

Код МРНТИ 86.40.00

*Б.Т. Уахитова, Б.Г. Алматова, Т.С. Кайменова, Д.Д. Султанова
ZHUBANOV UNIVERSITY (Ақтобе қ., Қазақстан)

ПУАССОННЫҢ ЫҚТИМАЛ ТАРАЛУЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ, ЖАРАҚАТ АЛУ ЫҚТИМАЛДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Андатпа. Жарақаттанудың қысқа мерзімді (1-2 жыл) болжамын 93% сенімділікпен жасау мүмкіндігін негіздеу. 9 жылдық кезеңдегі ықтималдықтың нәтижесі анықталды, өйткені ол жақын арада болжамға сәйкес келеді. Феррокорытпа зауыты келесі 3 жыл ішінде жарақат алу ықтималдығының болжамды нәтижесі ретінде ала алады. Нақты деректер бойынша сенімділік болжамының нәтижесі 100% құрады. Жоғарыда айтылғандардан Пуассонның ықтималдық үлестірімін пайдалана отырып, жарақаттану ықтималдығының болжамы Қазақстан Республикасының Феррокорытпа өндірісінің металлургиялық кешенінде жарақаттану болжамы ретінде жеткілікті тиімді қолданылуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады.

Түйінді сөздер: жарақаттану, қауіп, феррокорытпа өндірісі, жарақаттану болжамы, математикалық модель, статистикалық әдіс, талдау, жазатайым жағдай, еңбекті қорғау.

Determination of the probability of injury using the probability distribution of Poisson

Abstract. Substantiation of the possibility of making a short-term (1-2 years) injury forecast with 93% reliability. The probability result for a 9-year period has been determined, since it fits the forecast for the near future. The ferroalloy plant can receive, as an expected result, the probability of injury for the next 3 years. According to the actual data, the result of the reliability forecast was 100%. From the above, it can be concluded that the forecast of the probability of injury using the probability distribution of Poisson can be used quite effectively as a forecast of injuries in the metallurgical complex of ferroalloy production of the Republic of Kazakhstan.

Key words: injury, hazard, ferroalloy production, injury forecast, mathematical model, statistical method, analysis, accident, labor protection.

Определение вероятности травматизма с применением вероятностного распределения Пуассона

Аннотация. Обоснование возможности составления краткосрочного (1-2 года) прогноза травматизма с достоверностью 93%. Определен результат вероятности за 9-летний период, так как он подходит к прогнозу на ближайшее время. Ферросплавный завод может получить, как предполагаемый результат вероятности получения травмы на следующие 3 года. По фактическим данным результат прогноза достоверности составил 100%. Из изложенного можно сделать вывод, что прогноз вероятности травматизма с использованием вероятностного распределения Пуассона может достаточно эффективно применяться в качестве прогноза травматизма в металлургическом комплексе ферросплавного производства Республики Казахстан.

Ключевые слова: травматизм, опасность, производство ферросплавов, прогноз травматизма, математическая модель, статистический метод, анализ, несчастный случай, охрана труда.

Кіріспе

Тәжірибе көрсеткендей, жұмыс орындарындағы жарақат пен апаттың негізгі себептері көбінесе инженерлік кемшіліктермен, жабдықты пайдалану бойынша жұмыстарды ұйымдастырудағы кемшіліктермен, өндірістегі істердің жай-күйін дұрыс бағаламаумен байланысты болып жатады. Яғни, себеп адамның өзінде, «адам факторы» деп аталатын фактор деп айтуға негіз бар. Қызметкердің психологиялық тұрақтылығына оның жеке қауіпсіздігі де, тұтастай алғанда кәсіпорынның өндірістік қауіпсіздігі де байланысты. Өндірістік персоналдың психологиялық тұрақтылығын ескере отырып, жарақаттануды болжаудың кешенді тәсілін қолданған кезде ғана кәсіпорындағы жарақаттанудың айтарлықтай төмендеуі және еңбек қауіпсіздігінің артуы мүмкін, өйткені психологиялық тұрақтылық қазіргі уақытта тәжірибеде толық қолданылмайтын резерв болып табылады [1].

