

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ

Е.А. Фролова

Восточно-Сибирский филиал АО «Калужский завод «Ремпульташ», г. Слюдянка

Производственный травматизм на сегодняшний день занимает особое место в процессе работы любого предприятия. Снижение травматизма имеет большое значение как для работника, так и для работодателя. Травматизм – это комплексный показатель использования средств индивидуальной защиты, соблюдения требований, правил охраны труда при выполнении различных работ, освоение новых технологий, а также введение в технологический процесс новой техники.

Ежегодно на предприятиях Российской Федерации возникают травматические случаи, которые обусловлены различными факторами. К ним можно отнести как сугубо производственные, так и человеческий фактор. Невозможно полностью обезопасить работника от несчастного случая, особенно тогда, когда нарушение правил идет целенаправленно. Но, предупреждая, мы так или иначе вооружаем себя. Зная заранее о возможности наступления несчастного случая, можно провести необходимые мероприятия, которые в какой-то степени сведут к минимуму производственный травматизм.

Для этого необходимо прежде всего провести прогнозирование факторов, которые могут повлиять на производственный травматизм. Среди них такие как:

- факторы производственной среды,
- факторы условий труда,
- стаж, опыт работы,
- разряд работ,
- различные нарушения и пр.

Методом корреляции будут найдены связи между факторами, влияющими на показатели производственного травматизма, сделаны выводы о тех факторах, на которые следует обратить особое внимание при формировании прогноза.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, станут фундаментом для дальнейшей научной работы, связанной с прогнозированием производственного травматизма, которая, в свою очередь, может быть применена на любом предприятии Российской Федерации, как в неизменном виде, так и в доработанном, так как у каждого предприятия есть своя специфика производственного процесса.

Ключевые слова: прогнозирование, производственный травматизм, факторы, производственный процесс, корреляция.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Федеральной службы государственной статистики [1] от 28.11.2019 г., производственному травматизму за 2018 г. подверглось 23,6 тыс. человек, из них 1070 со смертельным исходом. По данным той же службы, численность рабочей силы в возрасте 15 лет и старше в январе 2019 г. составила 74,9 млн. человек (выборочное обследование работников). Заметим, что из 145561 предприятий на 133868 из них несчастные случаи в 2018 г. отсутствовали. Однако это не всегда связано с охраной труда. Взяв за расчет соотношение случаев травматизма 2018 года к численности рабочей силы 2018 года, получаем 0,03% случаев травматизма на каждого занятого в производстве человека. Однако травматизм рассредоточен неравномерно по отраслям производства. Следовательно, процент меняется. Несмотря на это, уровень травматизма остается в числе ведущих показателей статистических данных как индикатор уровня технологического прогресса на производстве.

Главной задачей исследования является прогноз факторов, влияющих на производственный травматизм с целью минимизации рисков

наступления несчастного случая на предприятии путем проведения предупредительных мероприятий [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Производственный травматизм – это показатель несчастных случаев на производстве вследствие несоблюдения работниками условий охраны труда при выполнении своих профессиональных обязанностей.

Факторы, влияющие на травматизм, являются комплексом свойств производственной среды, а также личностных характеристик работников. Их количество достаточно велико, и каждый из них влияет на риск возникновения несчастных случаев в большей или меньшей степени. Также имеются косвенные факторы. Приведем примерный список:

- возраст,
- стаж работы,
- семейное положение,
- образование,
- разряд выполняемых работ,
- травматизм,
- нарушение трудовой дисциплины,

- нарушение требований охраны труда,
- классы (подклассы) условий труда (химический, биологический, аэрозоли, шум, инфразвук, ультразвук воздушный, вибрация общая, вибрация локальная, неионизирующие излучение, ионизирующие излучение, микроклимат, световая среда, тяжесть трудового процесса, напряженность трудового процесса) [3].

В отличие от подхода, в оценке статистической зависимости производственного травматизма хозяйства от влияния различных факторов, описанных в источнике [4, 5], для прогноза факторов в данной работе применим теорию корреляции Спирмена. Для использования нормального распределения необходимо провести расчеты, используя формулу Шапиро-Уилка [11] для пары факторов: возраст – стаж работы:

$$W = \frac{1}{S^2} \left[\sum_{i=1}^n a_{n-i+1} (x_{n-i+1} - x_i) \right]^2, \text{ где}$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \text{дисперсия,}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \text{математическое ожидание,}$$

коэффициенты a_{n-i+1} берутся из таблиц, для вычисления статистики критерия Шапиро-Уилка [6].

