

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА НА ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

¹*Алпысбаева Ж.Т.*

¹*Национальная Академия горных наук, г. Нур-Султан, Республика Казахстан*

ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ НА ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

¹*Алпысбаева Ж.Т.*

¹*Національна Академія гірничих наук, м. Нур-Султан, Республіка Казахстан*

ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS AT MINING ENTERPRISES

¹*Alpysbayeva Zh. T.*

¹*National Academy of Mining Sciences, Nur-Sultan s., Kazakhstan Republik*

Аннотация. В статье приведены результаты комплексной оценки условий труда и функциональных систем организма рабочих в условиях коксохимического производства. Вредные факторы производственной среды негативно влияют на показатели здоровья рабочих, что находит отражение в высоких значениях заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Определены количественные критерии для выявления групп риска и утраты трудоспособности в зависимости от профессиональной группы, стажа работы, пола и возраста. Для расчета диапазона риска использован метод нормирования интенсивных показателей, который позволяет оценить влияние производства на заболеваемость рабочих, а также использовать полученные результаты для комплексной интегральной оценки вероятности возникновения риска утраты трудоспособности в изучаемых профессиональных группах. Получены диапазоны риска, которые помогут выявить «группы риска» среди рабочих, требующих обследования и проведения профилактических мероприятий. Получены уравнения множественных регрессий для комплексной интегральной оценки риска, рассчитан прогноз риска для изучаемых профессиональных групп. Разработанная математическая модель и уравнения множественных регрессий позволяют рассчитать уровни напряжения функциональных систем организма, оперативно оценить работоспособность человека как на момент обследования, так и в условиях производства. Предложенный метод оценки влияния условий труда на показатели здоровья может быть использован на горнопромышленных предприятиях при проведении аттестации рабочих мест и оценке условий труда. Разработанные методические рекомендации используются в учебном процессе для повышения качества научных исследований, осуществления анализа полученных результатов, а также на производстве для упрощения процедуры оценки влияния вредных производственных факторов на работающих и научной организации труда

Ключевые слова: производственные факторы, условия труда, корреляция, нормативные интенсивные показатели, критерии риска, прогнозирование, математическая модель.

Проводимые в последние годы фундаментальные и прикладные научно-исследовательские работы посвящены оценке влияния неблагоприятных факторов производства на здоровье рабочих, анализу функционирования системы «доза-эффект», а также разработке критериев, характеризующих изменения состояния здоровья и разработке прогностических моделей вероятности развития нарушений, обусловленных условиями труда, и оценке профессионального риска [1].

Изучение комплексного влияния средовых факторов (техногенных, рабочих и социальных) на показатели здоровья работающего населения является одним из ведущих направлений гигиены труда, оценивающей не только общественное, но и профессиональное здоровье, ключевым звеном которого является разработка новых и использование современных методов оценки взаимодействия вредных факторов производственной среды, трудового процесса и показателей здоровья работающих.

В этой связи первостепенное значение приобретает проблема построения комплексной модели взаимодействия факторов производственной среды и функционального состояния организма человека [2].

Экспериментальная часть. Для оценки влияния комплекса производственных факторов на уровень заболеваемости необходимо установить характер и степень взаимосвязи между факторами. А как известно, изменение значения одного показателя, как правило, связано с изменением значения другого. Для решения данной проблемы используют метод корреляционного анализа.

Одним из ведущих моментов в практике гигиенических исследований является проблема выявления взаимосвязи между факторами, поиск методических путей получения результатов, позволяющих судить об одном факторе по изменениям других.

Метод корреляционного анализа позволяет дать ответ на вопрос – «являются ли различные отдельно измеримые признаки или черты организма зависимыми друг от друга или независимыми, можно ли на основании одних свойств какого-либо одного признака сделать выводы о свойствах какого-либо другого» [1].

Для оценки влияния перечисленных выше факторов на заболеваемость был проведен корреляционный анализ рангов Спирмена. В результате расчетов получены значения коэффициента корреляции в интервале от 0 до 1 (-1), что в соответствие с методикой Н.В. Догле соответствовало наличию прямой (обратной) связи, при которой увеличение одного признака влечет увеличение (уменьшение) другого признака.

