

Степанова И. П., Осколова И. Д.
I.P.Stepanova , I.D.Oskolova

**АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАВМАТИЗМА НА ОАО «АМУРМЕТАЛЛ»
МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**ANALYSIS AND PREDICTION OF HUMAN INJURY AT THE "AMURMETAL" FAC-
TORY BY MATHEMATICAL STATISTICAL METHODS**

Степанова Ирина Павловна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: Prof.Stepanova@mail.ru.

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

Осколова Ирина Даниловна – дипломник кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: Prof.Stepanova@mail.ru.

Ms. Irina D. Oskolova – Master of Engineering student of the Department of Health and Safety Studies, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); e-mail Prof.Stepanova@mail.ru

Аннотация. В работе выполнена апробация метода прогностической оценки индивидуального риска травматизма и выявления групп риска персонала в превентивном режиме на примере предприятия ОАО «Амурметалл». Наряду с инновационными для анализа использованы классические методы анализа и прогнозирования риска травматизма.

Summary. The paper considers the issue of testing a new method for short-term and medium-term prediction of individual traumatism and identification of at-risk groups among the personnel of JSC "Amurmetall". As follows from the data of short-term forecasting, the most authentic data give a linear trend. For the medium-term forecasts the linear trend can not be applied, the logarithmic trend gives a pessimistic forecast, and exponents give an optimistic forecast. Along with innovative methods for analysis, classical methods for trauma risk prediction are also used.

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

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

УДК. 614.84

Объектом исследования данной работы явился крупнейший на Дальнем Востоке металлургический комплекс ОАО «Амурметалл», обеспечивающее выплавку стали из лома черных металлов и производство сортового и листового проката. Уже более восьми лет завод ведет мощную реконструкцию производства, осваивает новые прогрессивные технологии. Одними из первых объектов, которые были сданы по плану программы технического перевооружения ОАО «Амурметалл», стали два современных комплекса переработки лома – пресс-ножницы «Vezzani». В 2006 г. осуществлена модернизация дуговой сталеплавильной печи ДСП-125. В 2007 г. введен в эксплуатацию АКП – агрегат «ковш-печь» в электросталеплавильном цехе. В 2008 г. дальневосточные металлурги планировали осуществить главную задачу масштабной реконструкции и модернизации предприятия – выйти на годовое производство стали 2150 тыс. т. В течение года коллектив ОАО «Амурметалл» упорно осваивал новую эффективную электросталеплавильную печь фирмы «Concast». В итоге, впервые за



одиннадцатилетнюю историю предприятия, показатель производства стали за год превысил 1 млн т. В октябре 2008 г. было завершено строительство и освоена технология самого крупного проекта на Дальнем Востоке и в металлургической отрасли России – слябовая машина непрерывного литья заготовок «SMS-Demag» [1; 2].

Для изучения производственного травматизма на изучаемом объекте были рассмотрены журналы регистрации несчастных случаев на производстве, информационные сообщения об отчетных несчастных случаях, произошедших в ОАО «Амурметалл» за десятилетний период с 1999 по 2008 гг. За рассматриваемый период было зафиксировано 122 несчастных случая, из них тяжелых – 26 и со смертельным исходом – 6.

Для оценки уровня производственного травматизма был использован следующий ряд стандартных показателей [3; 4]:

$$K_{\text{ч}} = 1000N/P, \quad K_{\text{т}} = \frac{\sum D}{N}, \quad K_{\text{см}} = 1000 * \frac{N_{\text{см}}}{P}, \quad K_{\text{п}} = K_{\text{ч}} * K_{\text{т}},$$

где $K_{\text{ч}}$ – коэффициент частоты (характеризует число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год)). В настоящем исследовании этот показатель называется также «риском травматизма» и обозначается R^* : $R^* = 1000N/P$; N – количество несчастных случаев, произошедших в организации за рассматриваемый период; P – среднесписочная численность работающих за тот же период времени, чел.; $K_{\text{т}}$ – коэффициент тяжести (характеризует среднюю длительность временной нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай, происшедший на производстве); $\sum D$ – суммарное количество дней нетрудоспособности по всем травмированным за рассматриваемый период (обычно за год); $K_{\text{см}}$ – коэффициент смертности (количество несчастных случаев со смертельным исходом, приходящихся на 1000 работающих); $N_{\text{см}}$ – количество несчастных случаев со смертельным исходом за рассматриваемый период; $K_{\text{п}}$ – коэффициент потерь (отражает общее количество дней нетрудоспособности, приходящихся на 1000 чел.): $K_{\text{п}} = 1000 \sum D/P$.

В табл. 1 – 2 представлены рассчитанные значения коэффициентов частоты, тяжести и смертности для ОАО «Амурметалл» за 1999 – 2008 гг.

Таблица 1

Коэффициенты частоты и тяжести ОАО «Амурметалл» (1999 – 2008 гг.)

Год	Коэффициент частоты $K_{\text{ч}}$	Коэффициент тяжести $K_{\text{т}}$
1999	5,8	29,3
2000	3,07	51,8
2001	3,21	43,8
2002	6,25	43,4
2003	3,32	55
2004	5,18	24,6
2005	2,09	56,9
2006	1,67	47,7
2007	1,9	37,4
2008	2,26	48,7
Среднегодулетний уровень риска общего травматизма	3,47	

Коэффициент смертности ОАО «Амурметалл» (1999 – 2008 гг.)

Год регистрации со смертельным исходом	1999	2004	2005	2007	Итого за 10 лет
N _{см}	2	1	1	2	6
P	2068	5023	5730	5276	3597
K _{см}	0,96	0,19	0,17	0,38	1,7
Среднегодовое значение уровня риска смертности $K_{см\text{СрМн}} = 1000 * (\sum N_{см}/P) / 10$					0,17

На рис. 1 построена «пирамида несчастных случаев» («треугольник» по теории Хайнриха). Основание пирамиды – это численность работающего персонала, средняя часть – количество травм в этой выборке в течение года, вершина пирамиды – количество травм со смертельным исходом. В течение года из каждой 1000 работающих травмируются 3,47 чел., а из 20 травм один закончится смертельным исходом (или из 3597 травмируются 20 чел., в том числе 1 со смертельным исходом). Все данные среднегодовые, рассчитанные за исследованный десятилетний период.

