

**Степанова И. П., Смирнов А. О.**  
**I.P. Stepanova, A.O. Smirnov**

**АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ГРУППОВОГО РИСКА ТРАВМАТИЗМА С ЦЕЛЬЮ АДРЕСНОГО ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**INDIVIDUAL/GROUP TRAUMA RISK FORCASTING ALGORYTHM FOR THE PURPOSE OF MANAGING TARGETED PREVENTION MEASURES**



**Степанова Ирина Павловна** – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

E-mail Prof.Stepanova@mail.ru

**Ms.Irina P. Stepanova** – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Health and Safety Studies (DHSS) at the State Komsomolsk-on-Amur Technical University (Komsomolsk-on-Amur). E-mail Prof.Stepanova@mail.ru

**Смирнов Александр Олегович** – дипломник кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail [alexandro793@mail.ru](mailto:alexandro793@mail.ru)

**Mr.Alexandre O. Smirnov** – diploma student at the Department of Health and Safety Studies (DHSS) at the State Komsomolsk-on-Amur Technical University (Komsomolsk-on-Amur). E-mail [alexandro793@mail.ru](mailto:alexandro793@mail.ru)

**Аннотация.** Предложен алгоритм прогнозирования индивидуального риска травматизма и выделения групп персонала, для которых требуется разработка комплекса дополнительных профилактических мероприятий.

**Summary.** The paper proposes an algorithm to forecast individual trauma risks and manage the allocation of groups of personnel for whom additional preventive measures are required.

**Ключевые слова:** риск, травма, прогноз, эффективность, управление.

**Key-words:** risk, trauma, forecast, efficiency, management.

УДК 331.46

Управление риском травматизма в таких сложных системах, как предприятие и отрасль, невозможно без прогнозирования. Характерной особенностью таких систем (в [1] они определены как биосоциотехнические (БСТС)) является их быстрое изменение и развитие. Закономерности их развития и проявления различных видов риска из-за влияния большого количества факторов часто носят случайный (стохастический) характер. Управленческие решения по снижению уровня рисков приходится принимать в условиях высокого уровня неопределенности.

Неопределенность является следствием вероятностного характера изучаемых явлений. Повысить эффективность принимаемых решений можно с помощью подходов, позволяющих учитывать неопределенность.

Уровень неопределенности можно снизить за счет умелого использования суждений специалистов и способности человека принимать рациональные решения в условиях невозможности их полной формализации. Действительно, при решении задач управления риском неблагоприятных событий в БСТС полная математическая формализация невозможна.

В таких ситуациях широко используются экспертные методы, под которыми понимают «комплекс логических и математико-статистических методов и процедур, направленных

Степанова И. П., Смирнов А. О.

## АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ГРУППОВОГО РИСКА ТРАВМАТИЗМА С ЦЕЛЬЮ АДРЕСНОГО ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

на получение от специалистов информации, необходимой для выбора наилучшей из альтернатив при выработке управленческого решения» [2]. Особенно эффективны такие приемы при решении задач прогнозирования риска травматизма.

Правда и сам эксперт – источник неопределенности, но такую неопределенность можно компенсировать применением формализованных процедур сбора и обработки данных, методов теории вероятности и математической статистики.

Идея настоящей работы заключается в том, что можно прогнозировать индивидуальный риск травматизма для каждого работника как сумму известных из ретроспективного анализа рисков травматизма групп, к которым принадлежит человек.

Индивидуальный риск  $n$ -й персоны определяется по выражению

$$R_n = \sum(R_i \alpha_i),$$

где  $R_n$  – прогнозируемый индивидуальный риск  $n$ -й персоны;  $R_i$  – уровень риска по группе  $i$  (например, профессия, стаж, возраст, пол), соответствующий принадлежности к данной группе  $n$ -й персоны по набору признаков;  $\alpha_i$  – вес риска по  $i$ -й группе признака (прогностический коэффициент), например, профессия, стаж, возраст, пол, тогда  $R_n$  можно представить в виде:

$$R_n = R_{\text{Проф}} \alpha_{\text{Проф}} + R_{\text{Стаж}} \alpha_{\text{Стаж}} + R_{\text{Возр}} \alpha_{\text{Возр}} + R_{\text{Пол}} \alpha_{\text{Пол}}. \quad (1)$$

