., к.т.н.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства, м. Харків*

*У статті розглядаються основи методологічного забезпечення та процедури оцінювання ризиків небажаних подій на виробництві, а також послідовність оцінки впливу ризикоутворюючих причин на кількість постраждалих та загиблих від травматизму пов'язаного з виробництвом.*

**Актуальность проблемы.** Учет и анализ несчастных случаев (НС) на производстве, выявление объективных причин травматизма и закономерностей развития неблагоприятных событий – это один из основных путей предупреждения производственного травматизма, улучшения условий труда на производстве, принятия оптимальных решений для снижения показателей травматизма на производстве.

**Анализ исследований.** Анализ и оценка случаев потери трудоспособности (полной или частичной) либо случаев гибели человека на производстве, т.е. того, что принято считать неблагоприятными событиями на производстве, предполагают идентификацию рискообразующих причин, оценку вероятностей возникновения неблагоприятных событий и оценку последствия этих событий.

Рискообразующая причина – это объективное или субъективное явление или совокупность явлений, непосредственно связанных с трудовой деятельностью человека, которые под воздействием негативных факторов, порождают неблагоприятные события на производстве.

Неблагоприятное событие – результат действия рискообразующей причины или совокупности таких причин под воздействием негативных факторов, приводящий к потере трудоспособности (полной или частичной) либо гибели человека на производстве.

Т.о. неблагоприятное событие является следствием действия рискообразующих причин под воздействием совокупности негативных факторов. Данные показатели дают возможность анализировать динамику производственного травматизма и принимать решения об оптимизации данного показателя.

Под идентификацией рискообразующих причин на производстве понимается процесс нахождения, составления перечня и описания причин, повлекших возникновение неблагоприятного события на производстве.

Введем в рассмотрение множество рискообразующих причин  $ROP$ :

$$ROP = \{rop_i\}_{i=1}^{kr} \quad (1)$$

где  $rop_i$  - наименование  $i$ - ой рискообразующей причины,

$kr$  - количество причин ( $i = \overline{1, kr}$ ).

Согласно Классификатора [1], присвоим элементам множества  $ROP$  символьные значения  $rop_1, rop_2, rop_3, \dots, rop_i$ . Так, например, причине «Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность средств производства» соответствует наименование  $rop_1$ , причине «Несовершенство технологического процесса, его несоответствие требованиям безопасности» -  $rop_2$  и т.д.

Каждый элемент  $rop_i$  множества  $ROP$  характеризуется двумя параметрами:

- частотой количества потерпевших под влиянием  $rop_i$  - ой причины за период времени  $T$ , равный календарному году;
- частотой количества погибших от травматизма под влиянием  $rop_i$  - ой причины за период времени  $T$ , равный календарному году.

Следовательно, каждый  $rop_i$  -  $i$ - ый элемент можно представить в виде:

$$rop_i = \{r_{rop_i}^n, r_{rop_i}^{nc}\}, \quad (2)$$

где  $r_{rop_i}^n$  - частота количества потерпевших за промежуток времени  $T$ , чел./год;

$r_{rop_i}^{nc}$  - частота количества погибших за промежуток времени  $T$ , чел./год.

Если ввести в рассмотрение случайные события  $C_{rop_i}^n$  и  $C_{rop_i}^{nc}$ , то получим, что  $rop_i$ -ая рискообразующая причина под воздействием негативных факторов повлечет за собой наступления неблагоприятных событий с количеством потерпевших -  $kn_{rop_i}$  для случайного события  $C_{rop_i}^n$  и с количеством погибших -  $knc_{rop_i}$  для случайного события  $C_{rop_i}^{nc}$  за рассматриваемый период времени, равный календарному году.

Численной мерой этих событий предлагается считать  $P(C_{rop_i}^n)$  - вероятность наступления случайного события  $C_{rop_i}^n$  и  $P(C_{rop_i}^{nc})$  - вероятность наступления случайного события  $C_{rop_i}^{nc}$ .

Количество потерпевших  $-kn_{общ}$  (погибших  $-knc_{общ}$ ) от травматизма по основным рискообразующим причинам является совокупностью однородных объектов, которые подвержены влиянию РОП в равной степени и называются - общий среднегодовой объем наблюдений. Количество потерпевших  $kn_{rop_i}$  (погибших -  $knc_{rop_i}$ ) от травматизма на производстве, вызванных действием конкретной РОП, тождественно количеству независимых наблюдений в исследуемом году по рассматриваемой причине.

Тогда, согласно [2, 3], можно рассматривать значения частоты  $r_{rop_i}^n$  и  $r_{rop_i}^{nc}$  как значения вероятности  $P(C_{rop_i}^n)$  - для случайного события  $C_{rop_i}^n$  и

значения вероятности  $P(C_{rop_i}^{nc})$  - для случайного события  $C_{rop_i}^{nc}$  за каждый рассматриваемый год:

$$P(C_{rop_i}^n) = r_{rop_i}^n \quad (3)$$

$$P(C_{rop_i}^{nc}) = r_{rop_i}^{nc} \quad (4)$$

Согласно формулам (1-4) каждая рискообразующая причина (РОП) характеризуется двумя параметрами: частотой количества потерпевших и частотой количества погибших. Эти частоты являются численной мерой неблагоприятных событий (НСоб), которые вызваны РОП под воздействием негативных факторов, т. е. вероятностью этих НСоб.

