УДК 62-7/-78

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА В НОАО «ГИДРОМАШ» РЕТРОСПЕКТИВНЫМ МЕТОДОМ

[1]Сауткина А.С., [2]Елькин А.Б., [2]Пачурин Г.В., [1]Шевченко С.М.

[1]ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина», Нижний Новгород, e-mail: shevchenko.sm@mail.ru;

[2]ФБГУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Р.А. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: pachuringv@mail.ru

Количественной оценкой неблагоприятных факторов производственной среды, а также степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести является результат оценки профессиональных рисков. Они могут быть расценены как первоначальный этап при определении подходов к управлению безопасностью и защите здоровья работников, построении в организации системы охраны труда. Оценка рисков представляет собой динамичный процесс, который позволяет организациям внедрить активную политику управления рисками на рабочем месте. Разнообразие задач, решаемых при оценке риска, требует разработки и использования ряда методик, поскольку трудно представить себе одну универсальную методику, которая позволяла бы решать все задачи. Проведенный в работе анализ динамики производственного травматизма по методу статистических контрольных карт показал снижение коэффициента частоты несчастных случаев на 6,8% в год. Но так как рассчитанный ретроспективным методом риск превышает среднестатистический риск в 2 раза, то для снижения травматизма на предприятии необходимо внедрение современной качественной системы управления охраной труда.

Ключевые слова: профессиональный риск, ретроспективный метод оценки риска, условия труда, опасные и вредные производственные факторы

EVALUATION OF PROFESSIONAL RISK NOAO «HYDROMASH» RETROSPECTIVE METHOD

[1]Sautkina A.S., [2]Elkin A.B., [2]Pachurin G.V., [1]Shevchenko S.M.

[2]Nizhny Novgorod State Pedagogical University n.a. K. Minin, Nizhny Novgorod, e-mail: shevchenko.sm@mail.ru;

[1]Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.A. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: pachuringv@mail.ru

A quantitative assessment of the adverse factors of the production environment, as well as the risk of damage to the health of workers from the effects of hazardous and harmful factors of the working environment and the work load on the likelihood of health problems taking into account their gravity is the result of the evaluation of occupational risks. They can be regarded as an initial step in determining the approach to the management of safety and health protection of workers, the construction of the organization of labor protection system. Risk assessment is a dynamic process that enables organizations to implement a proactive risk management policy in the workplace. A variety of problems to be solved in the risk assessment, requires the development and use of a number of techniques, because it is difficult to imagine a universal method that would allow to solve all problems. Held in the analysis of the dynamics of industrial injuries by method of statistical control charts showed a decline in the frequency of accidents by 6.8% per year. But as calculated by the method of retrospective exposure exceeds the average risk 2 times, then to reduce injuries in the enterprise necessary to introduce modern quality of the OSH management system.

Keywords: professional risk, retrospective method of risk assessment, working conditions, dangerous and harmful production factors

По мере развития промышленного производства и появления новых все более совершенных и интеллектуально насыщенных технологий [12, 14] возрастают требования к обеспечению безопасных и здоровых условий труда [5–7]. К сожалению, в настоящее время уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости остается достаточно высоким [2, 9, 10], чему часто в немалой степени «способствует» так называемый, «человеческий фактор» [11]. При этом важным направлением в обеспечении безопасности и безвредности труда является совершенствование технологических процессов [1, 8, 13].

Количественной оценкой неблагоприятных факторов производственной среды, а также степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести является результат оценки профессиональных рисков. Это связано с тем, что количественная оценка является универсальным инструментарием, позволяющим адекватно оценивать и эф-

фективно управлять качеством производственной среды.

Профессиональный риск является результатом проявления сложного комплекса взаимоувязанных факторов условий труда и трудового процесса. Управление профессиональным риском предусматривает разработку и действие механизмов и институтов управления производственной средой и безопасностью, гигиеной труда и здоровьем работающих. Основной задачей управления является предупреждение и устранение причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости [3, 4].

Оценка рисков представляет собой динамичный процесс, который позволяет организациям внедрить активную политику управления рисками на рабочем месте. Разнообразие задач, решаемых при оценке риска, требует разработки и использования ряда методик, поскольку трудно представить себе одну универсальную методику, которая позволяла бы решать все задачи.

В работе оценка профессионального риска в НОАО «Гидромаш» проводилась ретроспективным методом. Методика расчета профессиональных рисков ретроспективным методом базируется на статистической информации по производственному травматизму и профзаболеваемости сотрудников организации.