Рассчитываемой величиной на стадии ретроспективного анализа является общий риск травматизма  $R$  и риск травматизма  $R_i$  по группе  $i$ , определяемые на основе сбора и анализа статистических данных:

$$R = n / N ; \quad R_i = n_i / N_i,$$

или в расчете на 1000 работников

$$R^* = 1000 n / N ; \quad R_i^* = 1000 n_i / N_i,$$

где  $R$  – общий риск травматизма за исследуемый период на объекте ретроспективного анализа;  $R^*$  – общий риск травматизма на 1000 работников;  $R_i^*$  – риск травматизма по группе  $i$  на 1000 работников;  $n$  – общее число случаев травматизма за исследуемый период на объекте ретроспективного анализа;  $N$  – численность персонала на объекте ретроспективного анализа;  $R_i$  – уровень риска по группе  $i$  (например, профессия, стаж, возраст, пол);  $n_i$  – число случаев травматизма за исследуемый период на объекте ретроспективного анализа в группе  $i$ ;  $N_i$  – численность группы персонала по  $i$ -му признаку;  $N = \sum N_i$ ;  $n = \sum n_i$ .

Исследование ведется в пределах каждого года отдельно. Затем данные за 5 – 10 лет усредняются. Окончательный, усредненный за длительный период исследования результат даст наиболее приемлемый вариант ретроспективной оценки.

Вес риска  $\alpha_i$  может быть определен либо с помощью модифицированного вероятностного метода Байеса [2-3] (метода нормированных интенсивных показателей), либо с помощью метода экспертных оценок [6].

Согласно *методу Байеса*, следует ввести следующие весовые коэффициенты и нормирующие показатели:

- *нормирующий показатель* (средненоголетний уровень риска)

$$\text{НП} = R_{\text{Срмн}} = (\sum n_j / N_j) / M,$$

где НП – нормирующий показатель;  $n_j$  – количество случаев травмирования в  $j$ -й год;  $N_j$  – среднесписочная численность работников в  $j$ -й год;  $M$  – число лет ретроспективного анализа;

- *весовые коэффициенты*

$$K_i = R_{\text{max } i} / R_{\text{min } i},$$

где  $R_{\text{max } i}$  и  $R_{\text{min } i}$  – это максимальный и минимальный уровень риска в кривой распределения риска по каждому признаку  $i$ : пол, возраст, стаж, профессия. Чем больше этот показа-



тель, тем больше значимость фактора. При отсутствии влияния фактора на уровень риска травматизма отношение равно или близко к единице.

Вес риска по  $i$ -й группе признака  $\alpha_i$  определяется по выражению

$$\alpha_i = K_i / (\text{НП} \sum K_i).$$

Если в качестве групп выбраны профессия, стаж, возраст, пол, то выражения для расчета весовых коэффициентов примут вид:

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{Проф}} &= K_{\text{Проф}} / (\text{НП} \sum K_i); & \alpha_{\text{Стаж}} &= K_{\text{Стаж}} / (\text{НП} \sum K_i); \\ \alpha_{\text{Возр}} &= K_{\text{Возр}} / (\text{НП} \sum K_i); & \alpha_{\text{Пол}} &= K_{\text{Пол}} / (\text{НП} \sum K_i); \\ \sum K_i &= K_{\text{Проф}} + K_{\text{Стаж}} + K_{\text{Возр}} + K_{\text{Пол}}. \end{aligned}$$

По методу экспертных оценок коэффициенты  $\alpha_i$  определяются с помощью метода простого анкетирования. Этот метод предполагает одноразовый опрос экспертов с помощью анкет. В качестве экспертов могут выступать специалисты и руководители с большим стажем работ, имеющие достаточный опыт работы и хорошо знающие специфику деятельности исследуемого персонала и сам персонал.

Экспертам необходимо оценить вклад каждого фактора (профессия, стаж, возраст, пол) в уровень риска травматизма по 10-балльной шкале.

Затем по каждой группе признаков отдельно «мнения» (балльные оценки экспертов) усредняются. В качестве среднего используется медиана.

После определения средних оценок (медиан) определяют сумму средних значений:

$$S = \sum X_{i \text{ Cp}},$$

где  $S$  – сумма средних значений;  $I$  – признак группы (профессия, стаж, возраст, пол);  $X_{i \text{ Cp}}$  – медиана (средняя оценка) по  $i$ -й группе признака (профессия, стаж, возраст, пол).

Относительная экспертная оценка рассчитывается по выражению:

$$\alpha_i = X_{i \text{ Cp}} / S = X_{i \text{ Cp}} / \sum X_{i \text{ Cp}}.$$

Результаты сводятся в таблицу 1.

