10.24412/2782-3830-2025-2-322-327

ИЛЬЯСОВ Олег Рашитович,
профессор, доктор биологических наук,
кафедры техносферной и
экологической безопасности,
Уральский государственный
аграрный университет,
e-mail: ilyasov3@rambler.ru

ЛОПАЕВА Надежда Леонидовна,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: Lopaeva77@mail.ru

ХАЙРОВА Инна Михайловна,
старший преподаватель кафедры
хирургии, акушерства и микробиологии,
«Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: khairova70@mail.ru

СИНЬКО Вера Николаевна,
старший преподаватель кафедры философии,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: vsinko71@mail.ru

ШИЛОВЦЕВ Андрей Владимирович,
кандидат исторических наук, доцент кафедры философии,
Уральский государственный аграрный университет,
доцент кафедры теории, методологии и правового обеспечения
государственного и муниципального управления
Уральский федеральный университет,
e-mail: shilovtsev@mail.ru

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. *Анализ производственного травматизма на предприятиях металлургической промышленности показывает, что производственный травматизм в металлургии остается значительным, несмотря на снижение общего числа несчастных случаев. Одной из причин является растущая тяжесть травм, что связано с устаревшим оборудованием, неудовлетворительными условиями труда и недостаточной подготовкой персонала. В отдельных регионах, таких как Свердловская и Челябинская области, травматизм достигает особенно высоких показателей, что требует углубленного анализа факторов риска и разработки мероприятий по их устранению.*

Ключевые слова*: условия труда, металлургия, травматизм, охрана труда, безопасность.*

ILYASOV Oleg Rashitovich,
professor, doctor of biological sciences,
Department of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University

LOPAEVA Nadezhda Leonidovna,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Department of Biotechnology and Food Products,
Ural State Agrarian University

KHAIROVA Inna Mikhailovna,
Senior Lecturer, Department of Surgery, Obstetrics and Microbiology, Ural State Agrarian University,

SINKO Vera Nikolaevna,
senior lecturer of the philosophy department, Ural State Agrarian University

SHILOVTSEV Andrey Vladimirovich,
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Philosophy, Ural State Agrarian University, Associate Professor of the Department of Theory, Methodology and Legal Support of State and Municipal Administration Ural Federal University

METHODS FOR ANALYZING INDUSTRIAL INJURIES AT METALLURGICAL INDUSTRY ENTERPRISES

Annotation*. An analysis of industrial injuries at metallurgical industry enterprises shows that industrial injuries in metallurgy remain significant, despite a decrease in the total number of accidents. One reason is the increasing severity of injuries, which is associated with outdated equipment, poor working conditions and insufficient training of personnel. In certain regions, such as the Sverdlovsk and Chelyabinsk regions, injury rates reach especially high rates, which requires an in-depth analysis of risk factors and the development of measures to eliminate them.*

Key words*: working conditions, metallurgy, injuries, labor protection, safety.*

Цель – рассмотреть методы анализа производственного травматизма на предприятиях металлургической промышленности.

Задачи – провести анализ производственного травматизма на предприятиях металлургической промышленности.

Методы исследования – аналитический метод исследования. Анализ научной и научно-методической литературы по проблеме внедрения практических навыков в образовательной среде.

Производственный процесс любой сферы деятельности тесно связан с риском для жизни и здоровья человека. Ни на одном предприятии нельзя полностью исключить возникновение несчастного случая, но в то же время его можно урегулировать. Металлургическая промышленность характеризуются воздействием специфических опасных и вредных факторов, что, в свою очередь, сопряжено с возникновением рисков производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. С целью снижения рисков требуются современные методы учета, анализа и прогнозирования показателей травматизма, чему отвечают статистические методы обработки данных. Применение научно обоснованных математических моделей для оценки профессиональных рисков позволит как прогнозировать, так и управлять рисками.

В диссертационной работе Е.Д. Чернова для количественной оценки степени опасности техпроцессов применяется математическое моделирование. Он предложил модель защиты «человек - оператор - опасный фактор», «человек - оператор - дублирующее устройство защиты - опасный фактор». В.М. Минько предложил применение математического моделирования для управления охраной труда в общем, в том числе рисками. П.Г. Белов разработал математическую графоаналитическую модель определения риска аварий и его снижения для гидротехнических сооружений. В.И. Козлов использовал вероятностную оценку для определения уровня опасности техпроцессов. В.Н. Шлыков в своих работах показал дифференциацию рисков на производстве.