Тау-кен өндіру және металлургия салаларындағы өндірістік кәсіпорындарда қауіпсіз еңбек жағдайлары мен қызметкерлердің тыныс-тіршілігін қорғаудың жолға қойылған жүйесі бар. Өндірістік мекемелерде әртүрлі жарақаттанудың жай-күйі мәселелері кәсіпорындардың өндірістік қызметінің тиімділігін, техникалық жабдықтау дәрежесін және олардың өндірісін ұйымдастыруды бағалау кезінде бірінші кезектегі маңызға ие. Мәдениеті мен өндіріс технологиясы төмен кәсіпорындарда әртүрлі ауырлық дәрежесіндегі өндірістік жарақаттардың пайда болу ықтималдығы тәуекелдері айтарлықтай артады. Феррокорытпа өндірісі қауіпті және зиянды факторлардың әсерімен сипатталады, бұл өз кезегінде өндірістік жарақат алу қаупінің пайда болуымен байланысты. Тәуекелдерді азайту үшін жарақаттану көрсеткіштерін есепке алудың, талдаудың және болжаудың заманауи әдістері

қажет, оған деректерді өңдеудің статистикалық әдістері жауап береді.

Жарақаттануды болжаудың ықтималды әдістерін қолдану жарақаттардың пайда болуының кездейсоқтық дәрежесін сандық бағалауға мүмкіндік береді. Жарақаттарды талдаудың ықтималдық әдістері кейбір бастапқы статистикалық материалдарға негізделген. Бұл материал неғұрлым кең болса, алынған тұжырымдар соғұрлым сенімді болады [2].

Материалдар мен әдістер

Бұл мәселені шешудің бір тәсілі-жарақатқа әкелетін барлық қауіпті оқиғалар уақыт бойынша сәйкес келмейтін (топтық жазатайым оқиғаларды қоспағанда) және бір-бірімен байланысты емес оқиғалар тобына жататындығын пайдалану [3].

Демек, белгілі бір уақыт кезеңіндегі (онжылдық, ай, тоқсан, жыл және т.б.) жарақатқа әкелетін оқиғалардың берілген санының қосындысын кездейсоқ оқиғалар ағыны ретінде қарастыруға болады. Оқиғалар ағыны-бұл белгілі бір уақытта бірінен соң бірі болатын оқиғалар тізбегі. Ең қарапайымы (пуассондық) – келесі үш қасиетке ие оқиғалар ағыны:

- 1) стационарлық;
- 2) «салдардың болмауы»;
- 3) қарапайым.

Кез-келген кездейсоқ процесс сияқты, жарақат стационарлық (уақыт бойынша өзгермейтін) және стационарлық емес (уақыт бойынша өзгеретін) болуы мүмкін. Қарапайым ағынға тән салдардың болмау шарты оқиғалардың бір-біріне тәуелсіз болатындығын білдіреді. Қарапайым қасиет қысқа уақыт ішінде бірнеше оқиғаның болу ықтималдығы тек бір оқиғаның болу ықтималдығымен салыстырғанда

елеусіз аз екенін білдіреді. Бұл, оқиғалар бір уақытта жүп немесе үштік емес, жалғыз болады деген сөз [4].

Қарапайым, стационарлық немесе стационарлық емес ағындардың көп мөлшерін қосу (өзара қабаттасу) кезінде кез-келген салдармен, ең қарапайымға жақын ағын алынады. Қарапайымды пайдалануға болатын ағынды алу үшін, іс жүзінде, әдетте 4-5 ағынды қосу жеткілікті [5].

λ ағынның тығыздығы болсын (уақыт бірлігіне келетін оқиғалардың орташа саны). Дәл m оқиғалар τ уақытта болатын ықтималдығы:

$$P_m(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^m}{m!} \cdot e^{-\lambda\tau} = \frac{a^m}{m!} \cdot a^{-a}. \quad (1)$$

Атап айтқанда, учаскенің бос болу ықтималдығы (бір-де-бір оқиға болмайды) болады

$$P_t(0) = e^{-\lambda t}. \quad (2)$$

Параметрдің физикалық мағынасы $a = \lambda \cdot \tau$ – бұл τ уақытындағы қауіпті оқиғалардың орташа саны, яғни олардың математикалық күтуі.