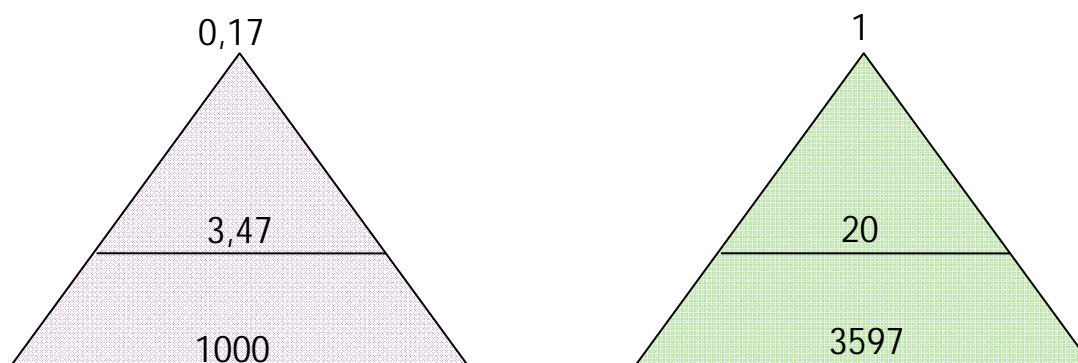


Рис. 1. Пирамида несчастных случаев со смертельным исходом

Максимальный риск смертности от производственных травм зафиксирован в 1999 г., максимальный риск общего травматизма – в 2002 г.

Среднеотраслевой показатель страховых случаев на 1000 работающих для вида экономической деятельности – производство стали (ОКВЭД: 27.14) – выведен из Постановлений Фонда социального страхования «Об утверждении средних значений основных показателей для расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [5; 6; 7; 8]. Данный показатель страхового тарифа за период с 2001 по 2008 гг. представлен в табл. 3.

Среднегодовое значение уровня отраслевого риска травматизма составляет 2,76 случая на 1000 чел. Среднегодовое значение уровня риска травматизма на исследуемом предприятии составляет 3,47 – в 1,25 раз выше, чем среднегодовое значение уровня отраслевого риска травматизма (2,76).

С помощью стандартной программы «Excel» сделан краткосрочный прогноз риска травматизма по линии тренда (сглаженной кривой). Линия тренда строилась тремя способами: линейным, логарифмическим и экспоненциальным (см. рис. 2 – линейный тренд).

В ходе исследования удалось сравнить достоверность краткосрочного прогноза на следующий 2009 г. (см. табл. 4). Как следует из представленных данных, при краткосрочном прогнозировании (на следующий год) наиболее достоверные результаты дает линейный тренд: ошибка прогнозирования составила 23 %.

Отраслевой коэффициент травматизма для производства стали (ОКВЭД: 27.14)

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
$R_{\text{бвэд}}$	2,77	3,24	2,72	2,47	2,24	3,27	2,83	2,57
Среднегодовое значение отраслевого риска травматизма								2,76

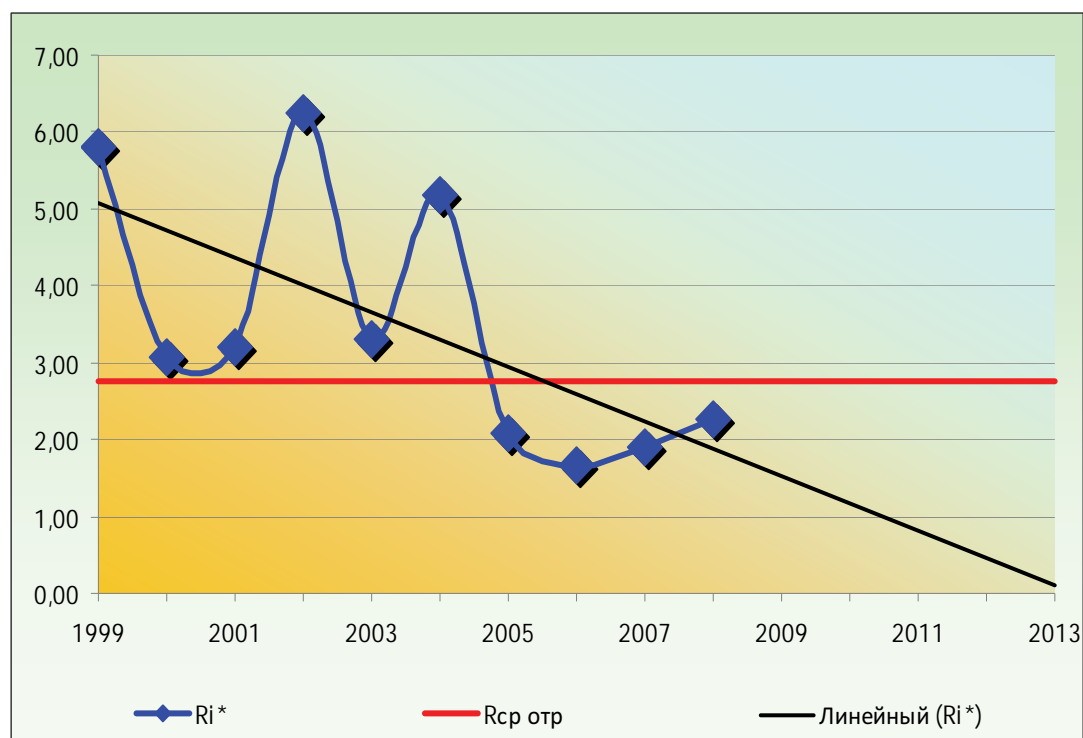


Рис. 2. Линейный тренд заводского травматизма

Таблица 4

Прогностический и реальный уровень травматизма в 2009 г. на 1000 работающих

$R_{\text{факт}}$ 2009 г.	Прогноз на 2009 г.			Ошибка прогноза, %		
	$R_{\text{линейная}}$	$R_{\text{логарифм.}}$	$R_{\text{экспоненц.}}$	$\Delta R_{\text{линейная}}$	$\Delta R_{\text{логарифм.}}$	$\Delta R_{\text{экспон.}}$
1,3	1,6	2,3	1,75	23	77	35

На рис. 3 дано сравнение показателей заводского и отраслевого травматизма. Тенденция снижения риска травматизма на ОАО «Амурметалл» к отраслевому отмечается с 2005 г. (на заводе в этот период проводится модернизация основного производства). Это позволило предприятию в 2005 г. начать подготовку к установлению скидок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

С 2006 г. ОАО «Амурметалл» имеет скидки к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а это экономия десятков миллионов рублей.



