

## МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОЙ ГОДИЧНОЙ ПРОГРАММЫ СНИЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ



УДК 658.382.3

**В.М. Минько**, д-р техн. наук, проф., И.Ж. Титаренко, Е.А. Бондарь, к-ты техн. наук  
ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»  
E-mail: [mcotminko@mail.ru](mailto:mcotminko@mail.ru)

*Изложен порядок разработки годовой программы снижения профессионального риска, обеспечивающей минимальное значение дозы воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов. Учитываются результаты аттестации рабочих мест по условиям труда и объемы финансирования мероприятий по охране труда.*

***Ключевые слова:** профессиональные опасности, оценка риска, оптимальное управление, снижение риска.*

## METHODOLOGY OF WORKING OUT OPTIMUM ANNUAL PROGRAMS OF DECREASE IN PROFESSIONAL RISKS

*The order of working out of the annual program of decrease professional risks, a dose of influence providing the minimum value on workers of dangerous and harmful production factors is stated. Results of certification of workplaces on working conditions and volumes of financing of actions for a labour safety are considered.*

***Keywords:** professional dangers, an estimation of risk, optimum management, decrease in risk.*

Действующие в настоящее время в России стандарты по управлению охраной труда [1], [2], [3], [4] ориентируют все организации на количественную оценку имеющихся профессиональных рисков и их снижение или устранение. Однако конкретные методики подготовки соответствующих программ или планов не сообщаются. Применяемые же методики дают противоречивые результаты [5] и в большинстве являются достаточно субъективными. Конечно, это

ставит практических работников в сложное положение, сдерживает внедрение в полном объеме систем управления охраной труда.

По нашему мнению при разработке программ снижения профессиональных рисков необходимо ориентироваться на максимальное снижение дозы воздействия выявленных, например, в ходе аттестации рабочих мест по условиям труда (АРМ), опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ). Хорошо известно, что не текущие значения повышенных уровней шума, вибрации или других факторов определяют соответствующие повреждающие эффекты, а продолжительность воздействия. Это же относится и к опасным факторам; чем продолжительнее какая-либо работа, например, на высоте с подмостей без ограждения, тем вероятнее несчастный случай.

Для количественной оценки дозы  $D$  воздействия ОВПФ нами предлагается выражение

$$D_{ОВПФ} = R \cdot T, \text{ ед.}, \quad (1)$$

где  $R$  – общий уровень риска, ед.;

$T$  – продолжительность воздействия; в качестве единиц измерения может быть принят месяц, квартал, год.

Общий уровень риска  $R$  (или интенсивность ОВПФ) определяется по выражению

$$R = \sum_{i=1}^m x_i \cdot N_i, \text{ ед.}, \quad (2)$$

где  $m$  – число выявленных профессиональных опасностей (число ОВПФ);  
 $x_i$  – оценка уровня риска в баллах (по шестибальной шкале) по отношению к  $i$ -ой профессиональной опасности;

$N_i$  – число работников, находящихся под воздействием  $i$ -й профессиональной опасности (ОВПФ).

Принимается, что отклонения в неблагоприятную для человека сторону любого фактора условий труда, т.е. повышенный шум, повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, пониженная освещенность, трав-

моопасность оборудования и т.п. представляют разновидность профессиональной опасности.

Подставляя выражение (2) в (1), получаем

$$D_{ОВПФ} = \left( \sum_{i=1}^m x_i \cdot N_i \right) \cdot T. \quad (3)$$

Таким образом, из (3) следует, что для уменьшения дозы  $D_{ОВПФ}$  необходимо уменьшать уровень риска по отдельным факторам (оценивается по величине  $x_i$ ), число работников  $N_i$ , занятых в опасных или вредных условиях, время работы  $T$  в опасных и вредных условиях.

Балльные оценки риска  $x_i$  могут быть получены либо по психофизическим формулам [6], либо исходя из следующей переводной таблицы 1:

Таблица 1

Таблица перевода классов условий труда в баллы риска

| Классы условий труда | Оптимальный | Допустимый | Вредный (подклассы) |   |   |   | Опасный (4) |
|----------------------|-------------|------------|---------------------|---|---|---|-------------|
|                      |             |            | 1                   | 2 | 3 | 4 |             |
| Балл риска $x_i$     | 1           | 2          | 3                   | 4 | 5 | 6 | -           |

В качестве примера приводится психофизическая формула для оценки риска  $x_{ш}$  повышенного шума

$$x_{ш} = 2 \cdot 10^{0,1 \cdot n_{ш} (L_{ф} - L_{ПДУ})}, \quad (4)$$

где  $n_{ш}$  - психофизический коэффициент, который для повышенного шума равен 0,3;

$L_{ф}$  и  $L_{ПДУ}$  – фактический и предельно допустимый уровни шума соответственно, дБА.