На первом этапе рассчитываются коэффициенты, отражающие частоту и тяжесть несчастных случаев, а также уровень профессиональной заболеваемости. Уровень производственного травматизма характеризуется несколькими коэффициентам:

– коэффициентом частоты $K_ч$ несчастных случаев, который определяется по формуле

$$K_ч = \frac{HC}{P}1000, \qquad (1)$$

где HC – количество несчастных случаев за анализируемый период (обычно один календарный год), $HC = 9$; P – среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде, $P = 3400$ человек.

$$K_ч = \frac{9}{3400}1000 = 2{,}65;$$

– коэффициентом тяжести K_T несчастных случаев, который определяется по формуле

$$K_T = \frac{\sum D}{HC}, \qquad (2)$$

где $\sum D$ – суммарное число дней временной нетрудоспособности, вызванных всеми несчастными случаями, $\sum D = 180$ дней.

$$K_T = 180/9 = 20;$$

– коэффициентом потерь $K_п$, который определяется по формуле:

$$K_П = K_Ч\ K_T = \frac{\sum D}{P}\ 1000, \qquad (3)$$

$$K_П = \frac{180}{3400}1000 = 52{,}94$$

– коэффициентом частоты K_{CM} несчастных случаев со смертельным исходом, который определяется по формуле:

$$K_{CM} = \frac{HC_{CM}}{P}1000, \qquad (4)$$

где HC_{CM} – число несчастных случаев со смертельным исходом, $HC_{CM} = 0$;

$$K_{CM} = (0/3400)1000 = 0;$$

– коэффициентом обобщенных трудовых потерь $K_{об}$, который определяется по формуле:

$$K_{об.} = K_Ч K_T + K_{CM}\,6000, \qquad (5)$$

где 6000 – условные трудовые потери в днях на один несчастный случай со смертельным исходом;

$$K_{об} = 2{,}65 \cdot 20 + 0 \cdot 6000 = 53.$$

На основе полученных данных частоты и тяжести несчастных случаев можно рассчитать вероятность безопасной работы $P(0)$ и риск травмирования R.

$$P(0) = \exp\left(-\frac{K_ч}{1000}Nt\beta\right), \qquad (6)$$

где N –среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде; t – продолжительность работы предприятия; β – повышающий коэффициент, используется тогда, когда данные о несчастных случаях имеются основания считать заниженными. Имеются результаты исследований, из которых вытекает, что $1 \le \beta \le 5$; $K_ч$ – коэффициент частоты несчастных случаев, $K_ч = 2{,}65$.

Если приравнять N, t и β к единице, то пользуясь формулой (10) можно вычислить вероятность безопасной работы P(0) для одного человека в течение года

$$P(0) = \exp\left(-\frac{1{,}68}{1000}\right) = 0{,}998;$$

$$P(0) = \exp(-2{,}65/1000) = 1 - 0{,}00265 = 0{,}997.$$

Зная вероятность безопасной работы P(0) отнесенную в данном случае к 1 году, вычислим риск травмирования, который определяются по формуле:

$$R=1-P(0)=1-0{,}997=2\cdot10^{-3}; \quad (7)$$

Результаты расчета показывают, что вероятность безопасной работы P(0) для одного человека в течение года превышает риск травмирования на производстве. Согласно известной пирамиде Дюпона на каждые 10 000 неправильных действий работника на производстве приходится 10 травм. Следовательно, среднестатистический риск травмирования на производстве составляет $R_{\text{Тр}} = 10^{-3}$.

Поскольку рассчитанный риск превышает среднестатистический риск в 2 раза, на предприятии необходимо внедрять современнусистему управления охраной труда.

Для анализа динамики количественных показателей производственного травматизма может использоваться метод статистических контрольных карт. Карта представляет собой график значений коэффициента частоты несчастных случаев $K_{\text{ч}}$ по годам. Также на графике показываются средние значение коэффициента частоты несчастных случаев $\overline{K_{\text{ч}}}$ и верхний и нижний пределы изменения $K_{\text{ч}}$ вычисляемые по формулам:

$$\overline{K_{\text{ч}}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{\text{ч}_i}}{n}, \quad (8)$$

где $\overline{K_{\text{ч}}}$ – среднее значение частоты несчастных случаев; $K_{\text{ч}_i}$ – коэффициент частоты в *i*-м году анализируемого периода; *n* – число лет в анализируемом периоде;

$$K_{\text{ч}}^{B} = \overline{K_{\text{ч}}} + t\frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (9)$$

$$K_{\text{ч}}^{H} = \overline{K_{\text{ч}}} - t\frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (10)$$