Рис. 3. Динамика заводского и отраслевого травматизма с 1991 по 2008 гг.

Можно надеяться, что продолжающаяся модернизация производства вместе с повышенным вниманием к реализации методов предотвращения травматизма позволит сохранить эту тенденцию и в будущем прогнозные значения травматизма – 1,3 на 1000 работающих – (см. рис. 4) станут реальностью.

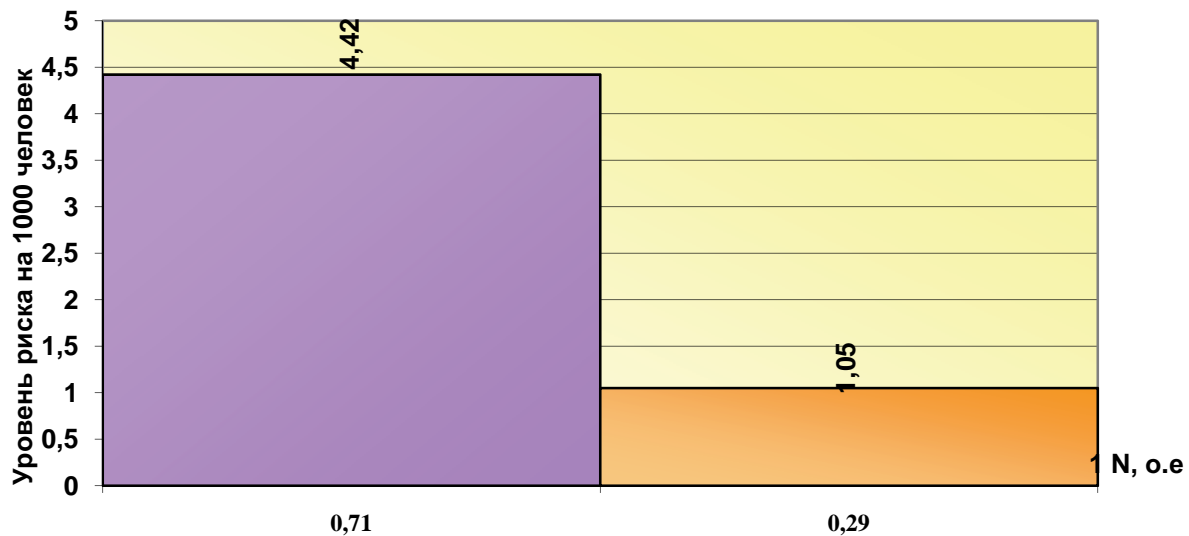


Рис. 4. Кривая распределения травматизма на ОАО «Амурметалл» по половому признаку

На рис. 4 – 6 показано распределение риска травматизма в расчете на 1000 работающих по следующим признакам: пол, стаж, возраст, профессия и проведено ранжирование групп риска персонала по указанным признакам на основе обработки ретроспективных данных за исследованный 10-летний период.

Как следует из представленных на рис. 5 данных, риск мужского травматизма (4,42 случая на 1000 работающих) в 4 с лишним раза выше риска женского травматизма и превышает и среднеотраслевой (2,76 случая на 1000 работающих) в 1,6 раза и среднедолголетний заводской (3,47 случая на 1000 работающих) в 1,3 раза.

В ОАО «Амурметалл» за исследуемый период с 1999 по 2008 гг. доля травмированных мужчин составляет 71 % от общего количества травмированных. Женщины работают на более легких работах, в основном во вспомогательном производстве, менее травмированы, их доля составляет 29 % от общего количества травмированных.

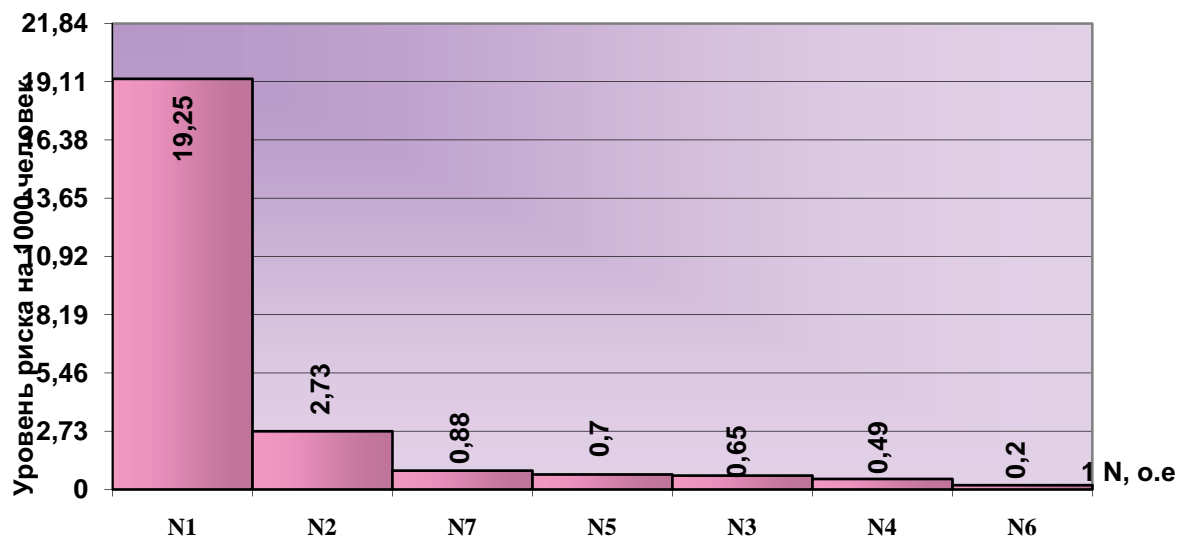


Рис. 5. Кривая распределения травматизма на ОАО «Амурметалл» по стажу

Ранжирование стажевых групп персонала по уровню риска травматизма (см. рис. 6) имеет следующий вид:

1-е место – группа N_1 – стаж работы до 5 лет (относительная численность группы $N_1 = 0,13$, или 13 % от общего количества травмированных);

2-е место – группа N_2 – стаж работы от 5 до 10 лет ($N_2 = 0,21$);

3-е место – группа N_7 – стаж работы свыше 30 лет ($N_7 = 0,04$);

4-е место – группа N_5 – стаж работы 20-25 лет ($N_5 = 0,16$);

5-е место – группа N_3 – стаж работы 10-15 лет ($N_3 = 0,17$);

6-е место – группа N_4 – стаж работы 15-20 лет ($N_4 = 0,18$);

7-е место – группа N_6 – стаж работы 25-30 лет ($N_6 = 0,11$).