Из формулы (4) непосредственной следует, что если  $L_{ф} = L_{ПДУ}$ , то  $x_{ш} = 2$  (допустимые условия), если  $L_{ф} < L_{ПДУ}$ , то оценки  $x_{ш}$  будут меньше двух и условия труда будут приближаться к оптимальным.

Для опасного класса условий труда (класс 4) в табл. 1 оценка риска в баллах не указана, т.к. рабочие места с такими условиями должны либо ликвидироваться, либо оперативно приводиться в более безопасное состояние.

При расчете общего уровня риска  $R$  должны учитываться и факторы, получившие оценки  $x_i = 2$ , так как допустимые уровни не гарантируют охрану здоровья лицам с повышенной чувствительностью.

Выполненные исследования показали, что уменьшение дозы  $D$ , ведет к снижению общего числа различных отклонений в состоянии здоровья работников [7].

Максимальное снижение дозы  $D$  обеспечивается соблюдением оптимальной последовательности реализации предупредительно-профилактических мероприятий, которая устанавливается по величине коэффициента социально-экономической эффективности  $E_i$

$$E_i = \frac{x_{ni} - x_{ni}}{W_{ni}} \cdot N_i, \quad (5)$$

где  $x_{ni}$  и  $x_{ni}$  – оценки риска в баллах в начале периода планирования (по данным АРМ) и планируемые оценки соответственно;

$W_{ni}$  – планируемые затраты на выполнение мероприятия по  $i$ -му ОВПФ.

Чем выше значение  $E_i$ , тем раньше по срокам должно выполняться соответствующее мероприятие.

При планировании снижения профессиональных рисков приоритетными являются мероприятия, обеспечивающие оптимальные или допустимые условия труда, т.е.  $x_{ni} = 1$  или  $x_{ni} = 2$ .

Естественно, при разработке программы снижения профессиональных рисков должны учитываться и соответствующие общие допустимые затраты на снижение риска в организации.

Все расчеты могут выполняться путем заполнения (вручную или с помощью ЭВМ) таблиц 2 и 3. Они подготовлены авторами для условного примера, включающего девять выявленных профессиональных опасностей. На годовую программу снижения рисков организация планирует выделить 750 тыс. руб. с

равномерной разбивкой по кварталам, т.е. на один квартал может быть выделено  $750000 / 4 = 187500$ руб.

Таблица 2

Форма записи исходных данных к разработке годичной программы снижения профессиональных рисков

| Пор. № и наименование идентифицированных ОВПФ | Класс и подкласс условий труда по данным АРМ | Балл профессионального риска $x_{ni}$ по переводной таблице 1 | Число работников $N_i$ , на которых распространяется действие $i$ -го ОВПФ | Оценка риска $R_{ni}$ на начало периода планирования по каждому ОВПФ<br>$R_{ni}=x_{ni} \cdot N_i$ | № и наименование профилактических мероприятий | Планируемый балл профессионального риска $x_{ni}$ | Оценка остаточного риска по каждому ОВПФ<br>$R_{остi} = x_{ni} \cdot N_i$ | Планируемые затраты по смете на выполнение профилактических мероприятий $W_{ni}$ , тыс.руб. | Показатель $E_i$ социально-экономической эффективности профилактических мероприятий, вычисляется по формуле (5) |
|---|--|---|--|---|---|---|---|---|---|
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 1. Повышенная физическая нагрузка             | 3.2  | 4   | 9  | 36  | 1. Установка транспортера                     | 2   | 18  | 48,0  | 0,375   |
| 2. Повышенная травмоопасность                 | 3.3  | 5   | 4  | 20  | 2. Восстановление блокировочных устройств     | 2   | 8   | 55,0  | 0,218   |
| 3. Повышенная загазованность в цехе № 1       | 3.1  | 3   | 18   | 54  | 3. Устройство местной вытяжной вентиляции     | 2   | 36  | 85,0  | 0,212   |
| 4. Повышенная загазованность в цехе № 2       | 3.1  | 3   | 23   | 69  | 4. Устройство общеобменной вентиляции         | 1   | 0   | 167,5   | 0,275   |