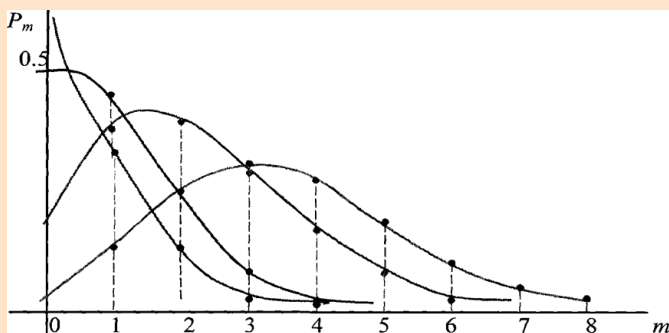
$\lambda = \text{const}$ болған жағдайды қарастырайық. Шынында да, жарақаттың қарқындылығы уақыт бойынша тұрақты емес. Бірақ бұл жағдайда да, егер қалған екі қасиет орын алса, Пуассон заңын қолданамыз. Егер оқиғалар ағыны тұрақты болмаса, оның негізгі сипаттамасы-уақыт аралығындағы лездік ықтималдық тығыздығы болып табылады ($t, t + \Delta t$). Мұндай ағын үшін t_0 нүктесінен бастап τ ұзындық кесіндісіндегі оқиғалар саны Пуассон заңына бағынады:

$$P_m(\tau, t_0) = \frac{a^m}{m!} \cdot e^{-a}, \quad (m = 1, 2, 3 \dots), \quad (3)$$

мұндағы $a = t_0$ -ден $t_0 + \tau$ -ға дейінгі учаскедегі оқиғалар санының математикалық күтуі, тең

$$a = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \lambda(t) \delta t, \quad (4)$$

1-суретте a параметрінің әртүрлі мәндеріне сәйкес келетін Пуассон заңы бойынша бөлінген X кездейсоқ шаманың таралу графиктері берілген.



Сурет 1. X кездейсоқ шамасының таралу графигі, мұндағы: $a = 3,5; 2; 1; 0,5$.

Figure 1. Distribution graph of random variable X , where: $a = 3,5; 2; 1; 0,5$.

Рис. 1. График распределения случайной величины X , где: $a = 3,5; 2; 1; 0,5$.

Бұл Пуассонның таралуы ферроқорытпа кәсіпорында-ры үшін жарақат алу ықтималдығын болжау үшін қолданылған жағдайда қолданылуы мүмкін екенін көрсетеді [6].

Ферроқорытпа өндірісіндегі жарақаттануды болжаудың математикалық моделі.

Пуассон формуласының классикалық [5]-тен келесі түрі бар:

$$P_n(k) = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}, \quad (5)$$

мұндағы $\lambda = n \cdot p$ санына қарамастан бір мәнді сақтайтын оқиғаның пайда болуының тұрақты орташа саны; n – кәсіпорын қызметкерлерінің жалпы саны (жылдық орташа тізімдік құрам); k – бір жылдағы жазатайым оқиғалардың саны [7].

(5) формула бойынша 2012-2020 жылдар аралығында «Қазхром «ТҰК» АҚ кәсіпорындары үшін жарақат алу ықтималдығы анықталды. Деректер төмендегі 1, 2 – кестелерде берілген.

Қысқа мерзімді болжаудың мәні зерттелетін кезеңдегі жарақат алу ықтималдығының есептелген мәндеріне сәйкес, яғни 9 жыл ішінде p_{opt} жарақаттануының орташа ықтималдығы анықталады, оны келесі 1-2 жылдағы жазатайым оқиғалардың күтілетін санын анықтау үшін пайдалануға болады. Содан кейін 1-кестеге сәйкес алынған орташа ықтималдықтың мәніне сәйкес келетін жазатайым оқиғалар санының шамамен мәні таңдалады және бұл сан жарақат алу ықтималдығын анықтау үшін компьютерлік бағдарламаға енгізіледі. Мүмкін, мұндай таңдау орташа ықтималдықпен толық сәйкес келгенше бірнеше рет жасалуы мүмкін. Шығуда күтілетін орташа ықтималдықпен сәйкес келетін ықтималдық мәнін алған кезде, бұл есептеулер аяқталады, күтілетін жазатайым оқиғалар санының тиісті мәні түпкілікті деп қабылданады және жазатайым оқиғалар санының алынған болжамды мәні – $k_{күт}$ ретінде пайдаланылады [8].