где $K_{\text{ч}}^{H}$ – нижний предел изменения $K_{\text{ц}}$; $K_{\text{ч}}^{B}$ – верхний предел изменения $K_{\text{ц}}$; *t* – параметр распределения Стьюдента, табличная величина определяемая в зависимости от числа степеней свободы $k = n–1$ и доверительной вероятности β; *S* – среднееквадратичное отклонение, которое может быть определено по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} Кч_i^2 - \left[\left(\sum_{i=1}^{n} Кч_i\right)^2 / n\right]}{n-1}}, \quad (11)$$

где $K_{\text{ч}_i}$ – коэффициент частоты в *i*-м году анализируемого периода; *n* – число лет (дней) в анализируемом периоде.

При анализе показателей состояния условий и охраны труда важно также выявление средних темпов снижения или увеличения соответствующий показателей. Если принять, что какой-либо показатель состояния охраны труда, например, коэффициент частоты несчастных случаев $K_{\text{ч}}$ изменяется по годам t_i рассматриваемого периода по линейной модели, то из метода наименьших квадратов используется следующая формула для расчета среднего темпа $k_{\text{НС}}$ изменения частоты несчастных случаев:

$$k_{HC} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (K_{\text{ч}_i} - \overline{K_{\text{ч}}})(t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^{n} (t_i - \bar{t})^2}, \quad (12)$$

где $\overline{Кч}$ – среднее арифметическое значение частоты несчастных случаев за *n* лет; $\bar{t}$ – средний год $\left(\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}\right)$.

Зная $k_{\text{НС}}$, можно рассчитать прогнозируемую частоту несчастных случаев для любого момента времени t_i по выражению:

$$K_{\text{ч}}(t_i) = \overline{K}_{\text{ч}} + k_{HC}(t_i' - \bar{t}), \quad (13)$$

где t_i' – «смещенное» время $t_i' = t_i - t_{баз}$, где $t_{баз}$ – базовый год, предшествующий первому году анализируемого периода.

В табл. 1 приведем данные для построения контрольных карт для коэффициента частоты несчастных случаев $K_{\text{ч}}$. Расчетный период времени – 10 лет.

Среднее значение коэффициента частоты несчастных случаев $K_{\text{ц}}$ рассчитывается по формуле (8) $K_{\text{ц}} = 3{,}23$.

Таблица 1

Данные используемые для построения статистической контрольной карты

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Значение $K_{\text{ч}_i}$	1,94	1,89	2,7	2,83	3,21	3,52	5,0	5,29	3,24	2,65

Среднее квадратичное отклонение определяем по формуле (11)

$$S = \sqrt{\frac{4,42}{10}} = \sqrt{1,3} = 1,14.$$

Параметр распределения Стьюдента t определяем по таблице 10 в зависимости от числа степеней свобода $k = n–1$ и доверительной вероятности β

$$K = n–1 = 9,$$
$$\beta = 0,95\ (95\%).$$

Верхний и нижний пределы изменения коэффициента частоты несчастных случаев $K_ч$ расчитываются по формулам (9) и (10), соответственно:

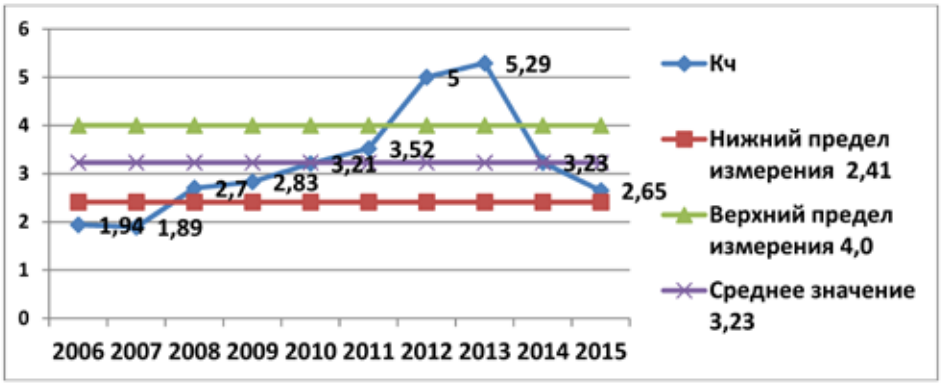
$$K_ч^в = 3,23 + 2,26\frac{1,14}{\sqrt{10}} = 4,0.$$

$$K_ч^н = 3,23 - 2,26\frac{1,14}{\sqrt{10}} = 2,41.$$

Статистическая контрольная карта представлена на рис. 1.