Окончание табл. 2

| 1   | 2   | 3 | 4   | 5           | 6   | 7 | 8               | 9     | 10    |
|---|-----|---|-----|-------------|---|---|-----------------|-------|-------|
| 5. Повышенный шум   | 3.2 | 4 | 14  | 56          | 5. Установка акустического экрана                                       | 2 | 28              | 38,0  | 0,737 |
| 6. Недостаточная общая освещенность в цехе № 1              | 3.2 | 4 | 18  | 72          | 6. Реконструкция системы общего освещения                               | 1 | 0               | 98,0  | 0,551 |
| 7. Несоответствие санитарно-бытового обеспечения работников | 3.1 | 3 | 38  | 114         | 7. Увеличение числа умывальников и душевых сеток до нормативного уровня | 1 | 0               | 103,5 | 0,734 |
| 8. Неисправное местное освещение                            | 3.1 | 3 | 8   | 24          | 8. Восстановление местного освещения                                    | 1 | 0               | 18,4  | 0,870 |
| 9. Повышенная температура                                   | 3.2 | 4 | 17  | 68          | 9. Реконструкция общеобменной вентиляции                                | 2 | 34              | 144,0 | 0,236 |
| Суммы   | -   | - | 149 | $R_H = 513$ | -   | - | $R_{ост} = 124$ | 757,4 | -     |

Таблица 3

Итоговая таблица-решение к оптимальной годичной программе  
снижения профессионального риска

| Оптимальная последовательность осуществления мероприятий                | Затраты $W_{ni}$ нарастающим итогом | Квартал, месяц, в котором необходимо осуществить мероприятие | Снижение риска $\Delta R_i = x_{ni} \cdot N_i - x_{ni} \cdot N_i$ | Снижение риска $\Delta R$ нарастающим итогом | Остаточный риск $R_{ост}$ убывающим итогом $R_{ост} = R_H - \Delta R$ |
|---|-------------------------------------|--|---|--|---|
| 1   | 2                                   | 3  | 4   | 5  | 6   |
| 8. Восстановление местного освещения                                    | 18,4                                | первый (первый)  | 24  | 24   | 489   |
| 5. Установка акустического экрана                                       | 56,4                                | первый (первый)  | 28  | 52   | 461   |
| 7. Увеличение числа умывальников и душевых сеток до нормативного уровня | 159,9                               | первый (второй-третий)                                       | 114   | 166  | 347   |
| 6. Реконструкция системы общего освещения                               | 257,9                               | первый-второй (третий-четвертый)                             | 72  | 238  | 275   |
| 1. Установка транспортера   | 305,9                               | второй (четвертый-пятый)                                     | 18  | 256  | 257   |
| 4. Устройство общеобменной вентиляции                                   | 473,4                               | второй-третий (шестой-восьмой)                               | 69  | 325  | 188   |
| 9. Реконструкция общеобменной вентиляции                                | 617,4                               | третий-четвертый (восьмой-десятый)                           | 34  | 359  | 154   |
| 2. Восстановление блокировочных устройств                               | 672,4                               | четвертый (10-й – 11-й)                                      | 12  | 371  | 142   |
| 3. Устройство местной вытяжной вентиляции                               | 757,4                               | четвертый (11-й – 12-й)                                      | 18  | 389  | 124   |



В табл. 2 класс условий труда по травмоопасности оценен пятью баллами, хотя по действующему порядку проведения аттестации рабочих мест по условиям труда [8] этот фактор оценивается по трехбалльной шкале. Следует отметить, что применение разных шкал для оценки состояния условий труда (по степени соответствия гигиеническим нормативам, по травмоопасности, по обеспеченности СИЗ) является очевидным недостатком указанного нормативного акта. Получается, что одним и тем же баллом оцениваются совершенно различные состояния. Хотя применение единых шкал для оценки всех факторов условий труда (шестибалльная шкала) давно известно [9], [10].

В колонке 10 табл. 2 по формуле (5) определены показатели социально-экономической эффективности профилактических мероприятий, которые существенно различаются по своим значениям. В частности, мероприятие 8 характеризуется эффективностью, равной 0,870, а мероприятие 3 имеет эффективность 0,212, разница в 4,1 раза. Важно подчеркнуть, что показатель  $E_i$  социально-экономической эффективности, исходя из формулы (5), представляет собой отношение эффекта, т.е. снижения уровня риска  $(x_{ni} - x_{ni}) \cdot N_i$ , к затратам, т.е. мы имеем эффект на единицу затрат. Чем он больше, тем в более ранние сроки должны выполняться соответствующие мероприятия.