1-кестеде Ақтөбе ферроқорытпа зауытында 2012 жылдан 2020 жылға дейінгі кезеңде жарақаттанудың нақты мәндері берілген. Бұл деректер осы кәсіпорындағы жарақаттануды қысқа мерзімді (3 жылдан аспайтын) болжау үшін функционалдық тәуелділікті алу мақсатында Пуассонның ықтималдық үлестірімін жасау үшін пайдаланылды. Осы мақсатта жоғарыда көрсетілген формулалар негізінде осы жылдардағы жарақаттану ықтималдығының мәндері анықталды және Microsoft Office Excel бағдарламасын ең кіші квадраттар әдісімен пайдалану арқылы Ақтөбе ферроқорытпа зауытында 2012-2020 жылдарға арналған жарақаттану ықтималдығын қысқа мерзімді болжау үшін функционалдық тәуелділік анықталды [9].

2-кестеде осы ықтималдықтардың мәндері берілген немесе Пуассонның 2012-2020 жылдарға таралуы берілген. 2-кестенің екінші жолының деректерін қолдана отырып, p – жарақат алу ықтималдығының T – уақыттан функционалдық тәуелділігінің графигін саламыз (2-сурет), яғни 2012 жылдан 2020 жылға дейінгі кезең және функционалдық тәуелділікті аналитикалық түрде анықтаймыз (формула түрінде).

Кесте 1

Ақтөбе ферроқорытпа зауытында 2012 жылдан 2020 жылға дейінгі кезеңде жарақаттану бойынша деректер

Table 1

Data on injuries at the Aktobe ferroalloy plant from 2012 to 2020

Таблица 1

Данные о травматизме на Актюбинском заводе ферросплавов с 2012 по 2020 годы

№ р/р	Көрсеткіштер	Көрсеткіштің жылдар бойынша мәні								
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Ұйымдарда жұмыс жасайтындардың саны, В, адам	3161	3311	3784	3872	3991	4236	4278	4402	4286
2	Жазатайым оқиғалар саны, А	7	4	2	1	1	2	2	6	7

Кесте 2

2012-2020 ж.ж. аралығында Ақтөбе ферроқорытпа зауытында жарақаттану бойынша Пуассонды ықтималды болу деректері

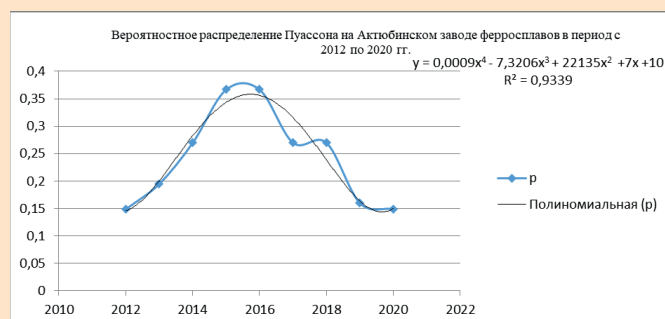
Table 2

Poisson probability distribution data on injuries at the Aktobe ferroalloy plant in 2012-2020

Таблица 2

Данные распределения вероятностей Пуассона по травматизму Актюбинском заводе ферросплавов с 2012 -2020 годах

№ п/п	Параметрлердің атауы	Көрсеткіштің жылдар бойынша мәні								
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X	7	4	2	1	1	2	2	6	7
2	p	0,149	0,195	0,27	0,367	0,367	0,27	0,27	0,16	0,149



Сурет 2. 2012-2020 жылдар аралығындағы Ақтөбе ферроқорытпа зауытында Пуассонның ықтималдық таралуы.