Таблица 1

Экспертные оценки значимости вклада в суммарный уровень риска травматизма таких признаков, как пол, возраст, стаж, профессия

Признак	Экспертная оценка					Относительная экспертная оценка
	Эксперт 1	Эксперт 2	.....	Эксперт к	Медиана	
Профессия						
Пол	$X_{\text{Пол}1}$	$X_{\text{Пол}2}$	$X_{\text{Пол}i}$	$X_{\text{Пол}k}$	$X_{\text{Пол} \text{ Cp}}$	$\alpha_i = X_{\text{Пол} \text{ Cp}} / S$
Возраст	$X_{\text{Возр}1}$	$X_{\text{Возр}2}$	$X_{\text{Возр}i}$	$X_{\text{Возр}k}$	$X_{\text{Возр} \text{ Cp}}$	$\alpha_i = X_{\text{Возр} \text{ Cp}} / S$
Стаж	$X_{\text{Стаж}1}$	$X_{\text{Стаж}2}$	$X_{\text{Стаж}i}$	$X_{\text{Стаж}k}$	$X_{\text{Стаж} \text{ Cp}}$	$\alpha_i = X_{\text{Стаж} \text{ Cp}} / S$
Профессия	$X_{\text{Проф}1}$	$X_{\text{Проф}2}$	$X_{\text{Проф}i}$	$X_{\text{Проф}k}$	$X_{\text{Проф} \text{ Cp}}$	$\alpha_i = X_{\text{Проф} \text{ Cp}} / S$
Сумма средних значений					$S = \sum X_{i \text{ Cp}}$	
Сумма относительных экспертных оценок						1

Метод экспертных оценок позволяет закладывать интуитивные знания людей об очень сложном явлении, что на практике дает более приемлемые результаты, чем неоправданные попытки применить сложные математические методы в области исследования, где рассчитываемая величина – всего лишь ранг.

Ранжирование персонала по величине  $R_n$  позволит выявить группы с повышенным уровнем риска, а затем подобрать и адресно применить дополнительные профилактические меры, адекватные уровню угроз, для выявленных «слабых» групп.

Чем выше ранг системы (объединение, отрасль), для которой выполнен ретроспективный анализ, тем надежнее данные  $R_i$  для группы по признаку  $i$  и тем достовернее прогнозные оценки.

**Степанова И. П., Смирнов А. О.**

## АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ГРУППОВОГО РИСКА ТРАВМАТИЗМА С ЦЕЛЬЮ АДРЕСНОГО ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

С точки зрения точности прогноза, ранг системы, по которой ведется прогнозирование и следует принимать управляющие решения, значения не имеет; но с точки зрения эффективности денежных вложений в дополнительные профилактические мероприятия результат будет тем лучше, чем крупнее объект прогнозирования и принятия управленческих решений.

Объект ретроспективного анализа и объект прогнозных оценок должны принадлежать к одному классу профессионального риска, к одной отрасли производства.

Количество выделяемых признаков для формирования групп зависит от целей исследования и имеющихся в распоряжении исследователя данных.

Объектом исследования может быть предприятие, группа предприятий или отрасль. Временной интервал исследования, обеспечивающий приемлемую достоверность, 5 – 10 лет.

*Важно понимать, что полученные в результате расчетов величины индивидуальных или групповых рисков являются лишь индексом (рангом) для выявления отдельных людей или их групп, находящихся в более рискованных условиях, чем другие в исследуемой выборке (подразделение, предприятие, отрасль), для формирования более адресных, а значит более эффективных мероприятий по предотвращению травматизма.*

Предложенный алгоритм исследования апробирован студентами 5-го курса специальности «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» при выполнении курсового проекта по дисциплине «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере».

Статистика травматизма за десятилетний период собрана студенткой кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУВПО «КнАГТУ» Н.М. Судаковой в ходе дипломного проектирования на предприятиях Комсомольского филиала ОАО «РЖД». Комсомольский филиал ОАО «РЖД» – это довольно большое предприятие с численностью работающих около 12500 человек, обеспечивающее процесс перевозок по Дальневосточному региону от г. Хабаровска до г. Советская Гавань.

Для расчетов и построения графиков использовалась программа Microsoft Excel 2003.

**Ретроспективный анализ.** На рис. 1 представлена динамика травматизма и линия тренда за период с 1996 по 2005 гг. Максимальный риск травматизма отмечается в 1996 г. (1,26 случаев на 1000 работающих), после чего он падает до 2001 г., где достигает своего минимума (0,73 случаев на 1000 работающих), и начинает расти.

Если прогнозировать риск по линии тренда на следующие 5 лет (до 2010 г.), то можно ожидать, как видно из диаграммы, снижения травматизма после 2005 г. и в 2010 г. он может составить 0,87 случаев на 1000 работающих.

На рис. 2 показано сравнение динамики травматизма с его среднеотраслевыми и среднеотраслевыми уровнями в расчете на 1000 работающих.