В результате подсчетов получили, что $W=0,32$ и $0,98$ (рис.1, 2), во втором случае это достаточно близко к единице, однако, меньше ее, следовательно, гипотеза о нормальности распределения отклоняется, и мы используем непараметрический метод корреляции Спирмена, который применяется с целью статистического изучения связей между явлениями [7]. В этом случае определяется фактическая степень близости между двумя количественными рядами

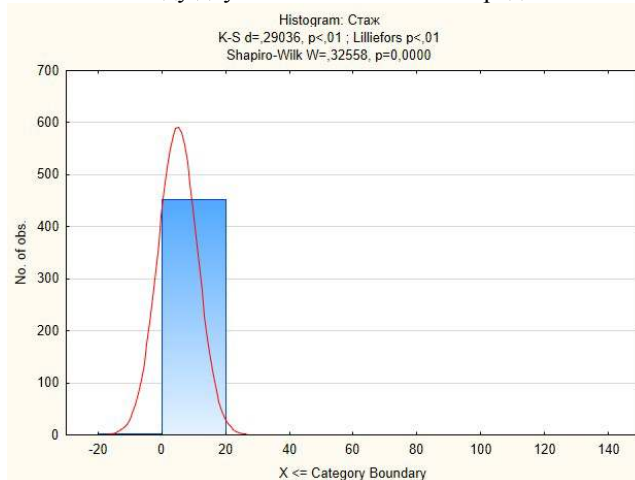


Рис. 1. Гистограмма критерия нормальности Шапиро-Уилка Стаж

изучаемых признаков и дается оценка тесноты установленной связи с помощью количественно выраженного коэффициента. Расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена приведен в формуле:

$$r = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

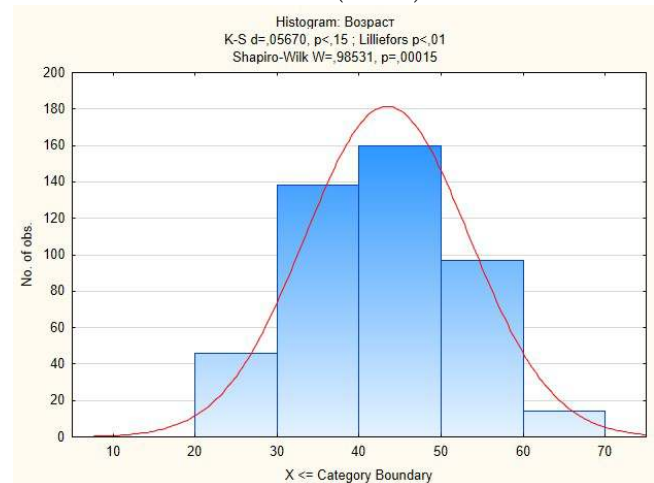


Рис. 2. Гистограмма критерия нормальности Шапиро-Уилка Возраст

где n – количество ранжируемых признаков (показателей, испытуемых), D – разность между рангами по двум переменным для каждого испытуемого, $\sum d^2$ – сумма квадратов разностей рангов. В таб. 1 приведены данные для корреляционного анализа.

Таб. 1. Сведения о пострадавших на предприятии за 8 лет

Пострадавший	Факторы						
	Возраст	Стаж	Травматизм	Разряд выполняемых работ	Нарушение требований охраны труда	Нарушение трудовой дисциплины	Итоговый класс (подкласс) условий труда
1	50	3	1	5	1	0	3.2
2	44	1	1	6	1	0	3.2
3	30	4	1	5	1	0	3.2
4	58	40	1	6	1	0	3.2
5	33	11	1	4	1	0	3.2

Используя данную формулу, получим следующие данные, приведенные в таб. 2.