Как известно, степень корреляции измеряется силой связи, которая может быть «высокой», «средней» и «низкой» в зависимости от значения коэффициента корреляции.

Обсуждение результатов. В соответствии с полученными данными сила связи, к примеру, в коксовом цехе (КЦ) между возрастом, стажем, профессиональной группой и болевшими лицами - «сильная», тогда как между «случаями болезни» - «средняя» (табл.1).

Таблица 1 – Влияние возраста, стажа и профессиональных особенностей трудовой деятельности на показатели заболеваемости рабочих коксохимического производства

	КЦ			УОФ			УПЦ		
	Бол. лица	Случаи	Дни	Бол. лица	Случаи	Дни	Бол. лица	Случаи	Дни
Возраст	<u>-0,80</u>	<u>-0,60</u>	<u>-0,60</u>	<u>-0,80</u>	-0,20	<u>-0,80</u>	0,20	0,40	0,20
Стаж	<u>-0,80</u>	<u>-0,50</u>	<u>-0,80</u>	<u>-0,80</u>	<u>-0,70</u>	<u>-1,00</u>	0,20	0,40	0,20
Проф. группа	<u>-0,80</u>	<u>-0,50</u>	<u>-1,00</u>	-0,40	<u>-0,50</u>	<u>-0,80</u>	<u>0,80</u>	<u>1,00</u>	0,20

Примечание: 0,80 – значение коэффициента корреляции достоверно ($P < 0,05$)

В таблице УОФ – угольно-обогащительная фабрика, УПЦ – угольно-подготовительный цех.

Возрастной признак в одинаковой мере оказывал влияние на число случаев заболеваний и дней нетрудоспособности, тогда как особенно выраженным является влияние профессионального признака (профессиональная группа) на количество больных лиц и число дней нетрудоспособности, сила корреляционной связи по коэффициенту корреляции является «высокой», и так далее в других цехах.

На УОФ сила связи между болевшими лицами, возрастными, профессиональными признаками и стажем «сильная», при этом надо отметить, что перечисленные признаки в одинаковой степени сильно влияют на показатели болевших лиц. Тогда как профессиональный признак в большей степени влияет на количество болевших лиц и число дней нетрудоспособности, сила связи «высокая».

Сила связи в УПЦ между показателями здоровья (количество заболевших лиц), возрастом, профессиональными группами и стажем в соответствии с коэффициентом корреляции - «средняя». В этом цехе лишь возрастной признак и стаж сильно влияют на случаи нетрудоспособности, сила связи соответственно - «высокая».

На заключительном этапе исследования для построения математической модели прогноза риска утраты трудоспособности следовало бы установить количественные зависимости между гигиеническими параметрами факторов производственной среды, профессиональной нагрузкой и уровнем заболеваемости. Однако на уровень заболеваемости влияют не только условия труда, стаж работы, имеющие количественные значения, но и такие трудно-учитываемые факторы, как: социально-бытовые условия, организационные, личностные особенности и т.д., воздействие которых трудно рассчитать, поскольку отсутствуют количественные критерии.

В разных ситуациях степень влияния трудно-учитываемых факторов неодинакова, а изменения в динамике носят случайный характер. Все это затрудняет количественное описание взаимозависимости между факторами рабочей среды и уровнем заболеваемости. В связи с этим ряд авторов (в частности, Н.В. Догле) в случаях, когда использование метода корреляционно-регрессионного анализа невозможно, либо оно крайне неэффективно (из-за получаемых приближенных количественных значений), предложили использовать метод нормирования интенсивных показателей (НИП) [3] и разработали следующую математическую модель для оценки риска P утратить трудоспособность под влиянием комплекса факторов:

$$P = НИП_{возр} \times K_1 + НИП_{стаж} \times K_2 + НИП_{проф} \times K_3 + НИП_{пол} \times K_4, \quad (1)$$

где $НИП_{возр}$, $НИП_{стаж}$, $НИП_{проф}$, $НИП_{пол}$ — нормированные интенсивные показатели заболеваемости по возрасту, стажу, профгруппе и полу.

