Дата поступления рукописи в редакцию: 09.04.2025 г. DOI: 10.24412/2782-3830-2025-4-327-338
Дата принятия рукописи в печать: 13.05.2025 г.

ИЛЬЯСОВ Олег Рашитович,
доктор биологических наук,
профессор кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
профессор кафедры техносферной и экологической безопасности,
Уральский государственный аграрный университет,
старший научный сотрудник
Уральского научно-исследовательского ветеринарного
института ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН,
e-mail: ilyasov3@rambler.ru

ГАВРИЛИН Игорь Игоревич,
кандидат биологических наук,
заведующий кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: i.gavrilin@list.ru

ЯЦЕНКО Александр Сергеевич,
кандидат медицинских наук,
доцент кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: alexandr-yatsenko2012@yandex.ru

КАЛГАНОВА Наталья Валерьевна,
старший преподаватель кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: voropaevan@mail.ru

МАЛЫШЕВА Светлана Викторовна,
старший преподаватель кафедры техносферной безопасности,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: svm_e@mail.ru

МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ТРАВМАТИЗМА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. *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. В статье рассмотрен анализ статистических данных по производственному травматизму.*

Ключевые слова: *травматизм, металлургические предприятия, математическая статистика, случайные величины, показатели.*

ILYASOV Oleg Rashitovich,
Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport,
Professor of the Department of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University,
Senior Researcher,
Ural Research Veterinary Institute,
Federal State Budgetary Scientific Institution,
Ural Federal Research Center,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

GAVRILIN Igor Igorevich,
Candidate of Biological Sciences,
Head of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport

YATSENKO Alexander Sergeevich,
candidate of medical sciences,
associate professor of the department of technosphere safety,
Ural State University of Railway Transport

KALGANOVA Natalya Valerievna,
Senior Lecturer,
Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport

MALYSHEVA Svetlana Viktorovna,
Senior Lecturer,
Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport

METHODS OF STATISTICAL PROCESSING OF DATA ON INJURIES AT METALLURGICAL ENTERPRISES

Annotation*. The scientific basis for planning occupational safety measures is injury forecasting. It is based on a probabilistic assessment of the dynamics of injury rate indicators in order to identify unfavorable trends and, ultimately, the causes and sources of industrial injuries. The article examines the analysis of statistical data on industrial injuries.*

Key words*: injuries, metallurgical enterprises, mathematical statistics, random variables, indicators.*

Цель – Разработка методов статистической обработки данных травматизма на металлургических предприятиях.

Задачи – провести статистическую обработку данных травматизма на металлургических предприятиях.

Методы исследования – аналитический метод исследования. Анализ научной и научно-методической литературы по проблеме математической статистики.

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, 2, 3]. 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 [4].

Различают два подхода к составлению выборочных совокупностей экспериментальных данных: пассивный и активный.

При пассивном подходе изучаются известные опытные данные, при этом для исследования отбирается часть элементов из всей генеральной совокупности подлежащих контролю объектов и составляется из них выборочная совокупность.

Активный подход означает применение методов планирования эксперимента. Полученные в ходе эксперимента данные составляют выборочную совокупность. Планирование эксперимента часто применяют в технологических и научных исследованиях в физике, химии и других точных дисциплинах с целью составления математических моделей изучаемых процессов и явлений.

Одно из важнейших требований к выборочной совокупности экспериментальных данных - ее репрезентативность. Репрезентативность (представительность) выборочной совокупности означает, что собранные данные должны отражать исследуемые свойства генеральной совокупности корректно и с достаточной полнотой, а процедуры сбора данных, предшествующие их статистическому анализу, должны удовлетворять условиям системности.

Требование системности означает, что выборочная совокупность должна отражать системообразующие свойства генеральной совокупности.

Требование полноты означает, что выборочная совокупность должна представлять каждый из исследуемых признаков генеральной совокупности с достаточной полнотой, то есть в полном соответствии с предъявленными к исследованию требованиями [5, 6].

Для данного исследования были собраны статистические данные о пострадавших на металлургическом производстве и социально-экономические показатели, оказывающие влияние на риски повреждения здоровья работников за период с 2010 по 2023 годы.