Figure 2. Poisson probability distribution at the Aktobe ferroalloy plant for the period 2012-2020.

Рис. 2. Распределение вероятностей Пуассона на Актюбинском заводе ферросплавов за период 2012-2020 гг.

2-суретте 2012-2020 жылдар аралығындағы Ақтөбе ферроқорытпа зауытында жарақат алу ықтималдығының

функционалдық көпмүшелік тәуелділігі көрсетілген. Көріп отырғаныңыздай, жуықтау коэффициенті өте жоғары ($R = 0,9339$), бұл белгілі бір формуланың – 4-ші дәрежелі көпмүшенің үлкен сенімділігін көрсетеді:

$$y = 0,0009x^4 - 7,3206x^3 + 22135x^2 + 7x + 10$$

Қорытындылар

Алынған ықтималдық мәндері бойынша 9 жыл ішінде $p_{opt} = 0,244$ ықтималдығының орташа мәні анықталды, ол қысқа мерзімді болжамға сәйкес келесі 3 жылға Ақтөбе ферроқорытпа зауытында жарақат алу ықтималдығының болжамды мәні үшін алынуы мүмкін. Ықтималдықтың бұл мәніне шамамен 3 жағдайға тең болатын бір жылдағы жазатайым оқиғалардың санына сәйкес келеді. Іс жүзінде 2021 жылы Ақтөбе ферроқорытпа зауытында 3 жазатайым оқиға болды. Сондықтан 2021 жылға болжам 100%-ды құрады. Жоғарыда айтылғандардан Пуассонның ықтималдық үлестірімін пайдалана отырып, жарақаттану ықтималдығының болжамы Қазақстан Республикасының ферроқорытпа өндірісінің металлургиялық кешенінде жарақаттану болжамы ретінде жеткілікті тиімді қолданылуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- Имангазин М.К. Қазақстан Республикасының ферроқорытпа өндірісіндегі жарақаттарды талдау. // LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Deutschland/Германия. – 2014. – Б. 373 (орыс тілінде)

