

УДК 621.002:658.382.3

**КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

©Смирнитская М. Б.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про автора:**

**Смирнитська Майя Борисівна:** ORCID: 0000-0002-4759-2168; robams@mail.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Выполнена оценка качества функционирования системы управления охраной труда машиностроительного предприятия с помощью методов статистического анализа показателей деятельности службы охраны труда предприятия (СУОТ).

Исследования проводились на основе информации о деятельности службы охраны труда машиностроительного предприятия г. Харькова. Временной интервал исследования – 3 года.

По результатам анализа взаимосвязей между результативными и факторными признаками работы службы охраны труда выявлена слабая корреляция между проведенными профилактическими мероприятиями по охране труда и количеством выявленных нарушений, что свидетельствует о наличии недостатков в функционировании СУОТ. Расчет значений вероятностей показателя качества функционирования СУОТ для трех зон риска подтвердил факт наличия недостатков в деятельности СУОТ.

Предложено исследовать возможность формирования управляющих корректирующих воздействий со стороны СУОТ предприятия по результатам статистического анализа показателей работы службы охраны труда.

**Ключевые слова:** факторный признак; результативный признак; коэффициент корреляции; индекс числа нарушений; охрана труда; машиностроительное предприятие.

**Смирнитська М. Б.** «Якісний аналіз системи управління охороною праці машинобудівного підприємства».

Виконана оцінка якості функціонування системи управління охороною праці машинобудівного підприємства за допомогою методів статистичного аналізу показників діяльності служби охорони праці підприємства (СУОП).

Дослідження проводилися на основі інформації про діяльність служби охорони праці машинобудівного підприємства м. Харкова. Часовий інтервал дослідження – 3 роки.

За результатами аналізу взаємозв'язків між результативними та факторними показниками діяльності служби охорони праці виявлена слабка кореляція між проведеними профілактичними заходами з охорони праці та кількістю виявлених порушень, що свідчить про наявність недоліків у функціонуванні СУОП. Розрахунки значень імовірностей показника якості функціонування СУОП для трьох зон ризику підтвердив факт наявності недоліків у діяльності СУОП.

Запропоновано дослідити можливість формування керуючих коригувальних дій з боку СУОП підприємства за результатами статистичного аналізу показників роботи служби охорони праці.

**Ключові слова:** факторний показник; результативний показник; коефіцієнт кореляції; індекс кількості порушень; охорона праці; машинобудівне підприємство.

*Smyrnytska M.* “The qualitative analysis of the labor protection system in the engineering enterprise”.

The estimation of the labor protection system’s operation quality are made with statistical analysis methods of the labor protection activities indices.

The investigations was running by the information about activities of the labor protection department in the engineering enterprise in Kharkiv. The investigation’s time interval is 3 years.

The low correlation between preventive safety arrangements and number of reveal violations are found out by analyses results of the interrelation among resultant and factor indicators of the labor protection activities. It means, that the labor protection system in the engineering enterprise has functioning defects. The calculation of probability values of the labor protection system’s performance indicate confirmed the fact about functioning defects in the labor protection system.

The possibility of the control corrective actions’ formation by the labor protection system are offered with results of the statistical analysis of the labor protection department activities’ indices.

**Keywords:** factor indicator; resultant indicator; correlation coefficient; index of violations; occupational safety; engineering enterprise.

### **1. Постановка проблемы**

Успешное функционирование отечественных предприятий машиностроения, их высокая конкурентоспособность, возможны лишь на передовой технологической основе, в том числе, путем реализации ими инновационной стратегии в области охраны труда, успех которой определяется научно-обоснованным планированием мероприятий по профилактике производственного травматизма и профзаболеваний.

Одной из основных задач системы управления охраной труда (СУОТ) является оценка качества ее функционирования, которая должна использоваться для подготовки последующих управленческих решений, направленных на обеспечение безопасности производства. Но отсутствие детализированных рекомендаций и доступных методик для расчетов эффективности реализованных мероприятий по охране труда, сдерживает процесс реализации СУОТ на основе современных методов управления охраной труда, как того требует стандарт [1].