Ниже представлены расчеты НИП и весовых коэффициентов для коксового цеха (КЦ) (табл.2).

Чтобы оценить риск утраты трудоспособности, необходимо прежде всего иметь представление о том, в каком диапазоне возможны колебания показателей риска для лиц, работающих в этом цехе.

Таблица 2 – Расчет весовых коэффициентов для комплексной оценки вероятности риска для рабочих коксового цеха

Возраст	Случай	НИП	Стаж	Случай	НИП	Профессия	Случай	НИП	Пол	Случай	НИП
До 30	164,7	1,024	<5лет	158,3	0,984	Основ	174	1,082	Муж	158,9	0,988
30-39	182,8	1,137	5-10л	178,2	1,108	Ремон	154,4	0,960	Жен	170	1,057
40-49л	145,5	0,905	11-15л	190,1	1,182	ИТР	83,3	0,518			
> 50л	131,9	0,820	16-20л	103,6	0,644	Вспом	105	0,653			
Случаев по цеху = 160,8			>20лет	127,2	0,791						
Весов коэф. K	$K_1=Max/min$			$K_2=Max/min$			$K_3=Max/min$		$K_4=Max/min$		
	1,39			1,83			2,09		11,07		

Просуммировав произведения каждого из весовых коэффициентов на НИП, имеющие наименьшее значение для каждого из факторов, получим минимальный риск P_{min} , далее, просуммировав наибольшие значения — максимальный P_{max} [4].

Разность комплексных оценок, максимальной и минимальной ($P_{max} - P_{min}$) и будет представлять весь тот диапазон колебаний, в пределах которого находятся все риски заболеть для лиц, работающих в коксовом цехе, как было рассчитано в таблице 2.

Далее, учитывая диапазон колебаний комплексных оценок, а также характер их распределения, можно распределить всех работающих в исследуемом цехе на следующие группы риска: «с благоприятным прогнозом», группу «внимание» и группу с «неблагоприятным прогнозом».

По формуле (1) можно рассчитать минимальный и максимальный риски утраты трудоспособности для работников к примеру, коксового цеха, используя для этого НИП по факторам возраста, стажа, профгруппы, пола [5]. Получим значение риска P .

$$P_{min}(КЦ) = 0,820 \times 1,39 + 0,644 \times 1,83 + 0,518 \times 2,09 + 0,988 \times 11,07 = 4,44$$

$$P_{max}(КЦ) = 1,137 \times 1,39 + 1,182 \times 1,83 + 1,082 \times 2,09 + 1,057 \times 11,07 = 7,13$$

Диапазон колебаний риска утраты трудоспособности в КЦ следующий (табл.3).

Таблица 3 – Диапазоны риска в коксовом цехе

Группы риска в коксовом цехе (КЦ)	Диапазон колебаний риска
«Благоприятный прогноз»	4,44–5,06
«Группа «Внимание»	5,06–5,73
«Неблагоприятный прогноз»	5,74–7,13

Рассмотрим применение разработанной математической модели прогнозирования риска утраты трудоспособности [6] для рабочих КЦ. Подставляя полученные значения в уравнение (1), получим выражение, в соответствии с которым риск утраты трудоспособности P в коксовом цехе будет равен:

$$P (КЦ) = 1,398x\text{Возраст} + 1,83x\text{Стаж} + 2,09x\text{Профгруппа} + 1,07x\text{Пол}$$

Пример 1

Используя данные рабочей Ас-ва Л.М., возраст которой 29 год, стаж работы 4 года, профгруппа «бункеровщица», пол – женский, получим для нее риск:

$$P(КЦ) = 1,39x1,024 + 1,83x0,984 + 2,09x1,082 + 1,07x1,131 = 6,62$$

Заключение: рабочая Ас-ва Л.М. относится к группе риска «Неблагоприятный прогноз».

Пример 2

Рабочий Мос-в Х.А, возраст 45 год, стаж работы 12лет, профгруппа «слесарь-ремонтник», пол - мужской:

$$P (КЦ) = 1,397x0,905 + 1,83x1,182 + 2,09x0,96 + 1,07x0,988 = 6,69$$

Заключение: рабочий Мос-в Х.А. относится к группе риска «Неблагоприятный прогноз».