2. Uakhitova Bagdagul. Ақтөбе ферроқорытпа зауытының балқыту цехтары қызметкерлерінің жарақаттануын талдау және психологиялық зерттеулер. // ҚР ҰҒА хабарлары. Геология және технологиялық ғылымдар сериясы ISSN 2224-5278. – 2022. – Шығ. 2. – №452. – Б. 242-258 (ағылшын тілінде)
3. Беляев Ю.К., Носков В.П. Математикалық статистиканың негізгі түсініктері мен міндеттері: // Оқу құралы. – М.: Мәскеу мемлекеттік университеті. – 1998. – Б. 192 (орыс тілінде)
4. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Көп өлшемді статистикалық әдістер. // Оқу құралы. – М.: Қаржы және статистика. – 1998. – Б. 352 (орыс тілінде)
5. Маркович Е.С. Бқтималдықтар мен математикалық статистика элементтері бар жоғары математика курсы. // 2-ші басылым., ауысу және Жоғары оқу орындарына арналған оқулық. Мәскеу: Жоғары мектеп. – 1972. – Б. 480 (орыс тілінде)
6. Новиков П.В. Таңдалған еңбектер. Жиынтықтар мен функциялар теориясы. // Математикалық логика және алгебра. – М.: Ғылым. – 1979. – Б. 396 (орыс тілінде)
7. Ховден Дж., Альбрехтсен Э., Эррера И.А. Өндірістегі жазатайым оқиғалардың алдын алудың жаңа теориялары, модельдері мен тәсілдері қажет пе? // Қауіпсіздік туралы ғылым. – 2010. – №48. – Б. 950-956 (ағылшын тілінде)
8. Uakhitova Bagdagul. Металлургиялық кластердің өнеркәсіптік кәсіпорны мысалында өндірістік жарақаттану деңгейін талдау. // ҚР ҰҒА хабарлары. Геология және технологиялық ғылымдар сериясы. – 2022. – №1. – Б. 145-151 (ағылшын тілінде)
9. Uakhitova Bagdagul. Ақтөбе облысының өнеркәсіп кәсіпорындары қызметкерлерінің өндірістік жарақаттануының жай-күйі туралы. // ҚР ҰҒА хабарлары. Геология және технологиялық ғылымдар сериясы ISSN 2224-5278. – №5. – Б. 170-175 (ағылшын тілінде)
10. Хакімжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. // Алматы: ОВЕРО, Қазақстан. ISBN: 9965-708-62-2. 2. – 2008 (орыс тілінде)
11. Дерр А.Дж. Жеке тұлға жұмыс орнындағы қауіпсіздікті қашан және қалай болжайды: орташа Медиация моделін бағалау. // Қауіпсіздікті зерттеу журналы. – 2020. – №75. – Б. 275-283 (ағылшын тілінде)
12. Моурас Ф., Бадри А. Еңбекті қорғау саласында жиі қолданылатын тәуекелдерді басқару әдістеріне, әдістеріне және бағдарламалық жасақтамасына шолу. // Халықаралық қауіпсіздік журналы. – 2019. – №10. – Б. 149-160 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Imangazin M.K. Analiz travmatizma na ferrosplavnom proizvodstve Respubliki Kazakhstan [Analysis of injuries in ferroalloy production of the Republic of Kazakhstan]. // Akademicheskoe izdatelstvo LAP = Lambert Academic Publishing. Saarbrucken. Tamyz, 2014 Deutschland/Germaniya. ISBN:978-3659- 58002-4. – 2014. – P. 373 (in Russian)
2. Uakhitova Bagdagul. Analysis of injuries and psychological researches of workers in the melting shops of the aktubinsk ferralloys plant. // NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of geology and technical sciences ISSN 2224-5278. – 2022. – Vol. 2. – №452. – P. 242-258 (in English)
3. Belyaev Yu.K., Noskov V.P. Osnovnye ponyatiya i zadachi matematicheskoy statistiki [Basic concepts and tasks of mathematical statistics]. // Uchebnoe posobie = Textbook. – М.: Moscow State University. – 1998. – P. 192 (in Russian)
4. Dubrov A.M., Mkhitarjan V.S., Troshin L.I. Mnogomernye statisticheskie metody [Multivariate statistical methods]. // Uchebnoe posobie = Textbook. – М.: Finance and Statistic. – 1998. – P. 352 (in Russian)
5. Markovich E.S. Kurs vysshey matematiki s elementami veroyatnostey i matematicheskoy statistiki. 2-e izd., perevod i dots [A course of higher mathematics with elements of probability and mathematical statistics. 2nd ed., translation and Assoc.]. // Uchebnik dlya vuzov. Moskva: Vysshaya shkola = Textbook for universities. Moscow: Higher School. – 1972. – P. 480 (in Russian)
6. Novikov P.V. Izbrannyye trudy. Teoriya mnozhestv i funktsiy [Selected works. Set and function theory]. // Matematicheskaya logika i algebra. – М.: Nauka = Mathematical logic and algebra. – М.: Science. – 1979. – P. 396 (in Russian)
7. Hovden J., Albrechtsen E., Herrera I.A. Is there a need for new theories, models and approaches to occupational accident prevention? // Safety Science. – 2010. – №48. – P. 950-956 (in English)
8. Uakhitova Bagdagul. Analysis of the level of occupational injuries on the example of an industrial enterprise of a metallurgical cluster. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences 2022. – 2022. – Issue 1. – №1. – P. 145-151 (in English)
9. Uakhitova Bagdagul. On the state of industrial injuries of workers in industrial enterprises of the aktubinsk region. // News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences ISSN 2224-5278. – №5. – P. 170-175 (in English)
10. Khakimzhanov T.E. Okhrana truda [Occupational Safety and Health]. // Almaty: OВЕРО, Kazakhstan. ISBN: 9965-708-62-2. – 2008 (in Russian)