Сравнение со среднеотраслевым уровнем позволяет судить о том, будут ли скидки или надбавки к страховым тарифам на обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (величина среднеотраслевого уровня является «учебной», т.е. не реальной и выдана преподавателем для учебных целей).

Среднеотраслевый уровень является наиболее вероятной ожидаемой в будущем величиной риска травматизма на данном предприятии.

Первоначально необходимо выявить *группы персонала* по исследуемому признаку (например, полу, стажу, возрасту и профессии), их численность и уровень травматизма в группе, а затем построить *кривые распределения персонала по уровню риска травматизма* по всем исследуемым признакам.

В табл. 2 показаны формы представления информации для построения распределения риска травматизма по полу на основе ретроспективного анализа.

Для каждого распределения нужно рассчитать так называемый средневзвешенный по персоналу риск для всех выделенных групп. Это контрольная проверка результата, так как средневзвешенный риск по любому распределению должен быть равен общему риску травматизма в этой системе (предприятие, группа предприятий, отрасль) за исследуемый год.

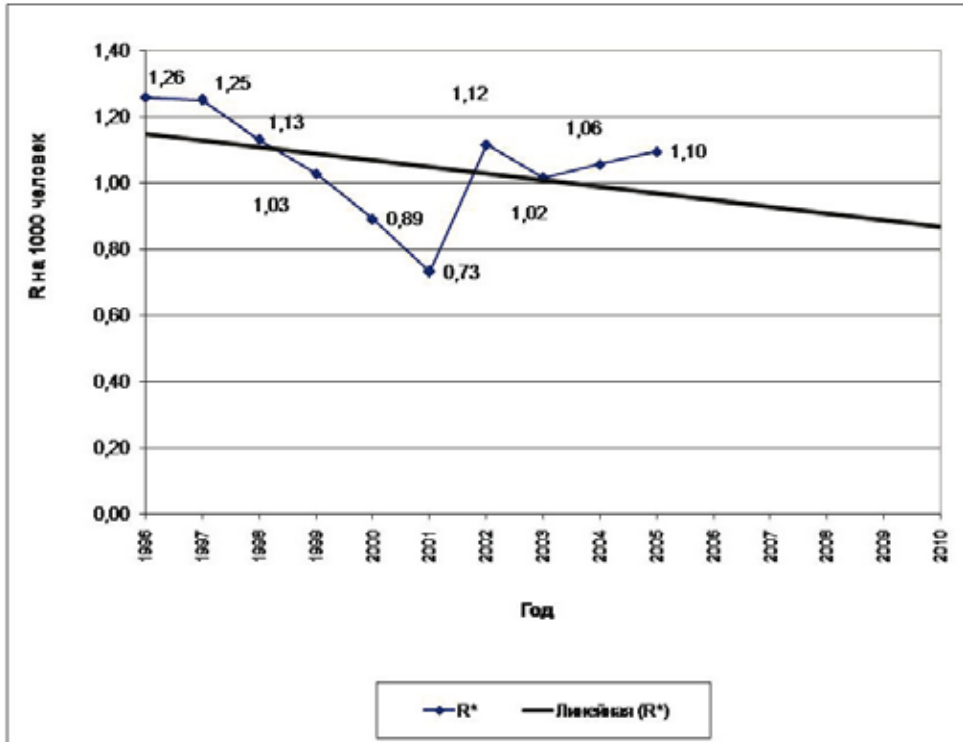


Рис. 1. Динамика общего травматизма и его прогноз до 2010 г. по линии тренда

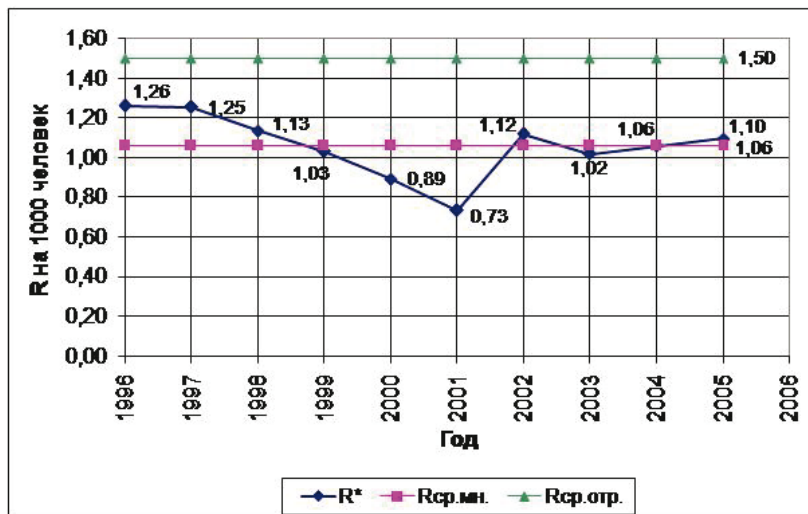


Рис. 2. Динамика общего травматизма за 10 лет и его среднегодулетний и среднеотраслевой уровни

Таблица 2

Распределение риска травматизма по половому признаку.  
Пример расчета для предприятия «Х» на 1996 г.