Риск травматизма в группе персонала со стажем до 5 лет в 5,5 раз превышает средне-многолетний заводской риск травматизма (3,47) и в 7 раз выше среднеотраслевого уровня (2,76). Во всех остальных выделенных стажевых группах персонала уровень риска травматизма меньше и среднемноголетнего заводского, и среднеотраслевого.

Места по травмоопасности в возрастных группах распределились следующим образом (см. рис. 7):

1-е место – группа N_1 – возраст до 25 лет ($N_1 = 0,11$);

2-е место – группа N_5 – возраст более 55 лет ($N_5 = 0,07$);

3-е место – группа N_2 – возраст 25-35 лет ($N_2 = 0,24$);

4-е место – группа N_4 – возраст 45-55 лет ($N_4 = 0,25$);

5-е место – группа N_3 – возраст 35-45 лет ($N_3 = 0,33$).

Как видно их гистограммы (см. рис. 7), на ведущих позициях (1-2-е места) по травмоопасности в профессиональной деятельности оказались не основные профессии металлургического производства, а те профессии, доля персонала которых от относительной численности работающих наименьшая: машинист бульдозера – 0,0006 о.е., кузнец – 0,0007 о.е., а количество несчастных случаев в 1,5 – 2 раза выше, чем у сталевара (0,0005 о.е.) и обжигальщика извести (0,0005 о.е.).

Травмоопасные профессии металлургического производства расположены выше среднемноголетнего заводского риска и только 7 профессий (25,9 % от общего списка) ниже среднемноголетнего риска и 5 профессий (18,5 % от общего списка) ниже среднеотраслевого риска.

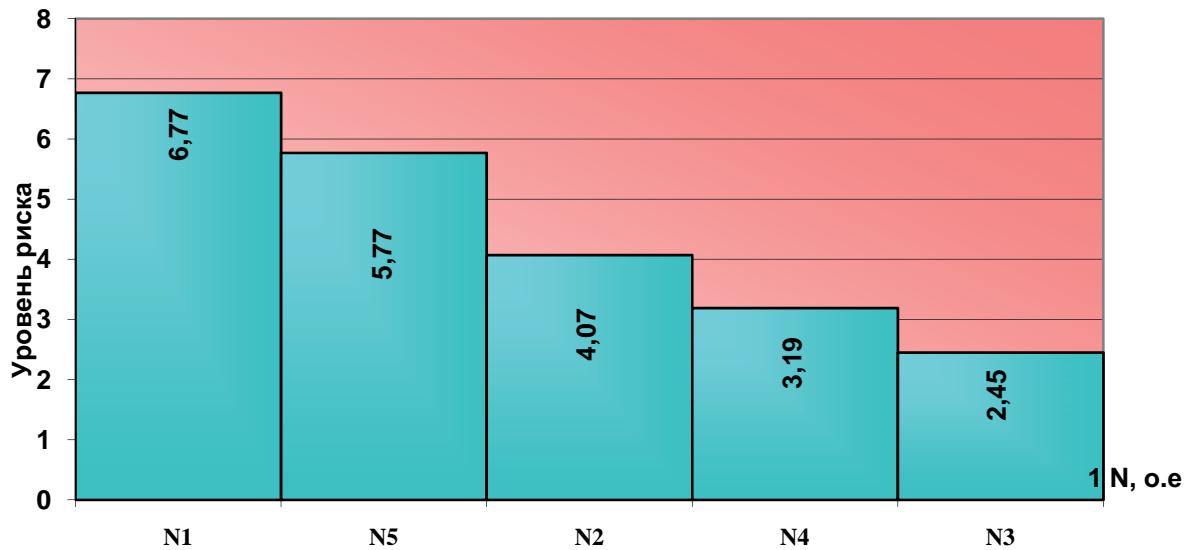


Рис. 6. Кривая распределения травматизма на ОАО «Амурметалл» по возрасту

В работе [12] был изложен алгоритм прогнозирования персонифицированного риска на основе данных ретроспективного анализа произошедших событий. Идея 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; α_i – вес риска по i -й группе признака (прогностический коэффициент), например: профессия, стаж, возраст, пол; тогда R_n можно представить в виде:

$$R_n = R_{\text{Проф}} \alpha_{\text{Проф}} + R_{\text{Стаж}} \alpha_{\text{Стаж}} + R_{\text{Возр}} \alpha_{\text{Возр}} + R_{\text{Пол}} \alpha_{\text{Пол}}.$$

Вес риска α_i может быть определен либо с помощью модифицированного вероятностного метода Байеса [13; 14] (метода нормированных интенсивных показателей), либо с помощью метода экспертных оценок [12; 14].

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

- нормирующий показатель (среднемноголетний 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 показатель,