11. Doerr A.J. When and how personality predicts workplace safety: Evaluating a moderated mediation model. *Journal of Safety Research* 75. – 2020. – P. 275-283 (in English)
12. Mouras F., Badri A. Survey of the risk management methods, techniques and software used most frequently in occupational health and safety. // *International Journal of Safety and Security Engineering*. – (2019). – №10. – P. 149-160 (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Имангазин М.К. Анализ травматизма на ферросплавном производстве Республики Казахстан. // Академическое издательство LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Тамыз, 2014 Deutschland/ Германия. ISBN:978-3659- 58002-4. – 2014. – С. 373 (на русском языке)
2. Uakhitova Bagdagul. Анализ травматизма и психологические исследования работников плавильных цехов АЗФ. *Известия НАН РК серия геологических и технических наук ISSN 2224-5278*. – 2022. – Т. 2. – №452. – С. 242-258 (на английском языке)
3. Беляев Ю.К., Носков В.П. Основные понятия и задачи математической статистики. // Учебное пособие. – М.: Московский государственный университет. – 1998. – С. 192 (на русском языке)
4. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. // Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика. – 1998. – С. 352 (на русском языке)
5. Маркович Е.С. Курс высшей математики с элементами вероятностей и математической статистики. 2-е изд., перевод и доп. // Учебник для вузов. Москва: Высшая школа. – 1972. – С. 480 (на русском языке)
6. Новиков П.В., Избранные труды. Теория множеств и функций. // Математическая логика и алгебра. – М.: Наука. – 1979. – С. 396 (на русском языке)
7. Ховден Дж., Альбрехтсен Э., Эррера И.А. Нужны ли новые теории, модели и подходы к предотвращению несчастных случаев на производстве? // *Наука о безопасности*. – 2010. – №48. – С. 950-956 (на английском языке)
8. Uakhitova Bagdagul. Анализ уровня производственного травматизма на примере промышленного предприятия металлургического кластера. // *Известия НАН РК. Серия геологических и технических наук*. – 2022. – Вып. 1. – №1. – С. 145-151 (на английском языке)
9. Uakhitova Bagdagul. В состоянии производственного травматизма работников промышленных предприятий Актюбинской области. // *Известия НАН РК. Серия геологических и технических наук ISSN 2224-5278*. – №5. – С. 170-175 (на английском языке)
10. Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Алматы: ОВЕРО, Казахстан. ISBN: 9965-708-62-2. – 2008 (на русском языке)
11. Дерт А. Дж. Когда и как личность предсказывает безопасность на рабочем месте: оценка модели умеренного посредничества. // *Журнал исследований безопасности*. – 2020. – №75. – С. 275-283 (на английском языке)
12. Моурас Ф., Бадри А. Обзор методов управления рисками, техник и программного обеспечения, наиболее часто используемых в области охраны труда. // *Международный журнал техники безопасности*. – 2019. – №10 – С. 149-160 (на английском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Уахитова Б.Т., «Металлургия және тау-кен ісі» кафедрасының аға оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті (Ақтөбе қ., Қазақстан), Uakhitova_bt@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1156-8809>

Алматова Б.Г., «Мұнай газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы, техника ғылымдарының кандидаты, КеАҚ Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті (Ақтөбе қ., Қазақстан), baian.73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1680-4682>

Кайненова Т.С., «Мұнай газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті (Ақтөбе қ., Қазақстан), kaynenova83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8750-5703>

Султанова Д.Д., «Мұнай-газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті (Ақтөбе қ., Қазақстан), nir_di@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9707-3884>

Information about the authors:

Uakhitova B., Senior Lecturer of the Department «Metallurgy and Mining», NAO Aktyubinsk Regional University named after K. Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

Almatova B.G., Candidate of Technical Sciences, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

Kainenova T., Senior Lecturer of the Department «Oil and gas business», NAO Aktyubinsk Regional University named after K.Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

Sultanova D., Senior Lecturer of the Department «Oil and gas business», NAO Aktyubinsk Regional University named after K.Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Уахитова Б.Т., старший преподаватель кафедры «Металлургия и горное дело», НАО Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Актөбе, Қазақстан)

Алматова Б.Г., кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Актөбе, Қазақстан)

Кайненова Т.С., старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», НАО Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Актөбе, Қазақстан)

Султанова Д.Д., старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», НАО Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Актөбе, Қазақстан)