### **2. Анализ последних достижений и публикаций**

Вопросам, связанным с проблемой выбора решений в системе управления охраной труда машиностроительного предприятия посвящена работа [2], использованию нейросетевой технологии при оценке качества функционирования СУОТ – [3], оптимизации мероприятий по охране труда – [4], методики проведения мониторинга результативности функционирования СУОТ – [5]. Однако недостаточно внимания уделяется описанию доступных методик оценки качества функционирования СУОТ, не требующих специальных знаний и программного обеспечения, но использование которых может содействовать повышению качества СУОТ.

### **3. Цель работы**

Выполнить оценку качества функционирования СУОТ на основе методов статистического анализа.

**4. Описание исследования**

Был проведен анализ внутренних статистических данных службы охраны труда одного из машиностроительных предприятий г. Харькова. Все показатели работы службы были разделены на факторные и результативные признаки, как это показано в табл. 1. Далее были произведены расчеты коэффициентов корреляции и детерминации с целью выявления взаимосвязи результативных и факторных признаков. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

**Таблица 1** – Показатели статистических взаимосвязей между результативными и факторными признаками деятельности СУОТ

Результативные признаки	Факторные признаки					
	Выдано предписаний	Остановлено работ	Лишено премии	Привлечено к дисциплинарной ответственности	Проведено внеплановых инструктажей	Премиировано за работу по ОТ
Количество нарушений (ИТР)	0,49917*	0,09979	0,46593	-0,12768	-0,09573	0,03291
	0,24917**	0,00996	0,21709	0,01630	0,00916	0,00108
Количество нарушений (рабочие)	0,66465	0,26565	0,41393	-0,15962	-0,04478	0,16034
	0,44176	0,07057	0,17134	0,02548	0,00201	0,02571
Всего выявлено нарушений среди работников	0,60997	0,43575	0,38732	0,24279	0,03892	0,01323
	0,37207	0,18988	0,15002	0,05895	0,00151	0,00018

Примечание: \*коэффициент корреляции; \*\*коэффициент детерминации

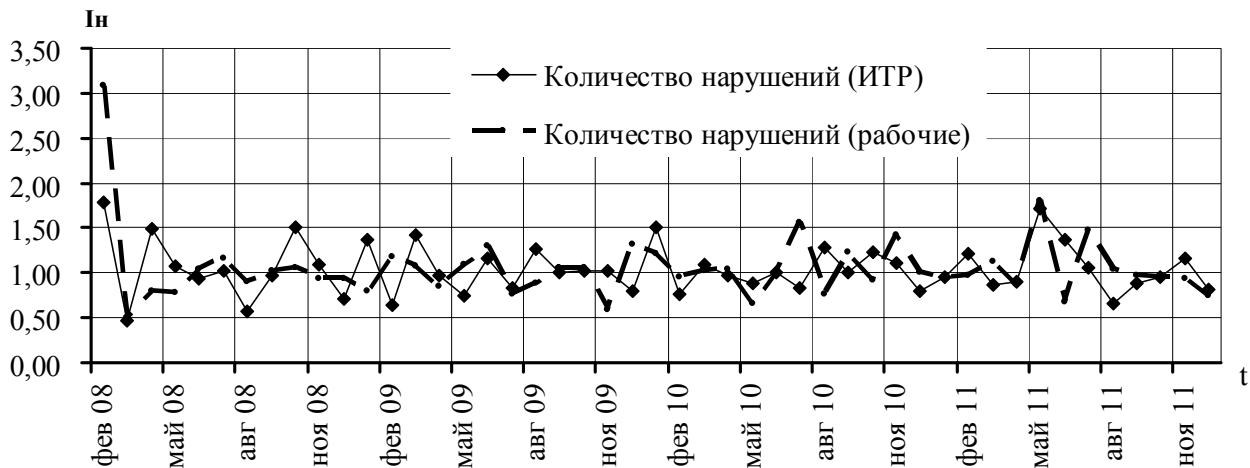
Результаты расчетов, представленные в табл. 1 показали, что между некоторыми результативными и факторными признаками существует очень слабая корреляция. Присутствие в табл. 1 коэффициентов корреляции как с положительными, так и с отрицательными знаками, означает, что взаимосвязи между отдельными входными (факторными признаками) и выходными (результативными признаками) параметрами СУОТ носят противоречивый характер, хотя априори все мероприятия по охране труда вырабатываются с целью стимулирования работников на соблюдение инструкций, норм и правил охраны труда и недопущения возникновения случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Чтобы произвести оценку динамики нарушений инструкций, норм и правил охраны труда, введен относительный показатель — индекс числа работников, нарушивших требования охраны труда:

$$I_n = \frac{K_{i+1}^{наруш}}{K_i^{наруш}}, \quad (1)$$

где  $I_n$  — индекс числа работников, нарушивших требования охраны труда;  $K_i^{наруш}$ ,  $K_{i+1}^{наруш}$  — количество работников, нарушивших инструкции, требования и нормы охраны труда, соответственно в  $i$ -ый и  $i+1$  интервал времени.