Описание переменных, характеризующих показатели травматизма и профессиональных заболеваний, и социально-экономические показатели в металлургическом производстве, представлены в *таблице 1.*

Таблица 1 – Описание используемых показателей

Обозначение	Описание и единицы измерения
L	Среднесписочная численность работающих в отрасли, человек
m_1	Число пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом, человек
m_2	Число пострадавших со смертельным исходом, человек
m_3	Число работающих, имеющих профессиональные заболевания, человек
$K_ч$	Коэффициент частоты несчастных случаев
$K_{чс}$	Коэффициент частоты наступления несчастного случая со смертельным исходом
$K_{пз}$	Коэффициент частоты профессиональных заболеваний
$K_т$	Коэффициент тяжести производственного травматизма
S	Средства, израсходованных на мероприятия по охране труда за год из расчета на одного работника, тысяч рублей
d	Доля занятых во вредных условия
E	Амортизация основных фондов, начисленная за год, миллионов рублей
I	Индекс металлургического производства России, % к предыдущему году

Статистические данные травматизма и профессиональных заболеваний по металлургической отрасли за период с 2010 по 2023 год приведены *в таблице 2* [7, 8].

Таблица 2 – Статистические данные по показателям травматизма и профессиональной заболеваемости в металлургической отрасли с 2010 по 2023 год

Год	*L, чел.*	m_1, *чел.*	m_2, *чел.*	m_3, *чел.*	*N, дни*
2010	567030	1361	53	650	73165

2011	568387	1269	48	690	79127
2012	564415	1136	48	641	62740
2013	553115	1064	36	697	60886
2014	538906	1053	39	674	62988
2015	526114	803	32	639	46201
2016	501278	824	39	524	43858
2017	538433	817	31	628	46818
2018	535629	847	39	547	48595
2019	528002	850	38	492	53134
2020	498796	731	23	441	42405
2021	508722	798	44	361	41212
2022	521981	724	31	426	42734
2023	552274	801	19	418	45018

Данные о социально-экономических показателях по металлургической отрасли с 2010 по 2023 год представлены в *таблице 3* [9].

Таблица 3 – Показатели социально-экономического развития в металлургической отрасли с 2010 по 2023 год

Год	*S, тысяч рублей*	*d, %*	*E, млн. рублей*	*I, %*
2010	16,90	63,00	71145	111,70
2011	21,38	59,48	81669	106,20
2012	25,38	61,22	100962	103,70
2013	23,37	62,37	111700	98,90
2014	23,65	69,48	115411	102,20
2015	27,54	71,03	183292	95,30
2016	32,71	71,04	186294	97,90
2017	36,21	70,21	178097	105,20
2018	41,11	69,28	191359	100,60
2019	44,22	70,70	205268	103,90
2020	42,46	70,09	219026	97,40
2021	49,30	70,64	223314	119,10
2022	61,64	67,64	295865	99,40
2023	56,51	62,72	332063	99,50

По показателям повреждения здоровья рассчитываются следующие коэффициенты:

1. Коэффициент частоты травматизма (Кч) – характеризует число пострадавших с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом в расчете на 1000 работающих:

$$K_{ч} = \frac{m_1\ 1000}{L}$$

2. Коэффициент частоты смертельных исходов (Кчс) - характеризует число пострадавших со смертельным исходом в расчете на 1000 работающих:

$$K_{чс} = \frac{m_2\ 1000}{L}$$

3. Коэффициент частоты профессиональных заболеваний (Кпз) - характеризует число работающих, имеющих профессиональные заболевания в расчете на 10000 работающих:

$$K_{пз} = \frac{m_3\ 1000}{L}$$

4. Коэффициент тяжести (Кт) - характеризует число дней нетрудоспособности у пострадавших с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом в расчете на 1 пострадавшего:

$$K_{т} = \frac{N}{L}$$

Таблица 4 – Рассчитанные показатели повреждения здоровья за 2010-2023 год

Год	$K_{ч}$	$K_{чс}$	$K_{пз}$	$K_{т}$
2010	2,40	0,09	1,15	55,94
2011	2,23	0,08	1,21	64,81
2012	2,01	0,09	1,14	57,67
2013	1,92	0,07	1,26	59,23
2014	1,95	0,07	1,25	62,12
2015	1,53	0,06	1,21	59,92
2016	1,64	0,08	1,05	55,87
2017	1,52	0,06	1,17	59,56
2018	1,58	0,07	1,02	60,14
2019	1,61	0,07	0,93	65,44
2020	1,47	0,05	0,88	59,89
2021	1,57	0,09	0,71	54,66
2022	1,39	0,06	0,82	61,67
2023	1,45	0,03	0,76	57,57

Ложные результаты проникают в исходную совокупность случайным путем из-за действия достаточно большого числа случайных причин, которые не удается заранее предусмотреть при проведении измерений или при сборе статистических сведений. Не исключен случай, когда ошибки в статистические данные вносятся злонамеренно, к примеру, с целью искажения или сокрытия истинного положения вещей.