Группы персонала по полу	n <sub>i</sub> , случаев	N <sub>i</sub> , чел.	N <sub>i</sub> ОТН, о.е.	R <sub>i</sub>	
				о.е.	На 1000 чел.
Мужской	15	9456	0,66	0,001580	1,586
Женский	4	4822	0,34	0,000829	0,829
Σ	19	14278	1,00		

$$R_{\text{ср.Взв}} = \sum R_i * N_{i\text{ОТН}} = 1,586 * 0,66 + 0,829 * 0,34 = 1,0469 + 0,281 = 1,33$$

Средневзвешенный риск равен:

$$R_{\text{СрВзв}} = \sum R_i * N_{i\text{Отн}}$$

где  $R_i$  – риск в группе, сформированной по фиксированному признаку (пол, возраст и т.д.);

$N_{i\text{Отн}}$  – доля людей в группе по отношению ко всей численности персонала:

$N_{i\text{Отн}} = N_i / N_{\Sigma}$ , о.е. Здесь  $N_i$  – количество людей в  $i$ -й группе по фиксированному признаку;  $N_{\Sigma}$  – среднесписочная численность всей исследуемой популяции (предприятия, отрасли) за исследуемый год.

Подобные расчеты необходимо повторить за все 10 лет по всем признакам, а затем найти среднемноголетнее распределение. Пример такого расчета по полу представлен в табл. 3. На этом стадия ретроспективного анализа заканчивается. Ее результатом являются показатели распределения персонала по уровню риска травматизма по различным признакам (пол, возраст, стаж, профессия), представленные на диаграммах 3 – 6, построенных по среднемноголетним данным

Таблица 3

Результаты расчета среднемноголетнего риска по полу

Год	$R_{\text{общ}}$	$R_{\text{м}}$	$R_{\text{ж}}$
1996	2,31	1,48	0,83
1997	2,43	1,30	1,13
1998	2,16	1,46	0,70
1999	1,83	1,65	0,17
2000	1,75	0,95	0,80
2001	1,17	1,17	0,00
2002	1,97	1,77	0,21
2003	1,82	1,62	0,20
2004	1,71	1,71	0,00
2005	1,79	1,79	0,00
Среднее	1,89	1,49	0,40