Таким образом, каждой  $rop_i$ -ой рискообразующей причине будет соответствовать два значения вероятности наступления неблагоприятного события:

$$ron_i = \{ P(C_{rop_i}^n), P(C_{rop_i}^{nc}) \} \quad (5)$$

Производственный риск напрямую зависит от величины частотных характеристик рискообразующих причин, т. е. чем больше значение частотной характеристики РОП, тем больше вероятность того, что произойдет НСоб, которое повлечет за собой производственный риск.

Тяжесть последствий неблагоприятных событий зависит от того, какие рискообразующие причины под воздействием негативных факторов повлекли за собой возникновение этих событий.

Для оценки тяжести последствий НС и для прогнозирования возможных производственных рисков проводится ранжирование рискообразующих причин по приоритету. Приоритетной считается такая РОП, которая влечет за собой неблагоприятное событие с наибольшим значением вероятности возникновения этого события.

Согласно [4], «ранжирование – это способ выражения предпочтения путем представления элементов в виде последовательности в соответствии с возрастанием или убыванием их предпочтительности».

Данная операция осуществляется путем попарного сравнения рискообразующих причин с приписыванием оценки в ранговой шкале. При прямом ранжировании «более предпочтительному элементу приписывается меньшее значение оценки. Рангом элемента считают номер его места, которое он занимает в ранжированном ряду».

Ранжирование рискообразующих причин строится на попарном сравнении числовых значений вероятностей  $P(C_{rop_i}^n)$  для событий  $C_{rop_i}^n$  и, соответственно, на попарном сравнении числовых значений вероятностей  $P(C_{rop_i}^{nc})$  для событий  $C_{rop_i}^{nc}$ .

В результате ранжирования элементам множества ставятся в соответствие их ранги, т.е. чем больше числовое значение вероятности возникновения рискообразующей причины, тем выше ранг ей присваивается.

Для анализа и оценки рисков (вероятности наступления неблагоприятного события) целесообразно использовать комплексный подход в

решении поставленной проблемы, в состав которого будут входить элементы как количественного, так и качественного анализа.

Поэтому целесообразно после проведения ранжирования, разбить полученные расчетные значения вероятностей наступления неблагоприятных событий на интервалы, т. е. количественные значения вероятности зададим интервалами.

Присваиваем интервальным значениям вероятности качественные оценки значений вероятности, такие как:

- "катастрофические потери";
- "значительные потери";
- "серьезные потери";
- "существенные потери";
- "незначительные потери";
- "никаких потерь".

Каждому подмножеству значений вероятностей наступления неблагоприятного события поставим в соответствие свой интервал оценок числовых значений вероятностей.

**Выводы.** Приведенная классификация значений вероятностей и рискообразующих причин необходима для моделирования значений вероятностей наступления неблагоприятного события, которое обусловлено несколькими рискообразующими причинами одновременно. Особое внимание при моделировании необходимо обратить на рискообразующие причины группы «значительные потери».

Т.к. именно данные причины под воздействием негативных факторов влекут за собой неблагоприятные события с самым высоким ущербом для производства, поэтому при планировании организационных мероприятий их необходимо учитывать в первую очередь.

### **Список использованных источников**

1. Порядок проведения расследования и ведения учета несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий на производстве. Постановление Кабинета Министров Украины № 1232 от 30.11.2011г.
2. Богоявленский С.Б. Управление риском в социально – экономических системах. Учебное пособие/ С.Б.Богоявленский – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 144с.
3. Костерев В. В. Надежность технических систем и управление риском. Учебное пособие/ В. В. Костерев - М.: МИФИ, 2008 – 280с.
4. Надежность и эффективность в технике. Справочник: В 10 т./ Ред. совет: В.С.Авдеевский и др. –М.: Машиностроение, 1986.

## **Аннотация**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВЛИЯНИЯ РИСКООБРАЗУЮЩИХ ПРИЧИН НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ СОБЫТИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Ткаченко И.А., Коржик Б.М.

*У статті розглядаються основи методологічного забезпечення та процедури оцінювання ризиків несприятливих подій на виробництві, а також послідовність оцінки впливу ріскообразующих причин на кількість потерпілих і загиблих від травматизму на виробництві.*

## **Abstract**

### **MODELING THE INFLUENCE OF THE POSSIBILITY OF REASONS FOR THE EMERGENCE OF RISKOOBRAZUYUSCHIH ADVERSE EVENTS FOR THE ENTERPRISE**

I. Tkachenko, B. Korzhik

*The article discusses the methodological basis and procedures to ensure risk assessment of adverse events in the workplace and also sequence of estimation of influence reasons, that form the risk, on an amount of suffered and died from injuries at work.*