Процедура исключения ложных данных позволяет выявить такие данные в статистической совокупности с большой степенью вероятности.

Наличие ложных данных приводит к необоснованным выводам, поэтому ложные данные должны быть исключены из выборочной совокупности в процессе первичной обработки опытных данных [6, 10 , 11, 12].

Процедура исключения ложных данных для представленных совокупностей:

1. Имеющиеся значения совокупностей значений располагаются в порядке возрастания: x(1) ≤ x(2) ≤ x(m), и определяются крайние элементы представленной совокупности: x(1) = xmin, x(n) = x(max).

Таблица 5 – Упорядоченные по возрастанию совокупности значений

L, чел.	*m1, чел.*	*m2, чел.*	*m3, чел.*	*N, дни*	*Кч*	*Кчс*	*Кт*	*Кпз*	*S, тыс. руб.*	*d, %*	*E, тыс. руб.*	*I, %*
498796	724	19	361	41212	1,39	0,03	54,66	0,71	16,90	59,48	71145	95,3
501278	731	23	418	42405	1,45	0,05	55,87	0,76	21,38	61,22	81669	97,4
508722	798	31	426	42734	1,47	0,06	55,94	0,82	23,37	62,37	100962	97,9
521981	801	31	441	43858	1,52	0,06	57,57	0,88	23,65	62,72	111700	98,9
526114	803	32	492	45018	1,53	0,06	57,67	0,93	25,38	63,00	115411	99,4
528002	817	36	524	46201	1,57	0,07	59,23	1,02	27,54	67,64	178097,422	99,5
535629	824	38	547	46818	1,58	0,07	59,56	1,05	32,71	69,28	183292	100,6
538433	847	39	628	48595	1,61	0,07	59,89	1,14	36,21	69,48	186294	102,2
538906	850	39	639	53134	1,64	0,07	59,92	1,15	41,11	70,09	191359,896	103,7
552274	1053	39	641	60886	1,92	0,08	60,14	1,17	42,46	70,21	205268,698	103,9
553115	1064	44	650	62740	1,95	0,08	61,67	1,21	44,22	70,64	219026,91	105,2
564415	1136	48	674	62988	2,01	0,09	62,12	1,21	49,30	70,70	223314,777	106,2
567030	1269	48	690	73165	2,23	0,09	64,81	1,25	56,51	71,03	295865,733	111,7
568387	1361	53	697	79127	2,40	0,09	65,44	1,26	61,64	71,04	332063,738	119,1

2. Вычисляются значения $\tau_{\text{расч}}^{min}$, $\tau_{\text{расч}}^{max}$ отклонений крайних значений случайной величины x_{min}, x_{max} от ее среднего значения $\bar{x}$ с учетом разброса $\bar{S}$ значений случайной величины x в выборке по следующим формулам:

$$\tau_{\text{расч}}^{min} = \frac{|x_{min} - \bar{x}|}{\bar{S}}, \tau_{\text{расч}}^{max} = \frac{|x_{max} - \bar{x}|}{\bar{S}} \quad (5)$$

Среднее значение опытных данных $\bar{x}$ вычисляется по исходной совокупности объемом m по формуле:

$$\bar{x} = \bar{x}(m) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_i \quad (6)$$

По исходной совокупности опытных данных вычисляется величина $\bar{S}$, характеризующая разброс опытных значений величины x вокруг среднего $\bar{x}$.

$$\bar{S} = \bar{S}(m) = \sqrt{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})^2} \quad (7)$$

3. Рассчитанные значения $\tau_{\text{расч}}$ относительно отклонения $\tau(\alpha; m)$ сравниваются с его критическими (теоретическими) значениями $\tau_{\text{кр}}(\alpha; m)$. Так как выборка небольшая (m≤25) для исключения ложных данных используется таблица квантилей распределения максимального относительного отклонения $\tau_{\text{кр}}(\alpha; m)$. Значение квантиля максимального относительного отклонения $\tau_{\text{кр}}(\alpha; m)$ для уровня значимости α=0,05 принимается равным 2,43. [10,12].