На рис. 1 приведен график изменения  $I_n$  за три года.



**Рис. 1** – Изменение индекса числа работников, нарушивших инструкции, правила, нормы и требования охраны труда

Из рис. 1 видно, что изменение индекса числа работников, нарушивших инструкции, правила, нормы и требования охраны труда неравномерно.

Проведенный статистический анализ результатов деятельности службы охраны труда позволил выявить недостатки в функционировании СУОТ машиностроительного предприятия.

Поскольку, по результатам анализа, рассматриваемые показатели деятельности СУОТ машиностроительного предприятия носят случайный характер, полученные статистические оценки были дополнены анализом вероятностных характеристик качества работы СУОТ. В качестве возможной оценки эффективности деятельности СУОТ была выбрана комбинация вероятности и значения показателя индекса числа нарушений инструкций, правил, норм и требований охраны труда рабочими и инженерно-техническими работниками ( $p$ ,  $I_n$ ).

Стандарт [1] требует построения СУОТ на основе идентификации и оценки риска опасности возникновения несчастного случая и/или профессионального заболевания на производстве. В соответствии с понятиями риск-менеджмента [6] и для реализации требований стандарта [1], значение вероятности некачественного функционирования СУОТ будет рассмотрено для зон риска: допустимой ( $0,5 < I_n.доп < 0,75$ ), критической ( $0,75 < I_n.кр < 1$ ) и катастрофической ( $1 < I_n.кат < 1,25$ ), и определено как:

$$p_i = \int_{\alpha_i}^{\beta_i} f(I_n) dI_n, \quad (2)$$

где  $f(I_n)$  – функция плотности вероятности;  $I_n$  – индекс количества выявленных нарушений инструкций, правил, норм и требований охраны труда рабочими и инженерно-техническими работниками;  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  – границы областей риска нарушений в функционировании СУОТ.

Для определения теоретического закона распределения случайной величины  $I_n$  был построен вариационный ряд и рассчитаны его статистические оценки. Исходные данные для расчета вариационного ряда:

- число точек наблюдения  $n = 47$ ;
- максимальное значение  $X_{макс} = 2,3433$ ;
- минимальное значение  $X_{мин} = 0,4904$ ;
- длина интервала  $\Delta x = 0,2902$ .

Данные вариационного ряда индекса выявленных нарушений инструкций, правил, норм и требований охраны труда работниками машиностроительного предприятия за три года приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Вариационный ряд индекса нарушений охраны труда работниками

Интервал:	<i>i</i>						
	1	2	3	4	5	6	7
	0,49 – 0,78	0,78 – 1,07	1,07 – 1,36	1,36 – 1,65	1,65 – 1,94	1,94 – 2,23	2,23 – 2,52
<i>m</i>	4,0000	23,0000	16,0000	3,0000	0,0000	0,0000	1,0000
$p^* = m/n$	0,0851	0,4894	0,3404	0,0638	0,0000	0,0000	0,0213
$a = p^*/\Delta x$	0,2932	1,6861	1,1730	0,2199	0,0000	0,0000	0,0733
$F^*(x)$	0,0851	0,5745	0,9149	0,9787	0,9787	0,9787	1,0000

По данным табл. 2 были найдены следующие статистические оценки:

- математическое ожидание  $m_x = 1,0678$ ;
- среднее квадратичное отклонение  $\sigma = 0,2863$ ;
- коэффициент вариации  $v = 0,2681$ .

На рис. 2 представлена гистограмма распределения, а на рис. 3 – соответствующая статистическая функция распределения принятого показателя качества функционирования СУОТ предприятия. При построении указанных зависимостей использовались методы статистического анализа [7].