Пример 3

Рабочий Ша-н А.И., возраст 52 год, стаж работы 25лет, профгруппа «масс-тер», пол - мужской:

$$P (КЦ) = 1,397x0,820 + 1,83x0,791 + 2,09x0,518 + 1,07x0,988 = 4,73$$

Заключение: рабочий Ша-н А.И. относится к группе риска «Благоприятный прогноз».

Рассчитаем минимальный и максимальный риски утраты трудоспособности для работников УОФ, используем для этого нормированные интенсивные показатели и весовые коэффициенты (табл.4).

Таблица 4 - Расчет весовых коэффициентов для комплексной оценки вероятности риска для рабочих УОФ

Возраст	Сл.на 100к/г	НИП	Стаж	Сл.на 100к/г	НИП	Профессия	Сл.на 100к/г	НИП	Пол	Сл.на 100к/г	НИП
До 30	167,4	0,342	<5лет	168,2	0,344	Основ	195	0,399	Муж.	136,3	0,279
30-39	201	0,411	5-10л	144,8	0,296	Ремон	159,6	0,326	Жен.	220,4	0,451
40-49л	154,2	0,315	11-15л	204,2	0,418	ИТР	69,4	0,142			
> 50л	104,7	0,214	16-20л	147,7	0,302	Вспом	66,7	0,136			
К-во кр/год = 489			>20лет	131,1	0,268						
Весов коэф. К	$K_1 = \text{Max/min}$			$K_2 = \text{Max/min}$			$K_3 = \text{Max/min}$		$K_4 = \text{Max/min}$		
	1,92			1,56			2,92		1,62		

Получим значение минимального и максимального риска для работников УОФ.

$$P_{\min} = 0,214x1,92 + 0,268x1,56 + 0,136x2,92 + 0,279x1,62 = 1,55$$

$$P_{\max} = 0,411x1,92 + 0,418x1,56 + 0,399x2,92 + 0,451x1,62 = 3,06$$

Диапазон рисков для УОФ (табл.5)

Таблица 5 - Диапазон колебаний риска для рабочих углеобогатительной фабрики

Группа риска на УОФ	Диапазон колебаний риска
Благоприятный прогноз	1,55-1,93
Внимание	1,93-2,30
Неблагоприятный прогноз	2,30-3,06

Рассчитаем минимальный и максимальный риски утраты трудоспособности для работников УПЦ, используем для этого НИП и весовые коэффициенты (табл.6).

Таблица 6 – Расчет весовых коэффициентов для комплексной оценки вероятности риска ВУТ по болезни рабочих цеха УПЦ

Воз-раст	Сл.на 100к/Г	НИП	Стаж	Сл.на 100к/Г	НИП	Профес-сия	Сл.на 100к/Г	НИП	Пол	Сл.на 100к/Г	НИП
До 30	115,7	0,185	<5лет	108,1	0,173	Основ	139,5	0,223	Муж.	131,4	0,210
30-39	154,2	0,246	5-10л	169,5	0,271	Ремон	115,8	0,185	Жен.	127,4	0,204
40-49л	123,2	0,197	11-15л	158,4	0,253	ИТР	86,5	0,138			
> 50л	112	0,179	16-20л	126,5	0,202	Вспом	226,3	0,362			
К-во кр/год = 626			>20лет	103,4	0,165						
Весов коэф. K	K ₁ =Max/min		K ₂ =Max/min			K ₃ =Max/min		K ₄ =Max/min			
	1,38		1,64			2,62		1,03			

Получим значение минимального и максимального риска для работников УПЦ (табл.7).

$$P_{min} = 0,179*1,38+0,165*1,64+0,138*2,62 +0,204*1,03 = 1,09$$

$$P_{max} = 0,246*1,38+0,271*1,64+0,362*2,62+0,210*1,03 = 1,94$$

Таблица 7 - Диапазон колебаний риска утраты трудоспособности по болезни в углеподготовительном цехе (УПЦ).