Таблица 6 – Квантили максимального относительного отклонения

α, %	Объем выборочной совокупности *m*								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2,37	2,46	2,54	2,61	2,66	2,71	2,76	2,8	2,84
5	2,17	2,24	2,29	2,34	2,39	2,43	2,46	2,49	2,52

Сравниваются расчетное и критическое значения по формуле:

$$\tau_{\text{расч}} \leq \tau_{\text{кр}}(\alpha; m)$$

Значения, удовлетворяющие условию неравенства, не считаются ложными и остаются в выборке. Результаты расчетов $\tau_{\text{расч}}^{min}$, $\tau_{\text{расч}}^{max}$ отклонений крайних значений случайных величин x_{min}, x_{max} от ее среднего значения $\bar{x}$ представлены в *таблице 7.*

Таблица 7 – Результаты расчетов $\tau^{min}_{расч}$, $\tau^{max}_{расч}$ отклонений крайних значений случайных величин X_{min}, X_{max} от ее среднего значения $\bar{X}$

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	$\bar{S}$	$\tau^{min}_{расч}$	$\tau^{max}_{расч}$
L	498796	568387	535934	22493,6	1,65	1,44
m_1	724	1361	934	197,39	1,06	2,16
m_2	19	53	37	9,17	1,98	1,73
m_3	361	53	559	110,89	1,79	2,16
N	41212	79127	53491,5	11803,3	1,04	2,17
$K_ч$	1,39	2,4	1,73	0,3	1,14	2,21
$K_{чс}$	0,03	0,09	0,07	0,01	2,42	1,28
K_m	54,66	65,44	59,6	3,07	1,61	1,9
$K_{пз}$	0,71	1,26	1,04	0,18	1,81	1,21
S	16,9	61,64	35,88	13,29	1,43	1,94
d	59,48	71,04	67,06	4,11	1,84	0,97
E	71145	332063	178247,87	74319,9	1,44	2,07
I	95,3	119,1	102,9	6,07	1,26	2,26

Как видно из таблицы все значения $\tau^{min}_{расч}$, $\tau^{max}_{расч}$ выборочных совокупностей удовлетворяют неравенству 3.8. В результате проведенной процедуры можно утверждать, что в таблице значений случайных величин ложных данных нет.

При проведении статистического исследования возможны случаи нарушения условий проведения эксперимента, не относящиеся к наличию в выборочной совокупности ложных данных. Случайность и независимость опытных данных - необходимое условие репрезентативности выборочной совокупности.

Наблюдение считается статистически независимым, если результаты, полученные в результате отдельного наблюдения, не связаны с данными предыдущих и последующих наблюдений. Необходимы критерии, которые позволяют установить случайность и независимость данных в выборочной совокупности.

Для статистической проверки случайности и независимости результатов наблюдения применяются: критерий серий, основанный на использовании медианы выборки, критерий «восходящих» и «нисходящих» серий.

В данном случае выбрана проверка опытных данных с помощью критерия, основанного на использовании медианы выборки при уровне значимости α=0,05.

Критерий, основанный на использовании медианы выборки, позволяет заметить монотонное смещение среднего выборочного значения в ходе эксперимента. [5]

1. Имеются 13 совокупностей значений случайных величин, прошедшие процедуру исключения ложных данных. В данном случае n=m, так как ни одного значения исключено не было (m - количество значений в выборке, n - число наблюдений, оставшихся после исключения ложных результатов). Совокупности располагаются в порядке возрастания. (Таблица 5)

2. Находится выборочное значение медианы $x_{med}(n)$ по следующей формуле:

$$x_{med}(n) = \begin{cases} x_{\left[\frac{n}{2}\right]+1}, & \text{если } n \text{ нечетное} \\ \dfrac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2}, & n \text{ если четное} \end{cases} \quad (9)$$

Так как число n=14 является четным, то согласно формуле получаем:

$$x_{med}(14) = \frac{x_{\frac{14}{2}} + x_{\frac{14}{2}+1}}{2} = \frac{x_7 + x_8}{2} \quad (10)$$

Результат расчета медианных значений представлены в *таблице 8:*

Таблица 8 – Медианные значения показателей

Показатель	Значение медианы
L, чел.	537031
m1, чел.	835,5
m2, чел.	38,5
m3, чел.	587,5
N, дни	47706,5
Кч	1,595
Кчс	0,07
Кт	59,725
Кпз	1,095
S, тыс. руб.	34,46
d, %	69,38
E, тыс. руб.	184793
I, %	101,4