В табл. 3 (колонка 1) все мероприятия размещены в порядке убывания величины  $E_i$ : 8-5-7-6-1-4-9-2-3. В колонке 2 этой же таблицы указаны нарастающим итогом затраты, что сделано для определения периода времени (квартал, месяц), в течение которого необходимо выполнить мероприятие (или группу мероприятий). Для рассматриваемого примера объем финансирования на один квартал составляет 187500 руб. Следовательно, мероприятия 8, 5, 7 и, частично, 6 могут быть выполнены в первом квартале. Финансирование на два квартала составляет  $2 \cdot 187500 = 375000$  руб. Следовательно мероприятия 6, 1 и, частично, 4 могут быть выполнены во втором квартале. Аналогичным образом определяются группы мероприятий, выполняемых в третьем и четвертом кварталах.

Сроки реализации профилактических мероприятий могут быть определены и с разбивкой по месяцам. Их порядковые номера указаны в колонке 3 табл. 3 в скобках. Для этого определения нужно учесть нарастание финанси-

вания по месяцам года. При равномерном финансировании в расчете на один месяц имеем для нашего примера:  $750000 / 12 = 62500$  руб., на два месяца -  $2 \cdot 62500 = 125000$  руб. Поэтому в колонке 3 табл. 3 указано, что мероприятия 8 и 5 должны выполняться в первый месяц года, а мероприятие 7 во втором–третьем месяцах года. Аналогично определяются сроки реализации по месяцам года для остальных мероприятий.

Соблюдение оптимальной последовательности реализации профилактических мероприятий обеспечивает минимальный остаточный риск (точнее – минимальную остаточную дозу воздействия ОВПФ).

По данным табл. 3 построен график, отражающий изменение общего риска  $R$  по мере вложения средств в проведение профилактических мероприятий. На этом графике горизонтальных осей две. На верхней обозначены затраты на проведение мероприятий в тыс. руб., на нижней – месяцы года, т.е. ось времени. Важным является то, что масштабы для обеих осей – одинаковые. Т.е., если на один месяц в нашем примере объем финансирования составляет 62,5 тыс. руб., то, обозначив указанную сумму на верхней оси, необходимо полученную точку опустить на нижнюю ось. Расстояние от начала координат до этой точки будет соответствовать одному месяцу. Такой подход дает возможность построить ось времени, благодаря которой легко видеть как снижается общий риск по месяцам года и какие мероприятия должны быть выполнены в том или ином месяце – соответствующие обозначения приведены на рисунке.

Площадь под графиком изменения риска  $R$  по месяцам года пропорциональна остаточной дозе воздействия ОВПФ. Полная доза воздействия  $D_o$  в течение года равна произведению общего уровня риска на продолжительность воздействия (число месяцев в году), т.е. для рассмотренного примера  $D_o = R_{ОВПФ} \cdot 12 = 513 \cdot 12 = 6156$  ед. Остаточная доза воздействия  $D_{ост}$  может быть определена по формуле

$$D_{ост} = \sum_{i=0}^n \frac{R_i + R_{i+1}}{2} \frac{W_i}{W_m}, \text{ ед} \quad (6)$$

