

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-242-247>

УДК 364.25:504.75

© Батиевская В.Б., 2019

Батиевская В.Б.

**Динамика общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма горняков Кузбасса под воздействием технологических изменений и технического переоснащения угольных разрезов**

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», ул. Ворошилова, 22а, г. Кемерово, Россия, 650029

Многолетние статистические наблюдения регистрируют наиболее высокую профессиональную заболеваемость в Кемеровской области в сравнении с данными по Российской Федерации в целом. В статье рассматриваются проблемы общей и профессиональной заболеваемости, а также производственный травматизм горняков угольных разрезов Кемеровской области. Гипотеза исследования: техническое перевооружение и технологические улучшения на угольных предприятиях Кемеровской области позволят снизить показатели общей и профессиональной заболеваемости, а также уменьшить травматизм на производстве. Цель исследования заключалась в выявлении взаимосвязи общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма с условиями труда на угольных предприятиях. Для статистического анализа использовались данные об общей, профессиональной заболеваемости, о бытовом и производственном травматизме в Угольной компании «Кузбассразрезуголь».

Было исследовано пять групп вредных производственных факторов: геологических, технологических, экономических, экологических и социальных. Для исследования взаимосвязи использовался корреляционный анализ по Спирмену. Для определения устойчивости выявленной динамики был использован метод экстраполяции. Выявляется взаимосвязь этих параметров с вредными условиями производственной среды. Построен прогноз изменений исследуемых показателей под воздействием технического перевооружения и модернизации производства. Применены статистические методы экстраполяции и корреляции. Вычислен коэффициент Спирмена для каждой пары показателей и построен прогноз при помощи полиномиальной линии тренда.

На работников, занятых в технологических процессах при ведении горных работ открытым способом, действуют следующие вредные производственные факторы: повышенные уровни шума и вибрации, инфразвук, загрязнение атмосферы угольной пылью и аэрозолями, неблагоприятный режим работы. Эти факторы способствуют формированию профессионально-обусловленных заболеваний. Существует достоверная обратная связь между указанными признаками, а увеличение инвестиций в модернизацию производства позволит уменьшить неблагоприятное воздействие на работников условий внешней среды.

**Ключевые слова:** заболеваемость; травматизм; вредные факторы; модернизация; техническое перевооружение разрезов; экстраполяция; тренд

**Для цитирования:** Батиевская В.Б. Динамика общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма горняков Кузбасса под воздействием технологических изменений и технического переоснащения угольных разрезов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 242–247. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-242-247>

**Для корреспонденции:** Батиевская Вероника Богдановна, доц. каф. общественного здоровья, здравоохранения и медицинской информатики ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, канд. эконом. наук, доцент. E-mail: batvb@kemsma.ru

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Veronika B. Batievskaya

**Dynamics of general, occupational morbidity and industrial injuries of Kuzbass miners under the influence of technological changes and technical re-equipment of coal mines**

Kemerovo State Medical University, 22a, Voroshilova str., Kemerovo, Russia, 650029

Long-term statistical observations record the highest occupational morbidity in the Kemerovo region in comparison with the data for the Russian Federation as a whole. The article deals with the problems of General and occupational diseases, as well as industrial injuries of miners of coal mines of the Kemerovo region. Hypothesis of the study: technical re-equipment and technological improvements in the coal enterprises of the Kemerovo region will reduce the rates of General and occupational morbidity, as well as reduce injuries in the workplace.

The aim of the study was to identify the relationship of General, occupational morbidity and occupational injuries with working conditions in coal enterprises.

For statistical analysis, data on General, occupational morbidity, domestic and industrial injuries in the Coal company «Kuzbassrazrezugol» were used. Five groups of harmful production factors were studied: geological, technological, eco-

nomic, environmental and social. Spearman correlation analysis was used to study the relationship. The extrapolation method was used to determine the stability of the identified dynamics. The interrelation of these parameters with harmful conditions of the production environment is revealed. The forecast of changes in the studied indicators under the influence of technical re-equipment and modernization of production is constructed. Statistical methods of extrapolation and correlation are applied. The Spearman coefficient for each pair of indicators is calculated and the forecast is constructed using a polynomial trend line.