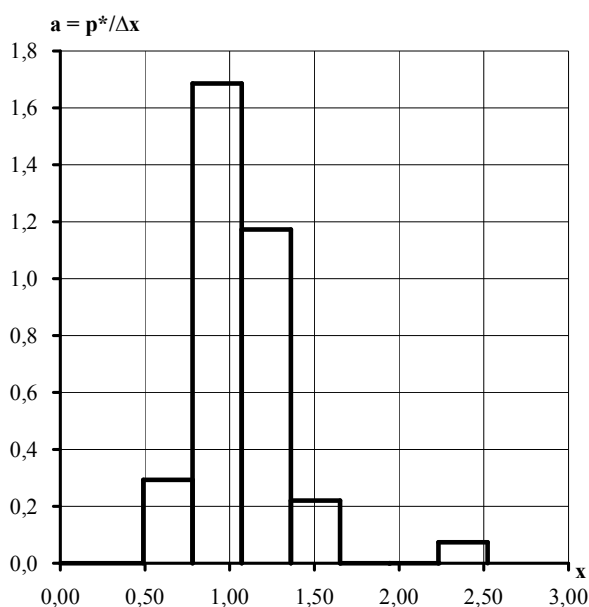


Рис. 2 – Гистограмма вариационного ряда индекса нарушений инструкций, правил, норм и требований охраны труда (количество наблюдений – 47)

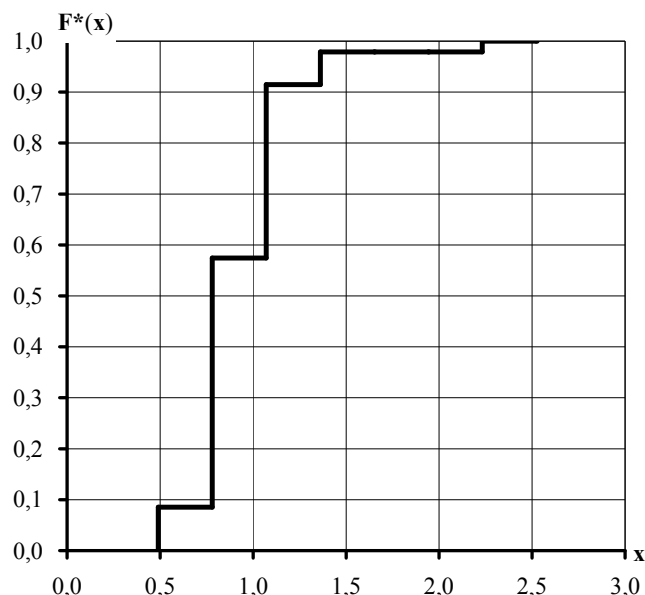


Рис. 3 – Статистическая функция распределения индекса нарушений инструкций, правил, норм и требований охраны труда (количество наблюдений – 47)

По значению коэффициента вариации индекса нарушений инструкций, правил, норм и требований охраны труда работниками машиностроительного предприятия ( $v = 0,2681$ ) было сделано предположение об использовании в качестве теоретического закона распределения рассматриваемой случайной величины нормальный закон распределения. По результатам оценки степени расхождения статистического распределения с принятым нормальным законом распределения с использованием критерия  $\chi^2$  К. Пирсона была подтверждена корректность принятого теоретического закона распределения.

Для нормального закона распределения была определена функция плотности вероятности исследуемого показателя качества функционирования СУОТ:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{0,717} e^{-\frac{(x-1,068)^2}{0,164}} \quad (3)$$

**Технологія машинобудування**

По (2) с использованием (3) были получены значения вероятностей показателя качества функционирования СУОТ для трех зон риска: допустимой, критической и катастрофической. Соответствующие значения вероятностей составили:

- $p(0,5 < I_{н.доп} < 0,75) = 0,1097$ ;
- $p(0,75 < I_{н.кр} < 1) = 0,2717$ ;
- $p(1 < I_{н.кат} < 1,25) = 0,3337$ .

Соотношения вероятностных характеристик «допустимого», «удовлетворительного» и «не удовлетворительного» качества функционирования СУОТ подтверждают ранее сделанный вывод о недостатках в деятельности СУОТ и определяет необходимость разработки рекомендаций по совершенствованию качества функционирования СУОТ.