Таб. 2. Коэффициенты корреляции факторов производственного травматизма пострадавших

Переменная	Возраст	Стаж	Травматизм	Разряд выполняемых работ	Нарушение трудовой дисциплины	Нарушение трудовой дисциплины	Итоговый класс (подкласс) условий труда
Возраст	1,000	0,200		0,597			
Стаж	0,200	1,000		-0,158			
Травматизм			1,000				
Разряд выполняемых работ	0,597	-0,158		1,000			
Нарушение трудовой дисциплины					1,000		
Нарушение трудовой дисциплины						1,000	
Итоговый класс (подкласс) условий							1,000

Для сравнения коэффициентов корреляции возьмем данные всех работников, работающих в настоящий момент на предприятии, и получим следующие данные, см. таб. 3.

Таб. 3. Коэффициенты корреляции факторов производственного травматизма работающих

Переменная	Возраст	Стаж	Травматизм	Разряд выполняемых работ	Нарушение трудовой дисциплины	Нарушение трудовой дисциплины	Итоговый класс (подкласс) условий труда
Возраст	1,000	0,210	-0,013	0,247			0,057
Стаж	0,210	1,000	0,114	0,203			0,046
Травматизм	-0,013	0,114	1,000	0,057			0,065
Разряд выполняемых работ	0,247	0,203	0,057	1,000			0,508

Нарушение трудовой дисциплины					1,000	
Нарушение трудовой дисциплины						1,000
Итоговый класс (подкласс) условий	0,057	0,046	0,065	0,508		1,000

Из анализа видно, что возраст и стаж работы, возраст и разряд выполняемых работ имеют слабую связь, стаж и травматизм – слабую, итоговый класс (подкласс) выполняемых работ и разряд выполняемых работ – умеренную. Полученные данные можно интерпретировать следующим образом: на травматизм влияет стаж, который зависит от возраста и разряда выполняемых работ. Хочется отметить, что максимальный уровень травматизма приходится на стаж работы с 1-го до 5-ти лет. На рис. 3 показано распределение пострадавших на производстве в ОАО «РЖД» по стажу работы, при выполнении которой произошел несчастный случай в 2017 году [8].

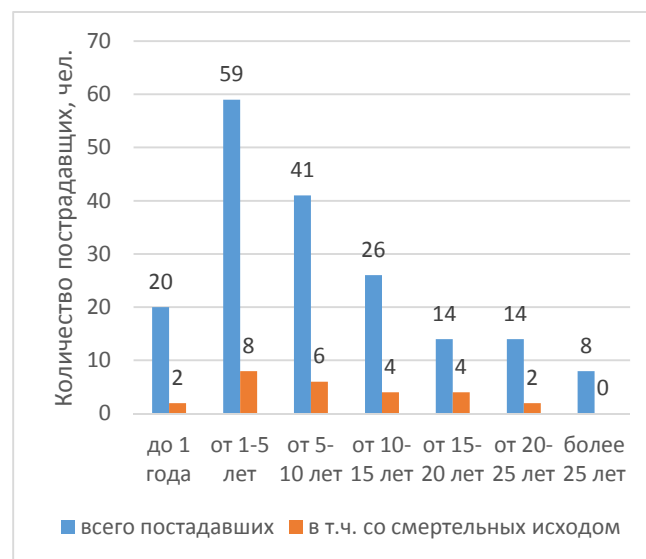


Рис. 3. Распределение пострадавших на производстве в ОАО «РЖД» в 2017 г.

Это подтверждает тот факт, что связь между стажем и травматизмом есть.

На основании вышесказанного можно предположить, что факторы, влияющие на уровень производственного травматизма, распределенные по тесноте связи от самого слабого до самого сильного, можно спрогнозировать. Взяв за основной фактор стаж с 1-го по 5-ый год, можно выстроить связь:

- возраст;
- разряд выполняемых работ;
- итоговый класс (подкласс) условий труда;
- травматизм.

Таким образом, возможно прогнозирование зависимых факторов методом построения регрессионной модели. Следует заметить, что при построении диаграммы рассеяния (рис. 4) прослеживается зависимость стажа и возраста.