3. В исходной (неупорядоченной) выборке x1, x2,…xn вместо каждого числа xi ставится «+» (плюс), если xi > xmed(n), и «-» (минус), если xi<xmed(n). Значениям xi= xmed(n) никакого знака не присваивается. Полученные последовательности приведены в *таблице 9.*

Таблица 9 – Последовательности серий показателей

№	*L, чел.*	*m1, чел.*	*m2, чел.*	*m3, чел.*	*N, дни*	*Кч*	*Кчс*	*Кт*	*Кпз*	*S, тыс. руб.*	*d, %*	*E, тыс. руб.*	*I, %*
1	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
3	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
4	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
6	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
7	-	-	+		-	+	+	-	-	-	+	+	-
8	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
9	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-
10	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
11	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-
12	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
13	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
14	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-

Полученные последовательности плюсов и минусов характеризуются числом серий ν(α;n) и длиной τ(α;n) самой длинной серии. Под серией понимается последовательность идущих подряд плюсов или минусов.

Производится подсчет числа νрасч(n) подряд идущих знаков «+» и подряд идущих знаков «-», а также длина τ расч(α;n) самой длиной серии плюсов или минусов. Полученные значения приведены в *таблице 10.*

Таблица 10 – Характеристики последовательностей показателей

Показатель	$\nu_{расч}(n)$	$\tau_{расч}(n)$
L	3	5
m_1	2	5
m_2	5	3
m_3	2	6
N	2	5
$K_ч$	3	5
$K_{чс}$	5	3
$K_т$	4	3

$K_{пз}$	2	6
S	1	7
d	2	4
E	2	6
I	5	3

4. Рассматривается гипотеза о случайности и независимости данных в рассматриваемых выборочных совокупностях (при уровне значимости α=0,05). В этих предположениях для случайных величин νрасч(n) и τрасч(n) проверяется выполнение системы неравенств:

$$\begin{cases} \nu_{\text{расч}}(n) > \left[\frac{1}{2}(n+1) - 1{,}96\sqrt{n-1}\right] = \nu_{\text{кр}}(0{,}05;n) \\ \tau_{\text{расч}}(n) \le [3{,}3\ln(n)+1] = \tau_{\text{кр}}(0{,}05;n) \end{cases} \quad (11)$$

Если хотя бы одно из условий системы окажется невыполненным, то предположение о независимости результатов наблюдения отвергается с вероятностью α=0,05 совершить ошибку первого рода.

Если $\nu_{\text{расч}}(n) \le \nu_{\text{кр}}(0{,}05;n)$, то есть если расчетное число $\nu_{\text{расч}}(n)$ серий не будет превосходить критическую величину $\nu_{\text{кр}}(0{,}05;n)$ числа серий, то данные исследуемой выборочной совокупности следует признать неслучайными и зависимыми при заданном уровне значимости α=0,05. Это же верно и в случае, если $\tau_{\text{расч}}(n) > \tau_{\text{кр}}(0{,}05;n)$, то есть если расчетная длина $\tau_{\text{расч}}(n)$ самой длинной из серий превосходит критическую величину $\tau_{\text{кр}}(0{,}05;n)$, вычисленную по формуле, либо равна ей.

$$\nu_{\text{кр}}(0{,}05;14) = \left[\frac{1}{2}(14+1) - 1{,}96\sqrt{-1}\right] = 0{,}43 \quad (12)$$

$$\tau_{\text{кр}}(0{,}05;14) = [3{,}3\ln(14)+1] = 9{,}7 \quad (13)$$

Выводы:

Сравнив полученные результаты $\tau_{\text{расч}}$ и $\tau_{\text{кр}}$ расчетными для всех выборок, напрашивается вывод, что с вероятностью 1-α=1-0,05=0,95 гипотеза о случайности и независимости совокупности исследуемых выборочных значений случайных величин не должна быть отвергнута.

Список литературы:

[1] Тимофеева Г.А., Ие О.Н. Применение синтетической гравитационной модели с показательно-степенной функцией тяготения для расчета расщепления пассажиропотока по разным видам общественного транспорта // Транспорт Урала. – 2020. - № 4 (67). – С. 3-9.