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

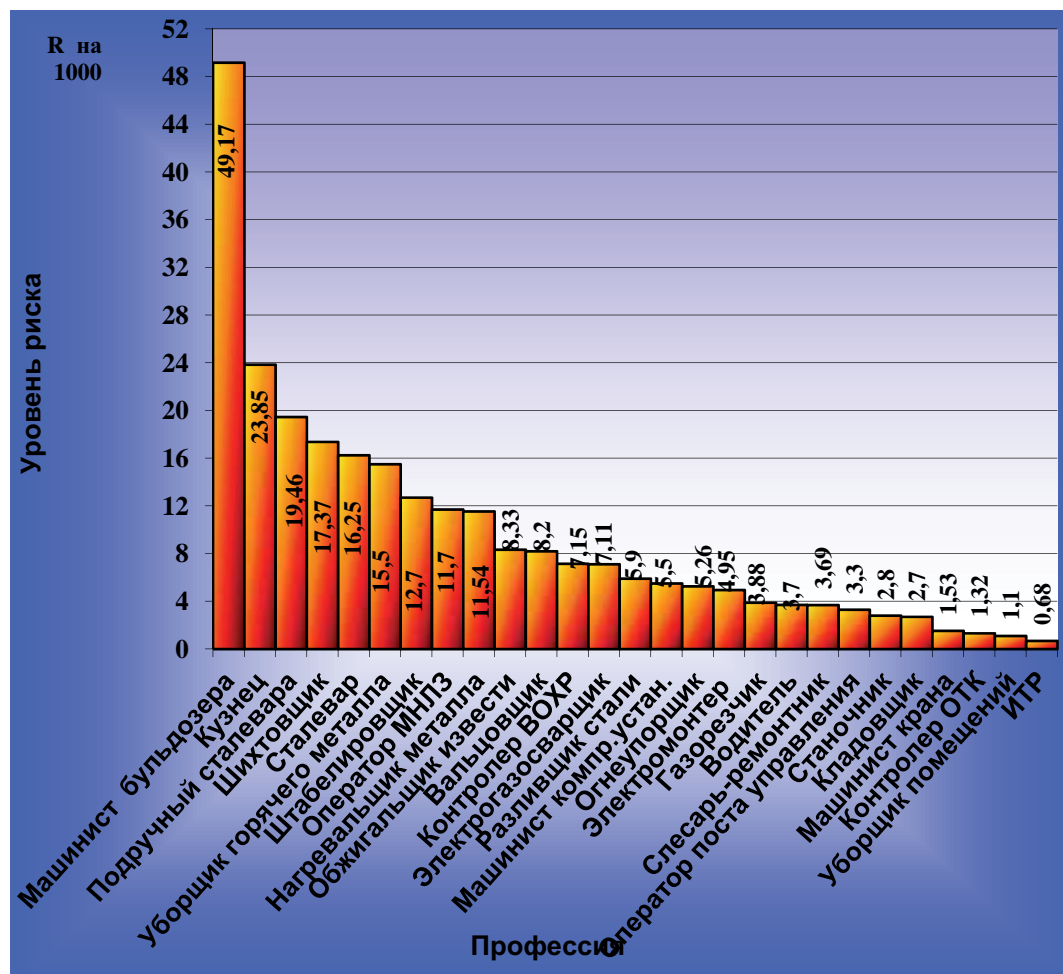


Рис. 7. Кривая распределения травматизма на ОАО «Амурметалл» по профессии

Вес риска по i -й группе признака α_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:

$$\alpha_{\text{Проф}} = K_{\text{Проф}} / (\text{НП} \sum K_i);$$

$$\alpha_{\text{Стаж}} = K_{\text{Стаж}} / (\text{НП} \sum K_i);$$

$$\alpha_{\text{Возр}} = K_{\text{Возр}} / (\text{НП} \sum K_i);$$

$$\alpha_{\text{Пол}} = K_{\text{Пол}} / (\text{НП} \sum K_i);$$

$$\sum K_i = K_{\text{Проф}} + K_{\text{Стаж}} + K_{\text{Возр}} + K_{\text{Пол}}.$$

По методу экспертных оценок коэффициенты α_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.



Таблица 8

Бригада № 1 участка переработки лома ЦПЛ ОАО «Амурметалл»

Код, №	Профессия	Стаж	Возраст	Пол
001	Шихтовщик	6 месяцев	20	м
002	Начальник участка	11 лет	51	м
003	Шихтовщик-прессовщик	2 года 9 месяцев	23	м
004	Мастер	7 лет	55	м
005	Шихтовщик	1 год 6 месяцев	43	м
006	Машинист крана	12 лет	31	ж
007	Шихтовщик	5 лет 6 месяцев	29	м
008	Мастер	2 года	56	м
009	Газорезчик	1 год 5 месяцев	21	м
0010	Машинист крана	25 лет	49	ж
0011	Слесарь-ремонтник	1 год	56	м
0012	Слесарь-ремонтник	24 года 2 месяца	43	м
0013	Прессовщик	15 лет	34	м
0014	Газорезчик	4 года	50	м
0015	Машинист крана	3 года 1 месяц	22	ж
0016	Электромонтер	13 лет	62	м
0017	Электрогазосварщик	1 год 4 месяца	22	м
0018	Уборщик помещений	1 год	32	ж
0019	Контролер лома	9 лет	40	м
0020	Слесарь-ремонтник	8 лет 8 месяцев	38	м
0021	Слесарь-ремонтник	6 месяцев	19	м
0022	Газорезчик	11 лет	37	м
0023	Электромонтер	6 лет 2 месяца	25	м
0024	Электрогазосварщик	27 лет	46	м
0025	Уборщик помещений	12 лет	55	ж
0026	Контролер лома	1 год 3 месяца	23	м

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:

$$S = \sum X_{i \text{ ср}},$$

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

Относительная экспертная оценка рассчитывается по выражению

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

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.

В качестве **объекта прогнозирования** была выбрана бригада № 1 участка переработки лома ЦПЛ (цех подготовки лома) ОАО «Амурметалл». На этом участке случаев травматизма пока не было. Наша задача – выявить персонал, который находится в более рискованных

условиях, чем другие, и предложить для них в превентивном режиме комплекс профилактических мероприятий по снижению риска травматизма.

Информация по объекту исследования преобразована и представлена в табл. 8. Фамилии членов бригады закодированы в порядковые номера 001...0026.

Прогнозирование индивидуального риска проводим исходя из предположения, что в будущем у персонала, обладающего соответствующими признаками (профессия, пол, возраст, стаж), риск травматизма будет таким же, как был в ретроспективе.

На рис. 8 представлены результаты расчета и ранжирования персонала по уровню риска травматизма для бригады № 1 участка переработки лома ЦПЛ. Весовые коэффициенты определены методом экспертных оценок. Выделение группы «риска» персонала выполнено методом сравнения со среднеголетним и среднеотраслевым уровнем риска травматизма.

Первую группу травмоопасных профессий, с уровнем риска травматизма выше среднеголетнего, составили: 001, 005, 007 (шихтовщики), 003 (шихтовщик-прессовщик), 0017 (электрогазосварщик), 0021, 0011 (слесаря-ремонтники), 0014, 009 (газорезчики), 008 (мастер участка), 0026 (контролер лома), 0015 (машинист крана), 0018 (уборщик помещений), 0023 (электромонтер).