В своих работах О.А. Воробьева предложила оценку ЧФ на предприятиях угольной промышленности. Регулярные публикации авторов Ю.М. Иванова, Хи Ун Ли, С.П. Ворошилова, Н.Н. Новикова, Г.З. Файнбурга, А.С. Ворошилова и др. показывают результаты их исследований в области оценки производственного травматизма с учетом человеческого фактора, на предприятиях угольной промышленности Кемеровской области - Кузбасса. Я.С. Ворошилов в своих работах использовал теорию вероятности и методы математической статистики для разработки техниче-

ских решений контроля пылевой обстановки горных выработок угольных шахт с учетом влияния ЧФ и предложил рассматривать человеческий фактор как многоуровневую модель. К.А. Кольвах использовал теорему Байеса для оценки индивидуального и группового риска несчастных случаев при обрушении горных пород в угольных шахтах Кузнецкого угольного бассейна.

Анализ текущей ситуации показывает, что производственный травматизм в металлургии остается значительным, несмотря на снижение общего числа несчастных случаев. Одной из причин является растущая тяжесть травм, что связано с устаревшим оборудованием, неудовлетворительными условиями труда и недостаточной подготовкой персонала. В отдельных регионах, таких как Свердловская и Челябинская области, травматизм достигает особенно высоких показателей, что требует углубленного анализа факторов риска и разработки мероприятий по их устранению.

Проблемы травматизма осложняются массовым износом оборудования, который на некоторых предприятиях достигает 70%. Кроме того, нарушение норм безопасной эксплуатации промышленного транспорта и отсутствие системного подхода к организации труда усугубляют ситуацию. В условиях сокращения численности работников нагрузка на оставшийся персонал возрастает, что также увеличивает риск несчастных случаев.

Актуальность данной темы определяется как социальными, так и экономическими аспектами. Снижение травматизма позволяет не только сохранить здоровье и жизнь работников, но и уменьшить экономические потери, вызванные временной нетрудоспособностью, ремонтом оборудования и компенсацией пострадавшим. Кроме того, обеспечение безопасности труда способствует формированию положительного имиджа предприятия и повышению его конкурентоспособности.

Исследование возможностей моделирования производственного травматизма на предприятиях металлургической промышленности особенно актуально в современных условиях. Разработка подходов к анализу и прогнозированию травматизма позволяет не только выявить ключевые факторы риска, но и разработать эффективные меры по их устранению. Это создает основу для повышения уровня безопасности труда и стабильности производственных процессов.

Научной основой планирования мероприятий по охране труда является прогнозирование травматизма. Оно приводится на базе вероятностной оценки динамики показателей уровня травматизма с целью выявления неблагоприятных тенденций, а в конечном счете причин и источников производственных травм.

Для анализа статистических данных по производственному травматизму широко используются ставшие классическими групповой, топографический, монографический, статистический, экономический, эргономический, технический методы [1]. Важно иметь в виду, что какие-либо выводы из анализа статистических данных по травматизму могут быть обоснованными, если собранная база данных составляет не менее 73 случаев.

Сущность группового метода заключается в том, что имеющиеся статистические данные группируются по интересующим исследователя признакам: профессия пострадавших, выполнявшаяся работа, характер травм, пол, возраст пострадавших, время от начала рабочей смены, месяц, стаж работы и др. [2]. Таким путем могут быть выявлены, например, профессии, работы, производственные операции с повышенной опасностью. Пусть в ходе реализации Q циклов какого-либо технологического процесса произошли N несчастных случаев. Изучаемый процесс состоит из п операций, объем трудозатрат на их выполнение в каждом цикле Т. Для выявления операций с повышенной опасностью необходимо:

1) разделить весь собранный массив данных о несчастных случаях по операциям;

2) рассчитать поток Х несчастных случаев для каждой операции, приходящейся на 1 чел.-ч.:

$$\lambda_i = \frac{N_j}{Q * T_i},$$

где Nj, – число прошедших несчастных случаев при выполнении j-ой операции;

3) рассчитать среднее значение $\bar{\lambda}$:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j,$$

Операциями с повышенными опасностями будут те, для которых:

$$\lambda_i \geq \bar{\lambda} + t\,\frac{S}{\sqrt{n}},$$

Где t - параметр распределения Стьюдента, табличная величина, определяемая по таблице в зависимости от числа степеней свободы k = n - 1 и доверительной вероятности β; S - среднее квадратичное отклонение, которое может быть рассчитано по формуле:

$$S = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j - \left[\frac{\left(\sum_{j=1}^{n} \lambda_j\right)^2}{n}\right]},$$

Применение данного метода не представляется возможным, так как имеющаяся статистическая база травматизма не дает полной информации о несчастных случаях, включая профессию, время, место и т.д., а является лишь точным их числом.

Экономический метод заключается в оценке экономических показателей травматизма. Например, общие потери предприятия или государства от несчастных случаев (Э) можно вычислить по формуле:

$$Э_г = Р_{пр} + Р_{др} + H,$$

Где Рпр – расходы предприятия, связанные с несчастным случаем (стоимость оборудования, сырья и пр.), Рдр – расходы других учреждений, связанные с несчастным случаем (пенсии, выплаты), Н – недополученные государством налоги [3].