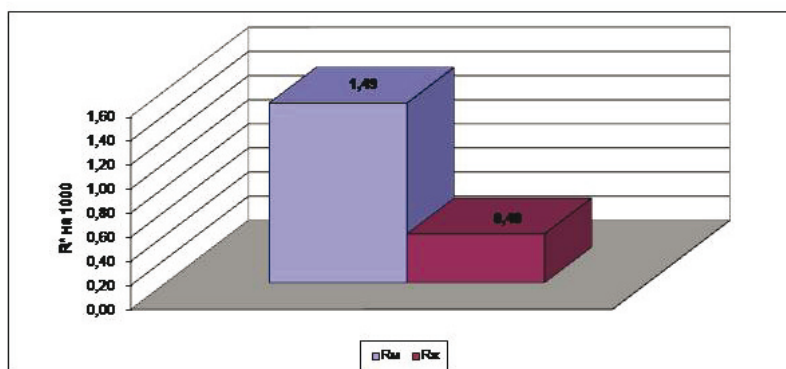


Рис. 3. Среднемноголетнее распределение риска травматизма по полу

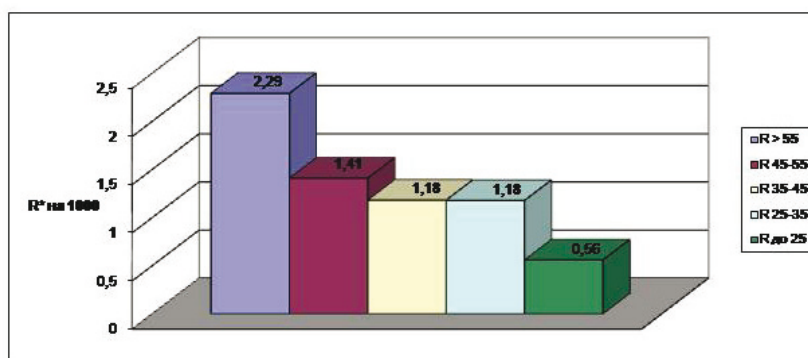


Рис. 4. Среднемноголетний риск травматизма по стажу



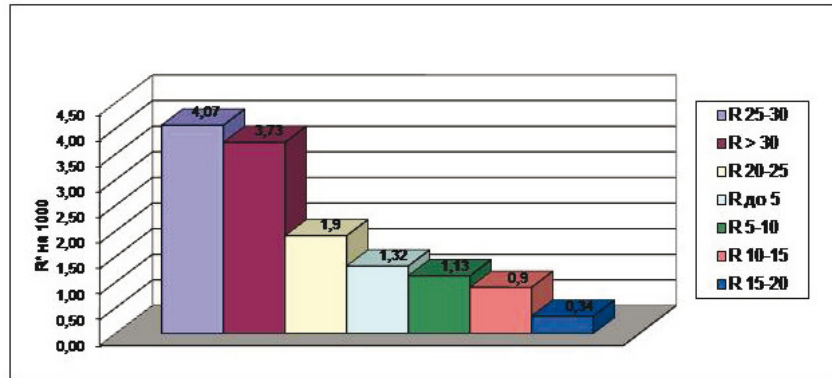


Рис. 5. Среднегодовой риск травматизма по возрасту

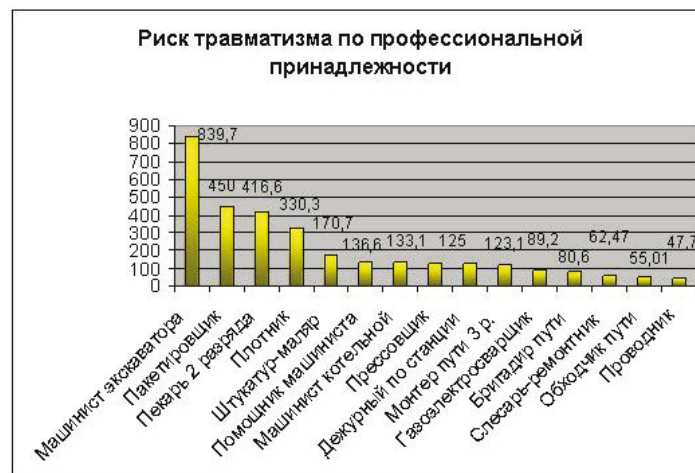


Рис. 6. Среднегодовые показатели уровня риска по профессии

Теперь есть возможность *прогнозировать индивидуальный (персонифицированный) риск* травматизма на последующие периоды для этого же предприятия или для любого другого предприятия или подразделения той же отрасли.

Для этого следует сформировать список персонала объекта прогнозирования с указанием их принадлежности к группам по полу, возрасту, стажу, профессии. Фрагмент такого списка показан в табл. 4. Затем необходимо определить индивидуальный риск по признакам на основе известных ретроспективных распределений (см. рис. 3 – 6) в форме, представленной в табл. 5.

Таблица 4

Формирование данных для прогнозирования индивидуального риска травматизма

	Должность	Стаж, лет	Возраст, лет	Пол
1. Иванов	Проводник	4	25	Муж.
i.	.....	....	....	.....
n. Петров	Плотник	20	40	Муж.

Таблица 5

Формирование данных для расчета прогнозируемого индивидуального риска травматизма

	$R_{\text{Проф}}$	$R_{\text{Стаж}}$	$R_{\text{Возр}}$	$R_{\text{Пол}}$
1. Иванов	48	1,40	1,65	1,49
i.	...	...	...	...
n. Петров	330	0,34	1,18	1,49

Степанова И. П., Смирнов А. О.

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ГРУППОВОГО РИСКА ТРАВМАТИЗМА С ЦЕЛЬЮ АДРЕСНОГО ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Затем необходимо рассчитать прогнозируемый индивидуальный риск по выражению (1).

Для получения прогнозных оценок был сформирован список персонала «виртуального» подразделения и произведен расчет индивидуального риска для всех работников этого подразделения и проведено ранжирование персонала по уровню риска. На рис. 7 и в табл. 6 дано сравнение результатов такого расчета для случаев определения индивидуального риска без учета весовых коэффициентов и с учетом весовых коэффициентов по методу Байеса и методу экспертных оценок.