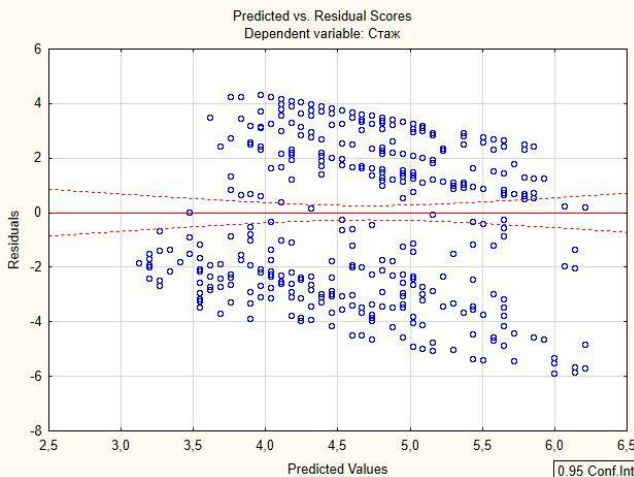


Рис. 4. Диаграмма рассеяния показателей стажа от возраста

Следовательно, зная факторы, которые явно влияют на производственный травматизм, возможно их прогнозирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время уровень производственного травматизма на любом предприятии – это показатель надежности, уверенности, престижа работодателя. Забота предприятия о своем работнике, о его безопасности и здоровье говорит о многом. Производственный травматизм складывается из большого количества факторов, влияющих на его показатель.

Проанализировав факторы производственного травматизма, выявив связи между ними, возможно дальнейшее построение прогноза рисков его наступления. Однако, даже предприняв меры по защите работника, работодатель не может застраховать себя от нарушений со стороны работников. Система охраны труда направлена на выявление этих нарушений и недопущение повторного их наступления [9].

Действие некоторых факторов, влияющих на производственный травматизм, минимизируется различными способами. К ним относятся:

- использование средств индивидуальной защиты,
- соответствие рабочего места классу условий труда,
- инструктажи,
- обучение и пр.

Проанализировав имеющуюся в свободном доступе законодательную базу РФ, отраслевые инструкции, распоряжения, хочется отметить, что

соблюдение всех норм и правил при выполнении своих профессиональных обязанностей ложится как на самого исполнителя, так и на работодателя, который обеспечивает работника всем необходимым. И лишь сам работник оставляет за собой право соблюдать или нет данные рекомендации, однако в случае, наносящем вред здоровью работника при несоблюдении правил, вся ответственность ложится на последнего [10].

Исходя из вышеизложенного новизной метода можно считать подход не к анализу факторов, а их прогнозированию, используя стандартные методы анализа и прогнозирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Занятость и безработица в Российской Федерации в январе 2019 года [Электронный ресурс] // Веб-узел Федеральной службы государственной статистики – 2020. – Режим доступа: https://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d04/34.htm.
2. Зайнишев, А.В., Круглов, Г.А., Аверьянов, Ю.И., Кирпичникова, И.М., Бухтояров, В.Ф. Прогнозирование состояния производственного травматизма в электроэнергетическом комплексе Российской Федерации на основе анализа динамических свойств математической модели производственного коллектива / А.В. Зайнишев, Г.А. Круглов, Ю.И. Аверьянов, И.М. Кирпичникова, В.Ф. Бухтояров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2018. - №3. – 75.
3. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // Веб-узел Официального сайта компании «КонсультантПлюс» – 2020. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555.
4. Дементьева Ю.В. «Совершенствование методов анализа и прогнозирования производственного травматизма в хозяйстве пути»: дис. ... кан.тех.н: 05.26.01/ Дементьева Юлия Васильевна. – М, 2018. – 183 с.
5. Антипов, И.В. Прогнозирование травматизма в очистных забоях угольных шахт с помощью метода группового учета аргументов / И.В. Антипов // Вестник Академии гражданской защиты. – 2017. - №2. – С. 45.
6. ГОСТ Р ИСО 5479-2002 Статистические методы Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения. М.: Издательство стандартов. 2002. 25 с.
7. Еремина, Т.А., Щекина, Е.В. Подходы к математическому моделированию и прогнозированию процессов производственного травматизма / Т.А. Еремина, Е.В. Щекина // Молодой исследователь Дона. – 2017. - №4. – 32 с.
8. Анализ состояния условий и охраны труда в ОАО «РЖД» за 2017 год, диаграмма 16
9. Климова, Е.В., Рыжиков, Е.Н. Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда / Е.В. Климова, Е.Н. Рыжиков // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2017. - №1. – 41.
10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019) . Статья 192. Дисциплинарные взыскания, статья 238. Материальная ответственность работника за ущерб, причиненный работодателю [Электронный ресурс] // Веб-узел Официального сайта компании «КонсультантПлюс» – 2020. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683.