[2] Завалищин Д.С., Тимофеева Г.А. Исследование математической модели регулируемого перекрестка. // Труды института математики и механики УрО РАН. – 2009. – Т. 15. - № 4. – С. 108-119.

[3] Тимофеева Г.А., Завалищин Д.С. Математическая модель регулируемого перекрестка. // Транспорт Урала. – 2008. – № 2(17). – С. 92-97.

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

[5] Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда». URL: https://minobrnauki.gov.ru/about/okhrana_truda/npa/ (дата обращения: 17.01.25).

[6] Общие правила безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/245163/ (дата обращения: 17.01.25).

[7] Тимофеева Е. М., Тимофеева А. С. Совершенствование системы управления производственными затратами металлургического предприятия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3. – 2. – С. 250–252.

[8] Александр Хадыльды. Производственный травматизм в металлургии – можно ли его победить? // Новости Тэктис. URL: https://tactise.com/career/tpost/izzfno89o1-proizvodstvennii-travmatizm-v-metallurgi (дата обращения: 17.01.25).

[9] Приказ Ростехнадзора от 13.11.2020 № 440 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности». URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/ot/594885/ (дата обращения: 17.01.25).

[10] Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 887н «Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов». URL: https://normativ.kontur.ru/document?documentId=381957&moduleId=1 (дата обращения: 17.01.25).

[11] Общие правила безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/245163/ (дата обращения: 17.01.25).

[12] Коротич В.И., Братчиков С.Г. Металлургия черных металлов: Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 2012.- 240с.

Spisok literatury:

[1] Timofeeva G.A., Ie O.N. Primenenie sinteticheskoj gravitacionnoj modeli s pokazatel`no-stepennoj funkciej tyagoteniya dlya rascheta rasshhepleniya passazhiropotoka po razny`m vidam obshhestvennogo transporta // Transport Urala. – 2020. - № 4 (67). – S. 3-9.

[2] Zavalishhin D.S., Timofeeva G.A. Issledovanie matematicheskoj modeli reguliruemogo perekrestka. // Trudy` instituta matematiki i mexaniki UrO RAN. – 2009. – T. 15. - № 4. – S. 108-119.

[3] Timofeeva G.A., Zavalishhin D.S. Matematicheskaya model` reguliruemogo perekrestka. // Transport Urala. – 2008. – № 2(17). – S. 92-97.

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

[5] Postanovlenie Pravitel`stva RF ot 24.12.2021 № 2464 «O poryadke obucheniya po oxrane truda i proverki znaniya trebovanij oxrany` truda». URL: https://minobrnauki.gov.ru/about/okhrana_truda/npa/ (data obrashheniya: 17.01.25).

[6] Obshhie pravila bezopasnosti dlya metallurgicheskix i koksoximicheskix predpriyatij i proizvodstv. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/245163/ (data obrashheniya: 17.01.25).

[7] Timofeeva E. M., Timofeeva A. S. Sovershenstvovanie sistemy` upravleniya proizvodstvenny`mi zatratami metallurgicheskogo predpriyatiya // Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`x i fundamental`ny`x issledovanij. – 2015. – № 3. – 2. – C. 250–252.

[8] Aleksandr Xady`l`dy`. Proizvodstvenny`j travmatizm v metallurgii – mozhno li ego pobedit`? // Novosti Te`ktis. URL: https://tactise.com/career/tpost/izzfno89o1-proizvodstvennii-travmatizm-v-metallurgi (data obrashheniya: 17.01.25).

[9] Prikaz Rostexnadzora ot 13.11.2020 № 440 «Ob utverzhdenii Federal`ny`x norm i pravil v oblasti promy`shlennoj bezopasnosti». URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/ot/594885/ (data obrashheniya: 17.01.25).

[10] Prikaz Mintruda Rossii ot 11.12.2020 № 887n «Ob utverzhdenii Pravil po oxrane truda pri obrabotke metallov». URL: https://normativ.kontur.ru/document?documentId=381957&moduleId=1 (data obrashheniya: 17.01.25).

[11] Obshhie pravila bezopasnosti dlya metallurgicheskix i koksoximicheskix predpriyatij i proizvodstv. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/245163/ (data obrashheniya: 17.01.25).

[12] Korotich V.I., Bratchikov S.G. Metallurgiya cherny`x metallov: Uchebnik dlya vuzov. - M.: Metallurgiya, 2012.- 240s.