Таблица 6

Сопоставление результатов расчета индивидуального риска без учета и с учетом прогностических коэффициентов

Ранг п/п	Идентификационный признак для «виртуального» подразделения	Без учета весовых коэффициентов	По методу Байеса	По методу экспертных оценок
1	Иванов	88,730	78,997	28,79
2	Петров	48,790	42,360	15,66
3	Сидоров	44,370	39,220	14,42
4	Степанов	37,030	31,100	11,77
5	Смирнов	19,350	16,070	6,21
6	Авакумов	17,300	11,770	5,22
7	Портнов	16,680	12,530	5,10
8	Мельников	12,760	8,840	3,81
9	Сироткин	12,714	8,400	3,75
10	Анискин	12,631	7,590	3,70
11	Сбруев	10,090	5,200	2,86
12	Шуркин	8,140	4,491	2,29
13	Матвеев	7,651	3,450	2,07
14	Мытник	7,251	4,490	2,18
15	Яблоков	4,690	0,011	1,02
16	Иевлев	2,714	0,010	0,68

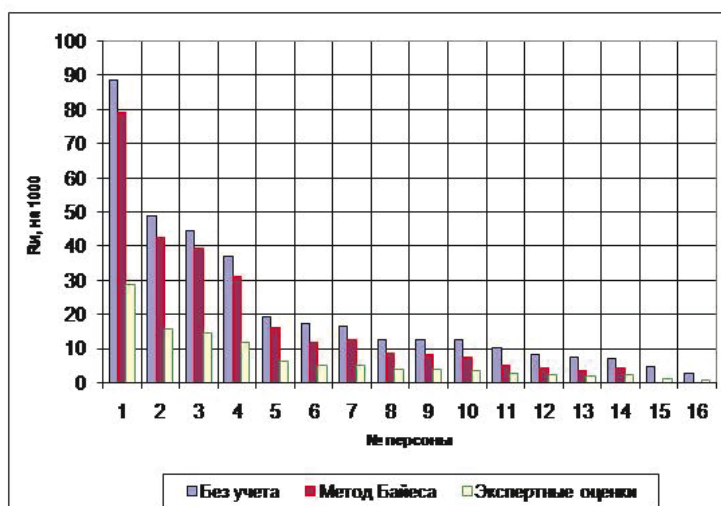


Рис. 7. Сопоставление результатов расчета индивидуального риска без учета и с учетом прогностических коэффициентов

В качестве идентификационного признака в таблице 6 указана фамилия (не будем забывать об учебном характере расчета). В реальной действительности там должна стоять фа-



миллиарда работника или его персонализированный код, кроме того должна быть известна принадлежность к структурному подразделению и фамилия руководителя. Это важно при последующем планировании комплекса профилактических мероприятий.

Расчеты показали, что весовые коэффициенты не только снизили значения индивидуального риска, но и поменяли ранги персонала.

На практике целесообразно работать не персонально, а с группами персонала с примерно равным уровнем риска. *Выделение групп персонала* с примерно равным уровнем риска по кривой распределения персонала является отдельной задачей.

Можно выделить две группы: выше и ниже среднемноголетнего уровня риска травматизма; выше или ниже среднеотраслевого. Можно выделить группы путем деления оси рисков на  $n$  равных частей:  $n = 1 + 3,22 * \lg N$ , где  $N$  – численная совокупность рассматриваемого персонала.

Можно такие группы выделить с помощью специальных математических методов [6]. Известны следующие математические методы выделения групп персонала с примерно равным уровнем риска по известной кривой распределения: кластерный анализ (метод одиночной связи (ближайшего соседа), метод полной связи (дальнего соседа), метод средней связи (в качестве меры расстояния выбирают квадрат евклидова расстояния), метод главных компонент, факторный анализ.

Выделим группы персонала с примерно равным уровнем риска с помощью метода одиночной связи. Вначале рассчитывается матрица расстояний между объектами. В качестве меры расстояния выберем значение индивидуального риска, рассчитанного по методу Байеса.

На каждом шаге в матрице расстояний ищется минимальное значение, соответствующее расстоянию между двумя наиболее близкими кластерами. Найденные кластеры объединяются, образуя новый кластер.

Изобразим процесс объединения кластеров в виде дендрограммы (рис. 8).

Процесс объединения был остановлен на данном этапе (рис. 8), так как расстояния между полученными 4 группами намного больше расстояний между всеми остальными кластерами.