Фролова Евгения Александровна – аспирант, Байкальский государственный университет, тел. (950)1268940, e-mail: sledmy@mail.ru.

FACTORS INFLUENCING FORECASTING OF INDIVIDUAL INJURIES

E.A. Frolova

East Siberian branch of JSC Kaluga Plant Remputmash, Slyudyanka

Work-related injuries, today has a special place in the process of any enterprise. Reducing injuries is of great importance both for the employee and for the employer. Injuries are a comprehensive measure of the use of personal protective equipment, observance of requirements of safety rules when performing various works, development of new technologies and introduction to the process of new technology.

Annually at the enterprises of the Russian Federation arise traumatic cases, which are caused by various factors. They can be attributed as purely industrial, and human factors. It is impossible to fully protect the employee from accidents, especially when breaking the rules is purposeful. But, warning, we are somehow arming yourself. Knowing in advance about the possibility of an accident can make the necessary arrangements, which to some extent will minimize occupational injuries.

For this you need to be forecasting factors that can affect occupational injuries. Among them, such as:

- factors of the industrial environment,
- factors of working conditions,
- experience, experience,
- bit of work
- various violations, etc.

Correlation methods will be found relationships between the factors influencing occupational injury indicators, conclusions about the factors that you should pay particular attention when forming the forecast.

The results obtained in this study will be the Foundation for future scientific work related to the prediction of occupational injuries, which in turn can be applied to any enterprise of the Russian Federation, as in unchanged and modified, as each company will have its own specific production process.

Index terms: forecasting, industrial injuries, factors, production process, correlation.

REFERENCES

1. Employment and unemployment in the Russian Federation in January 2019 [Electronic resource] // the Web site of Federal state statistics service in 2020. – Mode of access: https://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d04/34.htm.
2. Zainichev, A. V., Kruglov, G. A., Averyanov, Y. I., Kirpichnikova I. M., Bukhtoyarov V. F. Prediction of occupational injuries in the electric power complex of the Russian Federation on the basis of the analysis of the dynamic properties of the mathematical model of the production team / A.V. Zainichev, A. G. Kruglov, Yu. I. Averyanov, I. M. Kirpichnikova, V. A. Bukhtoyarov // Bulletin of the South Ural state University. Series: Energy. – 2018. - №3. – 75.
3. Federal law "On special assessment of labor conditions" dated 28.12.2013 No. 426-FZ (as last revised) [Electronic resource] // Web site of the Official site of company "ConsultantPlus" – 2020. – Mode of access: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555.
4. Dementieva Yu. V., "Improving methods of analysis and forecasting of occupational accidents in the farming way," Diss. ... Kan.those.n: 05.26.01/ Dementieva Yulia Vasilievna. – M, 2018. – 183 p.
5. Antipov, I. V. Prediction of injuries in the mining faces of coal mines using the method of group accounting of arguments / I. V. Antipov // journal of the Academy of civil protection. – 2017. - No. 2. – S. 45.
6. GOST R ISO 5479-2002 Statistical methods to Test deviations of the probability distribution from the normal distribution. M.: Publishing house of standards. 2002. 25 p.
7. Eremina, T. A., Sekine, E. V. Approaches to mathematical modeling and forecasting of processes of occupational injuries / T. A. Eremina, E. V. decina // Young researcher don. – 2017. - №4. – 32 p.
8. The analysis of a condition of conditions and labor protection in JSC "Russian Railways" for the year 2017, figure 16
9. Klimova, E. V., Ryzhikov, E. N. To reduce workplace injuries by improving the system of occupational safety management / E. V. Klimova, E. N. Ryzhikov // proceedings of the Tula state University. Earth science. – 2017. - №1. – 41 p.
10. The labour code of the Russian Federation of 30.12.2001 N 197-FZ (as amended on 16.12.2019) . Article 192. Disciplinary sanctions article 238. Financial liability of employees for damage caused to employer) [Electronic resource] // Web site of the Official site of company "ConsultantPlus" – 2020. – Mode of access: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683.

Evgenia Frolova - Postgraduate Student, Baikal State University, tel. (950) 1268940, e-mail: sledmy@mail.ru.