Во вторую группу (переходную) вошли профессии, риск травматизма которых лежит в диапазоне между среднеголетним заводским и среднеотраслевым риском: 0024 (электрогазосварщик), 0020 (слесарь-ремонтник); 0022 (газорезчик) и 0012 (слесарь-ремонтник).

Третья группа менее травмоопасна, в неё вошли профессии: 0016, 004, 0019, 0013, 002, 006, 0010, 0025. Их уровень травматизма ниже среднеголетнего и среднеотраслевого показателей.

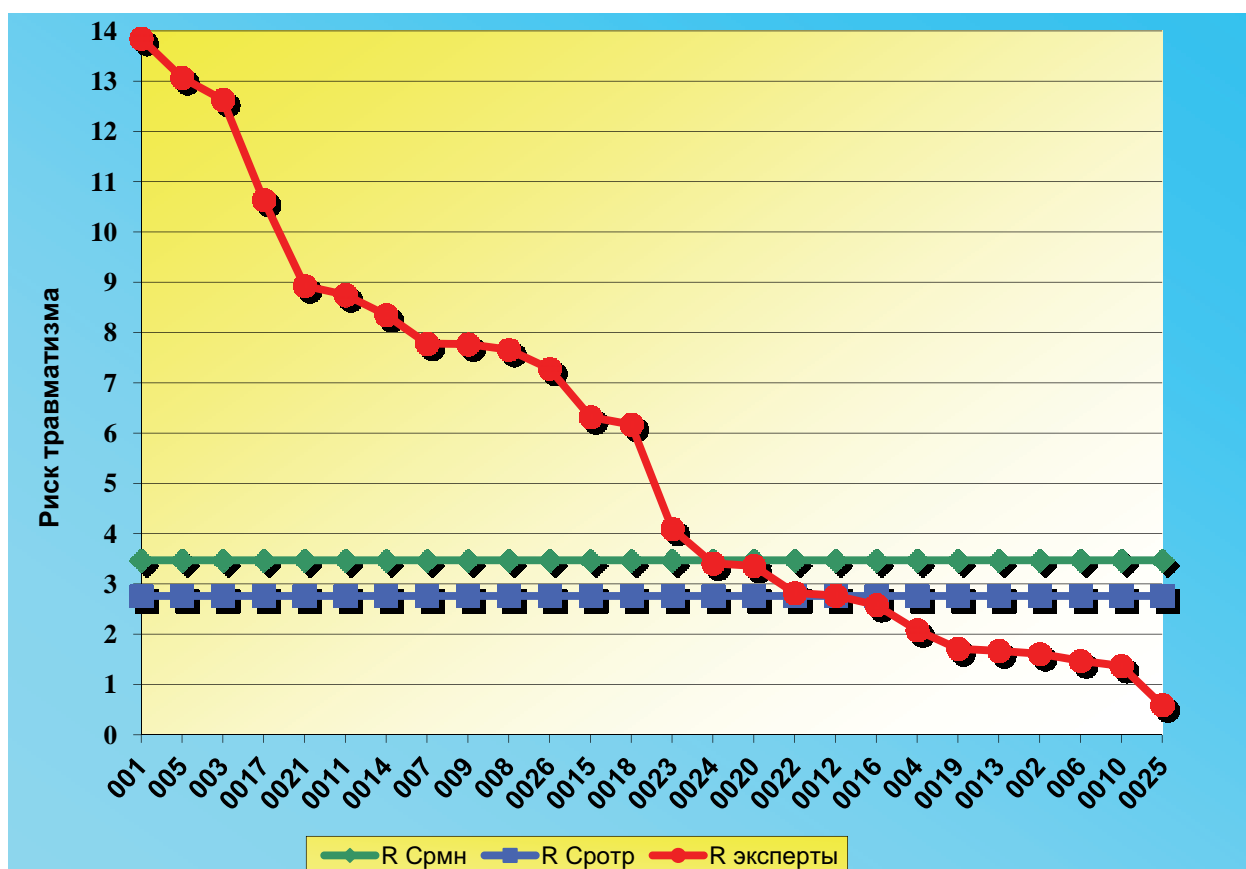


Рис. 8. Выделение групп риска персонала бригады № 1 участка переработки лома ПЛЦ ОАО «Амурметалл»



При анализе оценок, полученных от экспертов, часто возникает необходимость выявить конкордацию – согласованность их мнений по нескольким факторам, оказывающим влияние на один конечный результат (качество). Для оценки согласованности мнений экспертов нами рассчитан коэффициент конкордации (коэффициент согласия) по формуле, предложенной Кендаллом [13]. Коэффициент конкордации может меняться от 0 до 1, причем его равенство единице означает, что все эксперты дали одинаковые оценки, а равенство нулю означает, что связи между оценками, полученными от разных экспертов, не существует. Расчеты показали, что коэффициент конкордации для всей совокупности факторов ($n = 4$) равен 0,6. Таким образом, коэффициент конкордации располагается в области положительных значений, отличных от нуля. Это свидетельствует о наличии приемлемой согласованности мнений экспертов.

Для выявленных групп персонала с повышенным риском травматизма в бригаде № 1 участка переработки лома ЦПЛ необходимо разработать и реализовать специальную усиленную программу профилактики травматизма. Подобные адресные мероприятия всегда дадут более заметный результат, чем их применение ко всем сразу, кроме того, позволят минимизировать затрачиваемые на подобные программы ресурсы.

При разработке комплекса мероприятий необходимо использовать данные анализа травматизма по причинам его возникновения. В России принято выделять нижеследующие причины производственного травматизма [15]:

1. Организационные – отсутствие или неудовлетворительное проведение инструктажа и обучения безопасным методам ведения работ; руководства и надзора за работой; неудовлетворительный режим труда и отдыха; неправильная организация рабочего места, движение пешеходов и транспорта; отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы спецодежды, индивидуальных средств защиты и др.