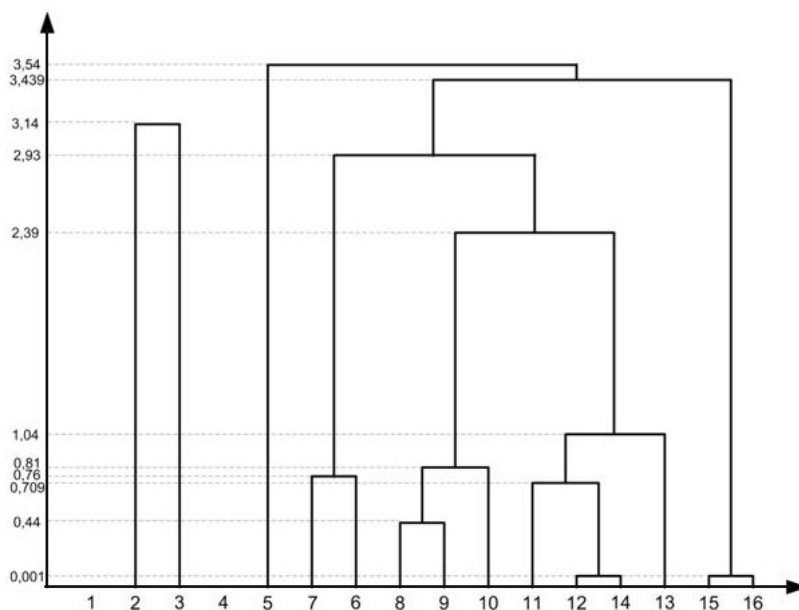


Рис. 8. Дендрограмма классификации методом ближайшего соседа

Как только группа с повышенным риском травматизма определена, можно приступать к разработке для нее специальной усиленной программы профилактики травматизма. Подобные

**Степанова И. П., Смирнов А. О.**

**АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ГРУППОВОГО РИСКА ТРАВМАТИЗМА  
С ЦЕЛЬЮ АДРЕСНОГО ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

адресные мероприятия всегда дадут более заметный результат, чем их применение ко всем сразу, кроме того позволят минимизировать затрачиваемые на подобные программы ресурсы.

По работе могут быть сделаны следующие выводы:

1. На предприятиях Комсомольского филиала ОАО «РЖД» прогнозируется снижение риска травматизма до 2010 г. до 0,87 случаев на 1000 человек.

2. Риск травматизма ниже среднеотраслевого, что позволяет рассчитывать на скидку к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (учебный вывод).

3. Ранжированы по среднемноголетнему за 10-летний период риску травматизма (число случаев на 1000 работающих) следующие группы:

а) по профессии:

- машинист экскаватора – 83,93;
- водитель дрезины – 62,50;
- пакетиروщик – 45,00;

в) по возрасту:

- более 55 лет – 2,29;
- 45-55 лет – 1,41;
- 35-45 – 1,18;

б) по стажу:

- 25-30 лет – 4,07;
- более 30 лет – 3,73;
- 20-25 лет – 1,9;

г) по полу:

- мужчины – 1,49;
- женщины – 0,40.

4. Наибольший вклад в величину индивидуального риска вносят его составляющие по профессии, стажу и возрасту.

5. Персонифицированный риск травматизма для человека будет изменяться при переходе его из одной группы (по полу, стажу, возрасту, профессии) в другую.

6. Весовые коэффициенты не только снижают значения индивидуального риска, но и меняют ранги персонала. Поэтому, не учитывая прогностические коэффициенты, нельзя правильно выбрать приоритетные группы персонала для проведения мероприятий по снижению риска.

7. При расчете индивидуального риска методом экспертных оценок значение риска меньше, чем при расчете с применением метода Байеса. Это объясняется тем, что значимость риска по профессии при экспертной оценке в три раза меньше, чем при применении метода нормированных показателей.

8. Полученные в результате расчетов величины индивидуальных или групповых рисков являются лишь индексом (рангом) для выявления отдельных людей или их групп, находящихся в более рискованных условиях, чем другие в исследуемой выборке (подразделение, предприятие, отрасль), для формирования адресных, а значит более эффективных мероприятий по предотвращению травматизма.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок. – 2-е изд., перераб. и доп. / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М. : Статистика, 1980. – 263 с.
2. Воронова, В. В. Оценка риска возникновения опасных ситуаций на основе рассмотрения нарушений персоналом требований нормативно-технической документации / В. В. Воронова, И. П. Степанова // Новое в российской электроэнергетике. – 2006. – № 12. – С. 42-50.
3. Олдендерфер, М. С. Кластерный анализ / М. С. Олдендерфер, Р. К. Блешфилд. – М. : Финансы и статистика, 1985. – 200 с.
4. Степанова, И. П. Безопасность жизнедеятельности: проблемы и перспективы : моногр. / И. П. Степанова. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. – 176 с.
5. Орлов, А. И. Теория принятия решений : учеб. пособие / А. И. Орлов. – М. : Издательство "Март", 2004. – 656 с.
6. Орлов, А. И. Экспертные оценки : учеб. пособие / А. И. Орлов. – М. : ИВСТЭ, 2002. – 31 с.