**Выводы**

1) анализ взаимосвязей между результативными и факторными признаками работы службы охраны труда позволяет выявлять недостатки в функционировании СУОТ машиностроительного предприятия.

2) результаты статистического анализа данных о выявленных нарушениях инструкций, норм и правил охраны труда можно использовать на этапе планирования профилактических мероприятий по охране труда.

3) необходимо исследовать возможность формирования управляющих корректирующих воздействий со стороны СУОТ предприятия по результатам статистического анализа показателей работы службы охраны труда.

**Список использованных источников:**

1. ДСТУ OHSAS 18001:2010 Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги (OHSAS 18001:2007, IDT). – Взамін ДСТУ-П OHSAS 18001:2006; Надано чинності: наказ Держспоживстандарту від 27.12.2010 р. № 594. – Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 20 с.
2. Гунченко О. М. Дослідження проблеми вибору рішень в системі управління охороною праці (СУОП) машинобудівного підприємства / О. М. Гунченко, К. М. Касьянова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2008. – Ч. 2. – № 6 (124). – С. 161–165.
3. Смирнитская М. Б. Использование нейросетевых технологий в СУОТ машиностроительного предприятия / М. Б. Смирнитская // *Машинобудування* : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2013. – Вип. 12. – С. 150–156.
4. Ступницька Н. В. Оптимізація плану заходів з охорони праці на машинобудівному виробництві / Н. В. Ступницька // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2012. – № 729 : Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. – С. 33–38. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/15117>.
5. Смирнитська М. Б. Метод формалізації збору та обробки інформації при проведенні моніторингу охорони праці на підприємстві згідно вимог стандарту ДСТУ OHSAS 18001:2010 / М. Б. Смирнитська // *Машинобудування*: зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2015. – Вип. 15. – С. 161–166.
6. IRM's Risk Management Standard [Electronic resource]. – Access mode: [https://www.theirm.org/media/886059/ARMS\\_2002\\_IRM.pdf](https://www.theirm.org/media/886059/ARMS_2002_IRM.pdf). – Title from the screen.
7. Опря А. Т. Статистика (з програмованою формою контролю знань). Математична статистика. Теорія статистики: навч. посіб. / А. Т. Опря. – Київ: Центр навч. літ., 2005. – 472 с.

**References**

1. Derzhspozhyvstandart Ukrainy 2011, *Systemy upravlinnia hihiienoiu ta bezpekoiu pratsi. Vymohy*, DSTU OHSAS 18001:2010, Derzhspozhyvstandart Ukrainy, Kyiv 2011.
2. Hunchenko, O & Kasianova, K 2008, 'Doslidzhennia problemy vyboru rishen v systemi upravlinnia okhoroноiu pratsi (SUOP) mashynobudivnoho pidpriemstva', *Visnyk Shkhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia*, p. 2, no. 6 (124), pp. 161–165.
3. Smirnitckaya, M 2013, 'Ispolzovaniye neyrosetevykh tekhnologiy v SUOT mashinostroitelnogo predpriyatiya', *Mashynobuduvannia*, iss. 12, pp. 150–156.
4. Stupnytska, N 2012, 'Optymizatsiia planu zakhodiv z okhorony pratsi na mashynobudivnomu vyrobnytstvi', *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika"*, no. 729: Optymizatsiia vyrobnychkh protsesiv i tekhnichnyi kontrol u mashynobuduvanni ta prylyadobuduvanni, pp. 33–38, viewed 30 November 2015, <<http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/15117>>.
5. Smyrnytska, M, 2015, 'Metod formalizatsii zboru ta obrobky informatsii pry provedenni monitorynhu okhorony pratsi na pidpriemstvi zghidno vymoh standartu DSTU OHSAS 18001:2010', *Mashynobuduvannia*, iss. 15, pp. 161–166.
6. The Institute of Risk Management 2002, *Risk Management Standard*, viewed 30 November 2015, <[https://www.theirm.org/media/886059/ARMS\\_2002\\_IRM.pdf](https://www.theirm.org/media/886059/ARMS_2002_IRM.pdf)>.
7. Opra, A 2005, *Statystyka (z prohramovanoiu formoiu kontroliu znan)*. *Matematychna statystyka. Teoriia statystyky*, Tsentr navchalnoi literatury, Kyiv.

Стаття надійшла до редакції 30 листопада 2015 р.