2. Технические причины подразделяются на три вида:

а) конструкторские – несоответствие строительных конструкций, технологического оборудования, транспортных и энергетических устройств требованиям безопасности; несовершенство конструкций монтажной оснастки, ручного и переносного механизированного инструмента; отсутствие или несовершенство оградительных предохранителей и других технических средств безопасности;

б) технологические – неправильный выбор оборудования, оснастки грузоподъемных механизмов и средств механизации; нарушение технологического процесса;

в) неудовлетворительное техническое обслуживание – отсутствие плановых профилактических осмотров, технических уходов и ремонта оборудования, оснастки и транспортных средств; неисправность ручного и механизированного инструмента.

3. Неудовлетворительное состояние производственной среды – неблагоприятные метеорологические условия; неудовлетворительная освещенность; повышенный уровень шума и вибрации; повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны; наличие вредных облучений и др.

4. Психофизиологические – несоответствие анатоморфологических и психологических особенностей организма условиям труда; неудовлетворительный психологический климат в коллективе; алкогольное опьянение и др.

Безопасность труда обеспечивается соблюдением требований нормативно-технической документации, ССБТ, инструкций по охране труда. Чтобы исключить случаи травм в процессе труда, должно быть правильно организовано рабочее место (ГОСТ 12.2.061), а используемое оборудование должно соответствовать требованиям безопасности (ГОСТ 12.2.003) и общим эргономическим требованиям (ГОСТ 12.2.049) [9; 10; 11]. Обеспечение требований охраны труда в организации регулируется системой управления охраной труда (ГОСТ 12.0.230) [12].

Наиболее общими мероприятиями, направленными на снижение производственного травматизма, являются: рациональное устройство основных и вспомогательных производст-

Степанова И.П., Осколова И.Д.

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАВМАТИЗМА НА ОАО «АМУРМЕТАЛЛ»

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

венных зданий и сооружений; рациональное устройство машин, станков, приборов, инструмента, приспособлений и другого оборудования, их размещение и содержание в исправном состоянии; рациональная организация рабочих мест; изоляция вредного производственного процесса; улучшение технологии производства; механизация; автоматизация; защита работающих; организационно-массовые мероприятия.

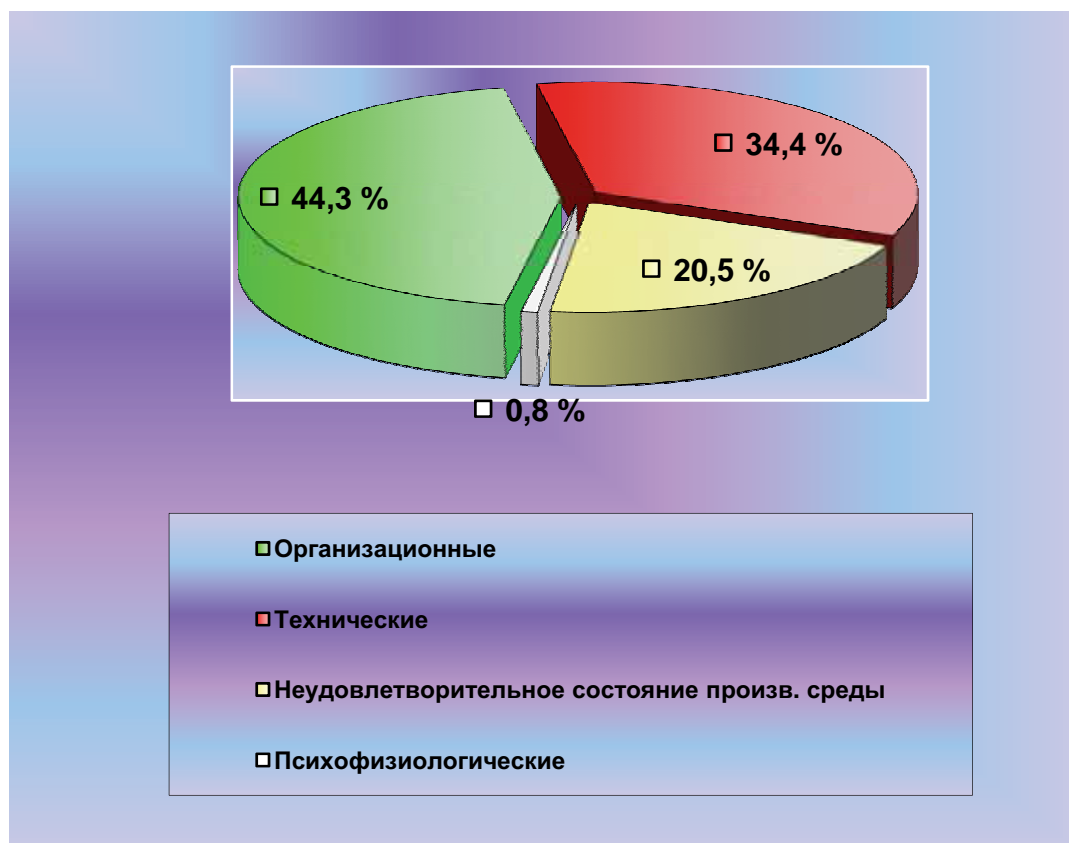


Рис. 9. Зависимость травматизма от причин его возникновения на ОАО «Амурметалл» за период с 1999 по 2008 гг.

Эти мероприятия способствуют предотвращению травматизма за счет исключения поломок и аварий. При рациональном размещении машин, станков и другого оборудования предусматриваются проезды, проходы, площадки для хранения материалов, заготовок и изделий, обеспечивающие удобство и безопасность маневрирования производственного транспорта и передвижения людей.

Рациональное устройство основных и вспомогательных сооружений, зданий и т.п. предусматривает обеспечение требований: к объемам и площадям, к вентиляции, отоплению, водоснабжению, производственному освещению, микроклимату, пожарной безопасности и др. Требования, условия и нормы по указанным мероприятиям содержатся в государственных стандартах, строительных нормах и правилах, санитарных нормах и в ряде других нормативно-технических документах. С учетом специфики работы в различных отраслях разрабатываются отраслевые и другие документы.

Для предупреждения и предотвращения производственного травматизма необходимо неукоснительное соблюдение правил по безопасности труда при проведении работ, соблюдение трудовой дисциплины, выполнение требований безопасности к оборудованию, оснастке и инструменту.

Важнейшие профилактические меры по предотвращению производственного травматизма – обучение работников требованиям охраны труда, безопасным приемам работы, стро-



гому соблюдению трудовой дисциплины, технологических инструкций и инструкций по охране труда, правильному использованию средств индивидуальной защиты, оказанию первой помощи пострадавшему – входят в каждодневный минимум организации охраны труда и реально снижают производственный травматизм [16].