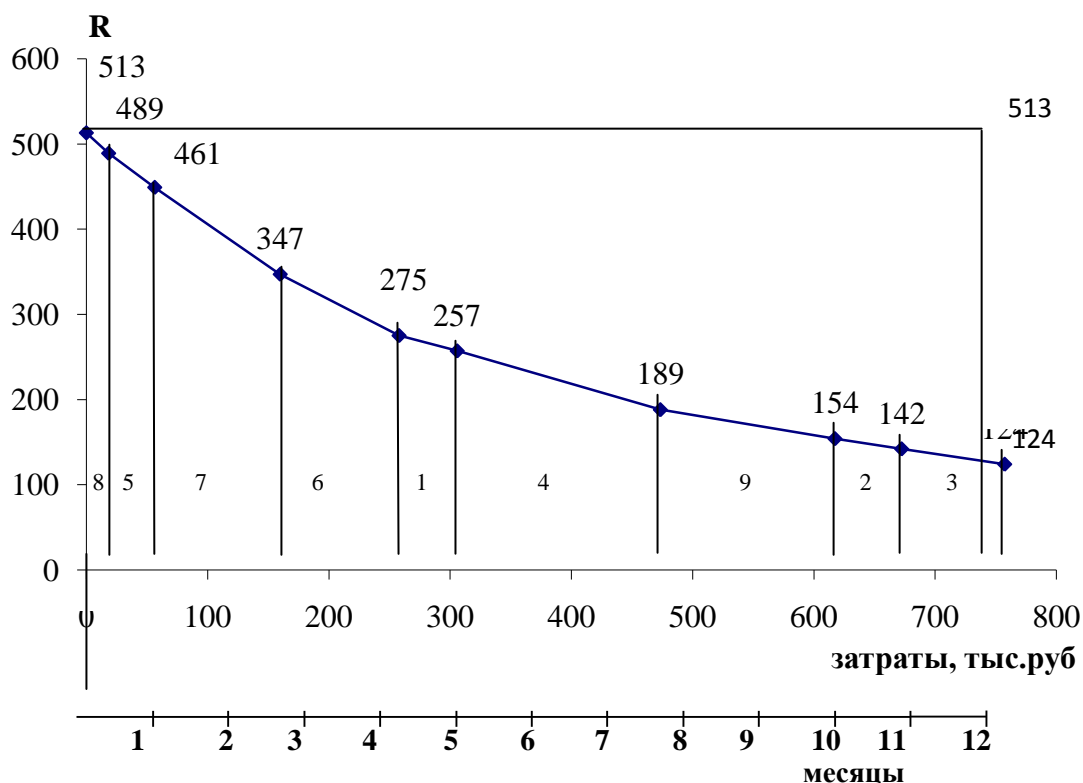


Рисунок. Изменение общего уровня риска  $R$  по месяцам года при оптимальной последовательности реализации профилактических мероприятий

где  $n$  – число профилактических мероприятий;

$R_i$  – общий остаточный риск после выполнения мероприятия с порядковым номером  $i$ ; при  $i=0$  учитывается общий риск  $R_{ОВПФ}$ , полученный непосредственно после АРМ;

$R_{i+1}$  – общий остаточный риск перед реализацией мероприятия с номером  $i+1$ ;

$W_i$  – затраты на выполнение мероприятия с порядковым номером  $i$ ;

$W_m$  – объем финансирования мероприятий по снижению риска, соответствующий одному месяцу.

Очевидно, отношение  $W_i / W_m$  характеризует продолжительность воздействия ОВПФ, выраженную в месяцах.

Применяя формулу (6), имеем для рассмотренного примера

$$D_{ocm} = \left(\frac{513+489}{2}\right)\frac{18,4}{62,5} + \left(\frac{489+461}{2}\right)\frac{38,0}{62,5} + \left(\frac{461+347}{2}\right)\frac{103,5}{62,5} + \left(\frac{347+275}{2}\right)\frac{98,0}{62,5} + \left(\frac{275+257}{2}\right)\frac{48,0}{62,5} + \left(\frac{257+189}{2}\right)\frac{167,5}{62,5} + \left(\frac{189+154}{2}\right)\frac{144,0}{62,5} + \left(\frac{154+142}{2}\right)\frac{55,0}{62,5} + \left(\frac{142+124}{2}\right)\frac{85,0}{62,5} = 3101\text{ед.}$$

Относительное снижение  $\Delta D$  дозы воздействия определяется по формуле

$$\Delta D = \frac{D_o - D_{ocm}}{D_o} \cdot 100\%. \quad (7)$$

Для рассмотренного примера получаем

$$\Delta D = \frac{6156 - 3101}{6156} \cdot 100\% = 49,6\%.$$

Таким образом, при выполнении профилактических мероприятий в оптимальной последовательности доза воздействия может быть снижена на 49,6%, т.е. наполовину. При любой иной последовательности реализации мероприятий остаточная доза воздействия будет больше и, соответственно, уменьшается относительное снижение дозы воздействия.

В рассмотренном примере общие затраты на выполнение всех профилактических мероприятий практически были равны объему финансирования. Важно отметить, что актуальность определения оптимальной последовательности реализации профилактических мероприятий только возрастает, если имеющихся средств недостаточно для финансирования всей программы снижения профессиональных рисков.

### Список литературы

1. ГОСТ 12.0.230-2007. ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования.
2. ГОСТ Р 12.0.007-2009. ССБТ. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию.

3. ГОСТ Р 12.0.009-2009. ССБТ. Системы управления охраной труда на малых предприятиях.
4. ГОСТ 12.0.010-2009. ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и рисков.
5. Бойко С.В. Проблемы оценки профессиональных рисков на практике / С.В. Бойко, В.М. Каравайков // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. - № 12. – С. 2-6.
6. Минько В.М. Математическое моделирование в охране труда / В.М. Минько. – Калининград: изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 248 с.
7. Титаренко И.Ж. Об оптимальном управлении процессом повышения безопасности рабочей среды в организациях / И.Ж. Титаренко // Актуальные проблемы охраны труда XXI века / Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – С. 138-160.
8. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда / Утв. приказом Минздравсоцразвития России от 26 апреля 2011 г., № 342н.
9. Количественная оценка тяжести труда. Межотраслевые методические рекомендации. – М.: Экономика, 1988. – 120 с.
10. Минько В.М. Безопасность труда в промышленном рыболовстве / В.М. Минько. – М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с.