Применение топографического метода предполагает нанесение с помощью условных знаков данных о происшедших несчастных случаях на предварительно вычерченный план производственного помещения. На нем обязательно указывается все установленное оборудование. Скопление знаков, обозначающих несчастные случаи, указывает на существование в этом месте опасной зоны. Таким образом, топографический метод используется для выявления опасных зон [3].

Для выполнения поставленных задач исследования топографический метод не подходит, так как металлургическое производство включает в себя много производственных объектов, а собранная база данных по травматизму не обладает необходимой информацией о деталях происшедших несчастных случаях.

Эргономический метод основывается на комплексном изучении системы человек-машина-производственная среда. В основе этого метода лежат принципы санитарно-гигиенических норм, промышленной безопасности, норм техники безопасности эксплуатации оборудования и установок. При использовании этого метода заключением является рекомендации, направленные на улучшение условий труда на рабочем месте [3].

Монографический метод анализа используется обычно при тяжелых и смертельных несчастных случаях. Метод предполагает изучение всего комплекса условий, при которых произошел, например, смертельный несчастный случай. Изучаются технология и состояние оборудования, рабочее место, условия производственной среды, показатели тяжести и напряженности трудового процесса, режим труда и отдыха, средства защиты, порядок обучения и инструктирования по охране труда, программы, инструкции по охране труда, возраст, трудовой стаж, образование, квалификация пострадавшего, травмирующий фактор (то, чем причинена травма), выполнявшиеся операции и действие в момент несчастного случая, состав исходного сырья и др. С помощью монографического метода может изучаться также травмоопасность отдельных объектов или процессов, т.е. объектом исследования может быть цех, здание, судно, вид оборудования, отдельный технологический процесс [4]. Предполагается, что эти объекты изучаются с достаточной степенью подробности, выявляются все возможные опасные и вредные факторы и обосновываются предупредительные мероприятия.

Монографический метод наиболее применим при расследовании несчастного случая, использование же его в прогнозировании травматизма и профзаболеваний металлургической отрасли не представляется возможным.

Технический метод основывается на математических расчетах и реальных испытаниях технических средств (машин, механизмов). Он позволяет выявить факторы опасности технического средства, при анализе группы средств - наиболее

безопасное из всех [5]. Является крайне сложным методом ввиду присутствия как вычислительной, так и практико-испытательной деятельности.

Статистический метод анализа данных о несчастных случаях основан на использовании для этих целей различных специальных методов, разработанных в математической статистике [1]. Целью подобных исследований является установление и изучение закономерностей, относящихся к производственному травматизму, как к явлению. Чрезвычайно важно, например, установление связей между коэффициентами частоты несчастных случаев и тяжести производственного травматизма, коэффициентами частоты несчастных случаев и частоты заболеваний и др.

При анализе показателей состояния условий и охраны труда важно также выявление средних темпов снижения или увеличения соответствующих показателей. Если принять, что какой-либо показатель состояния охраны труда, например, коэффициент частоты несчастных случаев Кч изменяется по годам ti рассматриваемого периода по линейной модели (рис. 1), то из метода наименьших квадратов вытекает следующая формула для расчета среднего темпа кнс изменения частоты несчастных случаев:

$$k_{\text{нс}} = \frac{\sum_{j=1}^{n}(K_{fi} - \bar{K}_f)(t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2},$$

Где КЧi - коэффициент частоты несчастных случаев в i-ом году; Kf – среднее арифметическое значение этого же коэффициента за n лет; t ̄=1/n ∑_(i=1)^n t_i – средний год.

Выполненный расчет показывает, что снижение коэффициента частоты несчастных случаев составляет лишь (|-0,07|/1,38)*100%≈3,5% в год.