Из рис. 1 следует, что система управления охраной труда в организации недостаточна эффективна. Хотя коэффициент частоты $K_ч$ несчастных случаев и превышает верхнее предельное значение лишь в 2012 и 2013 годах, по остальным годам он имеет скачкообразный и в основном, повышенных характер. Вместе с тем в 2006 и 2007 годах значение $K_ч$ оказалось меньше нижнего предельного значения. Более того, в последние 2 года имеет место тенденция уменьшения несчастных случаев, а в 2015 году их количество приблизилось к нижнему пределу измерения. Исходя из этого следует продумать меры, закрепляющие опыт 2015 года, в организации работ по охране труда.

Расчет среднего темпа $k_{НС}$ изменения частоты несчастных случаев ведется по формуле (12). Для удобства расчетов в табл. 2 использовано «смещенное» время $t_i = t_i - t_{баз}$, где $t_{баз}$ – базовый год, предшествующий первому году анализируемого периода. В нашем случае $t_{баз}$ = 2006. Расчеты представим в табл. 2.



Статистическая контрольная карта для коэффициента частоты несчастных случаев $K_ч$

Таблица 2

Расчет среднего темпа изменения частоты несчастных случаев

Годы t_i	$K_{Ч_i}$	$K_{Ч_i} - \overline{K_Ч}$	Смещенное время $t_i' = t_i - 2006$	$t_i' - \bar{t}$	$(K_{Ч_i} - \overline{K_Ч})(t_i' - \bar{t})$	$(t_i' - \bar{t})^2$
2006	1,94	-1,29	1	-4,5	5,8	20,25
2007	1,89	-1,34	2	-3,5	4,69	12,25
2008	2,7	-0,53	3	-2,5	1,33	6,25
2009	2,83	-0,4	4	-1,5	0,6	2,25
2010	3,21	-0,02	5	-0,5	0,01	0,25
2011	3,52	+0,29	6	+0,5	0,15	0,25
2012	5	+1,77	7	+1,5	2,66	2,25
2013	5,29	+2,06	8	+2,5	5,15	6,25
2014	3,23	0	9	+3,5	0	12,25
2015	2,65	-0,58	10	+4,5	-2,61	20,25
Суммы	32,26	-0,04	55	-	17,78	82,50
Средние значения	3,23	-	5,5	-	-	-

$$k_{HC} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(K_{ч_i} - \overline{K_ч})(t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2} = \frac{17,78}{82,5} = 0,22.$$

Таким образом, анализ динамики количественных показателей производственного травматизма по методу статистических контрольных карт показывает, что снижение в последние два года коэффициента частоты несчастных случаев составляет:

$$(0,22 / 3,23)100\% \approx 6,8\% \text{ в год.}$$

Однако, поскольку рассчитанный выше риск превышает среднестатистический риск в 2 раза, то для снижения травматизма на предприятии необходимо внедрение современной качественной системы управления охраной труда.

Список литературы

1. Галка Н.В., Пачурин Г.В., Шевченко С.М. Опасные и вредные факторы производственного процесса в учреждении быстрого питания // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 10 (часть 1). – С. 43–49.

2. Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И., Филиппов А.А. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 3–е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2015. – 384 с.

3. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Ляуданскас Т.П. Система управления охраной труда в образовательном учреждении // Современные наукоемкие технологии. – 2016 – № 9 (часть 1). – С. 149–153.

4. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Горшкова Т.А., Ляуданскас Т.П. Обеспечение безопасности жизнедеятельности образовательного учреждения // Современные наукоемкие технологии. – 2016 – № 9 (часть 3). – С. 545–549.

5. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И., Филиппов А.А. Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие / Г.В. Пачурин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.: ил. – (Высшее образование).

6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45–50.

7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2–1. – С. 38–43.

8. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Оценка опасных и вредных факторов при производстве калиброванного проката и их устранение технологическими методами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7–2. – С. 161–164.

9. Щенников Н.И., Пачурин Г.В. Пути снижения производственного травматизма // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 101–103.

10. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Состояние охраны труда в ОАО «Павловский автобус» // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 1. – С. 44–44.

11. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Психологический акцент в анализе производственного травматизма и его профилактики // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4. – С. 162–169.

12. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. – 2008. – Т. 38. – №3. – S. 217–220.

13. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28. – № 7. – S. 670–673.

14. Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. – 2016. – Vol. 59. – Nos. 9–10. January. – P. 810–815.