Группа риска в цехе УПЦ	Диапазон колебаний риска
«Благоприятный прогноз»	1,09-1,31
Группа «Внимание»	1,31-1,52
«Неблагоприятный прогноз»	1,52-1,94

Выводы. В результате исследования получены уравнения и разработаны количественные критерии математической модели прогнозирования риска утраты трудоспособности рабочих коксохимического производства, которые позволяют упростить процедуру комплексной интегральной оценки риска, а также косвенно оценить степень неблагоприятного воздействия вредных факторов производства и трудового процесса для дальнейшего изучения и осуществления комплекса профилактических мероприятий [7].

1. Предложен методический подход к оценке влияния условий труда на показатели здоровья рабочих коксохимического производства, который используется при проведении аттестации рабочих мест и оценки условий труда.

2. Получены диапазоны риска, позволяющие выявлять «группы риска» среди рабочих, требующих обследования и проведения нелекарственных коррекционных мероприятий по профилактике возможных осложнений со стороны функциональных систем организма для поддержания высокого уровня работоспособности.

3. Разработанная математическая модель и уравнения множественных регрессий позволяют рассчитать уровни напряжения функциональных систем организма, оперативно оценить работоспособность рабочих как на момент обследования, так и в условиях производства.

4. Метод нормирования интенсивных показателей по различным факторам производства и трудового процесса позволяет оценить влияние производства на заболеваемость рабочих, а также использовать полученные результаты для комплексной интегральной оценки вероятности возникновения риска утраты трудоспособности в изучаемых профессиональных группах.

5. Разработанные методические рекомендации используются в учебном процессе для повышения качества научных исследований, анализа полученных результатов, а также на производстве для упрощения процедуры оценки влияния вредных производственных факторов и научной организации труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Тишук Е.А. Медико-демографические процессы в современной России / Врач. 2000. № 1. С.36-39.
- 2 Красовский В.О., Аминова Г.Г. К методике формирования однозначных оценок показателей факторов производственной среды в гигиене труда / Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 1. С. 22-26.
- 3 Догле Н.В., Юркевич А.Я. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности. М.: 1984. 176 с.
- 4 Алпысбаева Ж.Т., Смагулов Н.К. Актуальные вопросы гигиены труда в металлургическом производстве / Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина. 2010. №1 (56). С.174-176.
- 5 Алпысбаева Ж.Т., Смагулов Н.К. Методические принципы управления рисками / Безопасность труда в промышленности. 2012. №9. С.84-88.
- 6 Алпысбаева Ж.Т., Смагулов Н.К. Математический анализ влияния неблагоприятных факторов коксохимического производства на заболеваемость рабочих / Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина. 2009. №3. С.137-143.
7. Алпысбаева Ж.Т. и др. Комплексная оценка влияния условий труда по показателям здоровья рабочих коксохимического производства // Современные технологии в профилактической и клинической медицине: Материалы межвузовской научной конференции с международным участием, 4 мая 2010 г., М.: ММСУ, 2010. С.118-122.

REFERENCES

1. Tyshuk Ye.A. (2000), "Medical and demographic processes in modern Russia", *Doctor*, no. 1, pp. 36-39.
2. Krasovskiy V.O. and Aminova G.G. (2004), "On the methodology for the formation of unambiguous estimates of indicators of factors of the working environment in occupational health", *Occupational medicine and industrial ecology*, no. 1, pp. 22-26.
3. Dogle N.V. and Yurkevich A.Ya. (1984), *Zabolevayemost' s vremennoy utratoy trudospobnosti* [Incidence with temporary disability], Moscow, SU.
4. Alpyshaeva Zh.T. and Smagulov N.K. (2010), "Topical issues of occupational health in metallurgical production", *Science Bulletin of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin*, no. 1 (56), pp. 174-176.
5. Alpyshaeva Zh.T. and Smagulov N.K. (2012), "Methodological principles of risk management", *Industrial safety*, no. 9, pp. 84-88.
6. Alpyshaeva Zh.T. and Smagulov N.K. (2009), "Mathematical analysis of the influence of unfavorable factors of coke production on the morbidity of workers", *Science Bulletin of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin*, no. 3, pp. 137-143.
7. Alpyshaeva Zh.T. [and others] (2010), "Comprehensive assessment of the impact of working conditions on health indicators of workers of the coke-chemical production", *Sovremennyye tekhnologii v profilakticheskoy i klinicheskoy meditsine* [Modern

technologies in preventive and clinical medicine], *Mezhvuzovskaya nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem* [Interuniversity scientific conference with international participation], Moscow, RU, 4 May 2010, pp. 118-122.