На рис. 9 представлена диаграмма анализа причин производственного травматизма для исследуемого объекта.

Анализ причин производственного травматизма показал, что большинство несчастных случаев происходит из-за неудовлетворительного содержания и недостатка в организации рабочих мест. Также был проведен анализ факторов производственного травматизма, на основе которого было выявлено, что наиболее опасным производственным фактором является воздействие движущихся, вращающихся механизмов и разлетающихся деталей.

Наибольшее количество несчастных случаев происходит по организационным причинам – 44,3 %. На втором месте – технические причины (конструкторские, технологические) – 34,4 %. На третьем месте – неудовлетворительное состояние производственной среды (повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, повышенная температура воздуха и тепловое излучение) – 20,5 %. На четвертом месте – психофизиологическая причина (неблагоприятный психологический климат в коллективе) – 0,8 %.

На сегодняшний день проблема травматизма на предприятии очень остра. В металлургических цехах наиболее опасными в отношении травматизма являются производственные участки, расположенные в непосредственной близости от основных агрегатов. Всякое нарушение технологического режима сопряжено с прорывом, выбросом или выплесками расплавленного металла, шлака, раскаленных шихтовых материалов, окалины и т.д. Поэтому производственные площадки вокруг металлургических агрегатов представляют опасную зону, работа в которой требует соблюдения повышенных мер безопасности. Опасная зона для каждого металлургического агрегата различна и зависит от его размеров, технологических, конструктивных особенностей и интенсивности работы. Площадь опасной зоны агрегата устанавливается заводскими инструкциями по охране труда; она должна быть наглядно обозначена и ограждена. Травмы нередко возникают из-за отсутствия или плохого состояния ограждающей техники.

Способствуют увеличению травматизма захламленность и беспорядок в рабочих помещениях, недостаточное и нерациональное освещение, неудовлетворительное санитарное состояние, низкая культура труда.

Отсутствие инструктажа рабочих или плохо организованное обучение их безопасным методом и приемом работы и слабое ознакомление с правилами по охране труда также способствуют увеличению травматизма.

Одной из причин травматизма работников являются неудовлетворительные условия труда. На предприятии функционируют участки и даже цеха, где шум, вибрация, микроклимат, тепловое излучение, содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны превышают предельно допустимые уровни и концентрации.

В результате работники теряют самое дорогое – здоровье, а предприятие и государство несут огромные экономические потери.

В качестве дополнительных мероприятий по профилактике травматизма могут быть предложены:

- жесткий отбор на рабочие места, входящие в группу с повышенной травмоопасностью с учетом уровня профессиональной подготовленности, уровня здоровья, наличия склонностей к вредным привычкам, отношения к ведению здорового образа жизни, с учетом психологического типа личности;
- поэтапное (пошаговое) освоение трудовых обязанностей на новом рабочем месте;
- мотивация работника на безопасное ведение работ (например, за рубежом это достигается высокой оплатой труда на травмоопасных операциях с угрозой утраты этой работы в случае нарушения правил безопасного ведения работ);

Степанова И.П., Осколова И.Д.

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАВМАТИЗМА НА ОАО «АМУРМЕТАЛЛ»

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

- положительное стимулирование безопасного ведения работ;
- ограничение срока контракта на опасных и вредных работах временем наступления физиологического отказа организма (также широко практикуется за рубежом);
- обучение не только правилам безопасности, но и технологиям ведения здорового образа жизни, позволяющего повысить устойчивость организма и более успешно (безопасно) действовать в предложенных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киямова, Н. П. Итоги работы ОАО «Амурметалл» в 2008 году / Н. П. Киямова // За сталь. – 2009. – 23 января. – № 1.
2. Асташова, Е. Главный рубеж – два миллиона тонн стали / Е. Асташова // За сталь. – 2008. – 18 июля. – № 28.
3. Санкт-Петербургский научно-Исследовательский институт по охране труда [Электронный ресурс] / Статьи по охране труда: 25.12.2009. С. А. Мажженов – Показатели учета несчастных случаев, используемые в международной практике. – Режим доступа: <http://www.niiot.ru/article/article24.htm>, свободный.
4. Охрана труда в Российской Федерации: правовое регулирование [Электронный ресурс] / Правовые акты: 25.11.2007; ред. Ю. Л. Фадеев. – Режим доступа: <http://www.niiot.ru/article/doc/docs.htm>, свободный.
5. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: федер. закон РФ от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ.
6. О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: федер. закон РФ от 22 дек. 2005 г. № 179-ФЗ.
7. Об утверждении средних значений основных показателей для расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: Постановление ФСС РФ от 29 марта 2002 г. № 35.
8. Об утверждении средних значений основных показателей для расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: Постановления ФСС РФ от 31 марта 2003 г. № 36; от 1 апреля 2004 г. № 31; от 27 апреля 2005 г. № 46; от 31 марта 2006 г. № 38; от 20 марта 2007 г. № 60; от 2 апреля 2008 г. № 76; от 30 марта 2009 г. № 77.
9. Об утверждении методик расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: Постановление ФСС РФ от 5 февр. 2002 г. № 11 // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 3284.
10. Об утверждении классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска: Приказ ФСС от 18 дек. 2006 г. № 857.
11. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ.
12. Степанова, И. П. Методы прогнозирования травматизма на основе анализа произошедших событий: индивидуальный и групповой риск / И. П. Степанова // Материалы 9-й междунар. науч.-практ. конф. в области экологии и безопасности «ДВ весна-2009». – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2009. – 17 с.
13. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – 2-е изд., перераб. и доп. – 1980. – 263 с.
14. Орлов, А. И. Теория принятия решений: учеб. пособие / А. И. Орлов. – М.: Март, 2004. – 656 с.
15. Воронова, В. В. Е-302 Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие / В. В. Воронова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 175 с.
16. Дубровский, Н. Снизить производственный травматизм возможно / Н. Дубровский // Охрана труда и социальное страхование. – 2008. – № 7. – С. 65-69.
17. Олдендерфер, М. С. Кластерный анализ / М. С. Олдендерфер, Р. К. Блешфилд // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. – М., 1989. – С. 139-210.