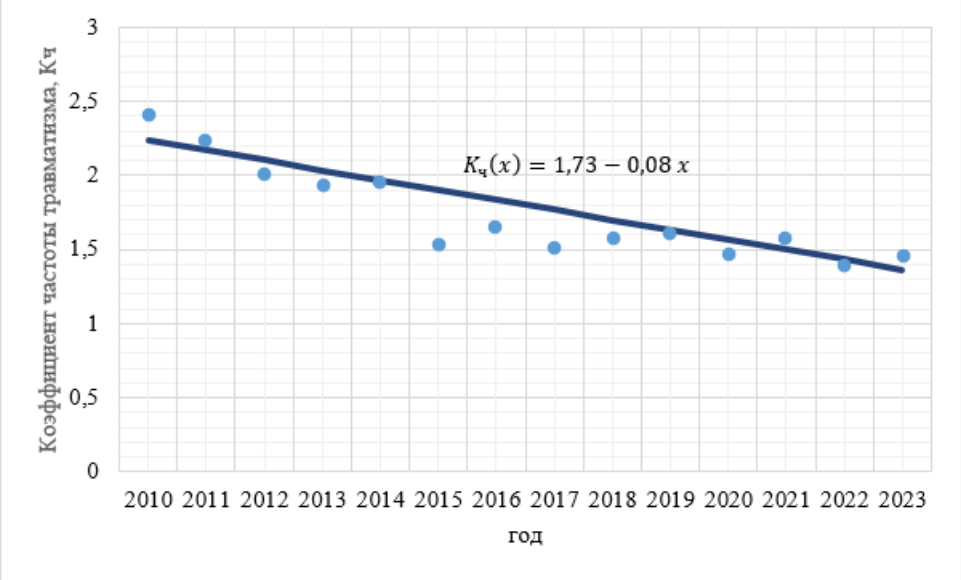


Рис. 1. К выявлению среднего темпа изменения коэффициента частоты несчастных случаев Кч

Зная kч, можно рассчитать прогнозируемую частоту несчастных случаев для любого момента времени ti по выражению:

$$K_ч(t_i) = \bar{K}_ч + k_ч(t_i' - \bar{t}')$$

Так, для 2024 года $t'_{2024} = 2024 - 2010 = 14$ по формуле имеем $K_ч(2024) = 1{,}73 - 0{,}07\,(14 - 7{,}5') = 1{,}3$.

Статистический метод позволяет прогнозировать анализируемы значения, но использование его в работе невозможно, так как моделирование с его помощью не позволяет использовать внешние факторы для оценки влияния на основные показатели травматизма.

Рассмотренные методы являются классическими для анализа травматизма и профессиональной заболеваемости, но для прогнозирования показателей травматизма их применение невозможно. На основании этого предлагается использование методов статистического анализа данных, математического моделирования и методов эконометрики.

Выводы:

Таким образом, исследование, направленное на анализ факторов производственного травматизма и их моделирование, имеет высокую значимость. Оно позволяет решать задачи управления безопасностью труда на предприятиях, обеспечивая как социальную защиту работников, так и экономическую устойчивость организаций.

Список литературы:

[1] Математическое моделирование в управлении охраной труда. / Калининград, гос. техн. ун-т. — Калининград: ФГУИПП «Янтар. сказ», 2002. — 184 с.

[2] Фролов, А. В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учеб. пособие для вузов / А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева; под общ, ред. А. В. Фролова. — Изд. 2-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д.: Феникс, 2008. - 750 с.

[3] Севастьянов, Б.В. Управление безопасностью труда: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. В 2 ч. / Б.В. Севастьянов, Е.Б. Лисина, И.Г.Тюрикова; под общ. ред. проф. Б.В. Севастьянова. - Ч. II. Организация работы по охране труда. - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2010. - 528 с. - (Безопасность технологических процессов и производств).

[4] Горлов, А. Г. Охрана труда в муниципальных образованиях // Справочник специалиста по охране труда. - 2002. - № 4. - С. 12-15.

[5] Соловьев, А. П. Система управления охраной труда в Российской Федерации // Справочник специалиста по охране труда. - Октябрь, 2001.

Spisok literatury:

[1] Matematicheskoe modelirovanie v upravlenii oxranoj truda. / Kaliningrad, gos. texn. un-t. — Kaliningrad: FGUIPP «Yantar. skaz», 2002. — 184 s.

[2] Frolov, A. V. Bezopasnost` zhiznedeyatel`nosti. Oxrana truda: ucheb. posobie dlya vuzov / A. V. Frolov, T. N. Bakaeva; pod obshh, red. A. V. Frolova. — Izd. 2-e, dop. i pererab. - Rostov n/D.: Feniks, 2008. - 750 s.

[3] Sevast`yanov, B.V. Upravlenie bezopasnost`yu truda: ucheb. posobie dlya stud. vy`ssh. ucheb. zavedenij. V 2 ch. / B.V. Sevast`yanov, E.B. Lisina, I.G.Tyurikova; pod obshh. red. prof. B.V. Sevast`yanova. - Ch. II. Organizaciya raboty` po oxrane truda. - Izhevsk: Izd-vo IzhGTU, 2010. - 528 s. - (Bezopasnost` texnologicheskix processov i proizvodstv).

[4] Gorlov, A. G. Oxrana truda v municipal`ny`x obrazovaniyax // Spravochnik specialista po oxrane truda. - 2002. - № 4. - S. 12-15.

[5] Solov`ev, A. P. Sistema upravleniya oxranoj truda v Rossijskoj Federacii // Spravochnik specialista po oxrane truda. - Oktyabr`, 2001.