Об авторе

Алпысбаева Жаннат Тулендиновна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Национальная Академия Горных Наук (НАГН), Нур-Султан, Республика Казахстан, jannat69@mail.ru

About the author

Alpysbayeva Zhannat Tulendinovna, Candidate of Biological Sciences (Ph.D), Researcher, National Academy of Mining Sciences (NAMS), Nur-Sultan., Republic of Kazakhstan, jannat69@mail.ru

Annotation The author presents the results of a comprehensive assessment of working conditions and functional systems of the body of workers in the conditions of by-product coke production. Harmful factors of the working environment negatively impacting on the health indicators of workers, which is reflected in the high values of morbidity with temporary disability. Quantitative criteria for identifying risk groups and disability were determined depending on the professional group, work experience, gender and age. To calculate the risk range, the method of rationing of intensive indicators was used, which makes it possible to assess the effect of production on the morbidity of workers, as well as to use the results obtained for a comprehensive integral assessment of the likelihood of the risk of disability in the studied professional groups. Ranges of risk have been obtained, which will help to identify "risk groups" among workers requiring examination and preventive measures. Equations of multiple regressions for complex integral risk assessment are obtained, risk forecast for the studied professional groups is calculated. The developed mathematical model and equations of multiple regressions make it possible to calculate the stress levels of the functional systems of the body, to quickly assess the performance of a person both at the time of examination and in production conditions. The proposed method for assessing the impact of working conditions on health indicators can be used at mining enterprises when certifying workplaces and assessing working conditions. The developed methodological recommendations are used in the educational process to improve the quality of scientific research, to analyze the results obtained, as well as in production to simplify the procedure for assessing the impact of harmful production factors on workers and the scientific organization of labor.

Key words: production factors, working conditions, correlation, normative intensive indicators, risk criteria, forecasting, mathematical model.

Анотація. У статті наведено результати комплексної оцінки умов праці і функціональних систем організму робітників в умовах коксохімічного виробництва. Шкідливі фактори виробничого середовища негативно впливають на показники здоров'я робітників, що знаходить відображення у високих значеннях захворюваності з тимчасовою втратою працездатності. Визначено кількісні критерії для виявлення груп ризику і втрати працездатності в залежності від професійної групи, стажу роботи, статі і віку. Для розрахунку діапазону ризику використано метод нормування інтенсивних показників, який дозволяє оцінити вплив виробництва на захворюваність робітників, а також використовувати отримані результати для комплексної інтегральної оцінки ймовірності виникнення ризику втрати працездатності у досліджуваних професійних групах. Отримано діапазони ризику, які допоможуть виявити «групи ризику» серед робітників, що вимагають обстеження і проведення профілактичних заходів. Отримано рівняння множинних регресій для комплексної інтегральної оцінки ризику, розраховано прогноз ризику для досліджуваних професійних груп. Розроблена математична модель і рівняння множинних регресій дозволяють розрахувати рівні напруги функціональних систем організму, оперативно оцінити працездатність людини як на момент обстеження, так і в умовах виробництва. Запропонований метод оцінки впливу умов праці на показники здоров'я може бути використаний на гірничопромислових підприємствах при проведенні атестації робочих місць і оцінки умов праці. Розроблені методичні рекомендації використовуються в навчальному процесі для підвищення якості наукових досліджень, здійснення аналізу отриманих результатів, а також на виробництві для спрощення процедури оцінки впливу шкідливих виробничих факторів на працюючих та наукової організації праці

Ключові слова: виробничі фактори, умови праці, кореляція, нормативні інтенсивні показники, критерії ризику, прогнозування, математична модель.

Стаття надійшла до редакції 18.08. 2020

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук К.В. Бабій