The following harmful production factors act on workers engaged in technological processes when conducting open-pit mining: increased levels of noise and vibration, infrasound, pollution of the atmosphere with coal dust and aerosols, unfavorable operating conditions. These factors contribute to the formation of occupational diseases.

There is a reliable feedback between these features, and the increase in investment in the modernization of production will reduce the adverse impact on workers of environmental conditions.

**Key words:** *morbidity; traumatism; harmful factors; modernization; technical re-equipment of sections; extrapolation; trend*

**For citation:** Batievskaya V.B. Dynamics of General, occupational morbidity and industrial injuries of miners of Kuzbass under the influence of technological changes and technical re-equipment of coal mines. *Med. truda i prom. ecol.* 2019. 59 (4): 242–247. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-242-247>

**For correspondence:** Veronica B. Batievskaya, associate Professor of public health, health and medical Informatics of Kemerovo State Medical University, Cand. (Econ.), associate Professor. E-mail: batvb@kemsma.ru

**Funding:** The study had no funding.

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Введение.** Настоящее исследование выполнено на актуальную тему, так как многолетние статистические наблюдения регистрируют наиболее высокую профессиональную заболеваемость в Кемеровской области в сравнении с данными по Российской Федерации. Число погибших и пострадавших от производственных травм в Кузбассе также стабильно превышает общероссийские показатели. Наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости и производственного травматизма наблюдается в слабо механизированных шахтах [1]. Эти факты позволяют выдвинуть следующую гипотезу: техническое перевооружение и технологические улучшения на угольных предприятиях Кемеровской области дадут возможность снизить показатели общей и профессиональной заболеваемости, а также уменьшить травматизм на производстве. Начавшаяся в 1993–1994 гг. полномасштабная реструктуризация угольной отрасли Кузбасса предполагала ввод новых производственных мощностей, оснащение действующих угледобывающих и перерабатывающих предприятий современным оборудованием, создание безопасных условий труда.

Цель исследования заключается в изучении взаимосвязи общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма с условиями труда на разрезах Кемеровской области. Необходимо спрогнозировать динамику этих показателей во взаимосвязи с динамикой технического переоснащения предприятий. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: исследование данных по общей и профессиональной заболеваемости, производственного травматизма горняков УК «Кузбассразрезуголь»; выявление взаимосвязи этих показателей с техническим переоснащением и технологическими сдвигами на предприятии, прогнозирование данных процессов методом экстраполяции.

Для статистического анализа использовались первичные данные по общей заболеваемости в разрезе нозологий, профессиональной заболеваемости, данные об уровне бытового и производственного травматизма Угольной компании «Кузбассразрезуголь», которые формировались на здравпунктах предприятия.

Для ранжирования условий производственной среды на угольных разрезах была использована методика многокритериальной оценки технолого-экономической эффективности угольных разрезов, предложенная уч-

ными Московского государственного горного университета [2]. Исследователи выделили пять групп факторов — геологических (включали 9 характеристик), технологических (13 показателей), экономических (8 критериев), экологических и социальных (6 и 9 показателей соответственно). Затем экспертным путем определили вес каждого показателя и провели комплексное исследование на 67 угольных разрезах России с обобщенной многокритериальной оценкой их деятельности по каждому показателю.

Для выявления взаимосвязи между уровнем общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма с техническим оснащением разрезов использовался корреляционный анализ по Спирмену. Корреляционная связь, являясь частным случаем стохастической связи, представляет собой соотношение среднего значения результирующего признака с признаками-факторами. Несмотря на то, что коэффициент ранговой корреляции Спирмена является менее мощным критерием по сравнению с коэффициентом линейной корреляции, он был выбран, так как коррелируемые данные соответствовали количественному, качественному и порядковому распределениям. Коэффициент корреляции Спирмена рассчитывался по формуле:

$$p_{xy} = \frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

где  $p_{xy}$  — коэффициент ранговой корреляции Спирмена;  $d$  — разница между рангами;  $n$  — число коррелируемых пар.

Для определения устойчивости выявленной динамики был использован метод экстраполяции, основанный на распространении сложившихся тенденций на будущие периоды. Это происходит путем нахождения значений функции за пределами области ее определения с использованием информации о поведении данной функции в некоторых точках, принадлежащих области ее определения.

**Характеристика объекта исследования.** АО Угольная компания «Кузбассразрезуголь», работающая под управлением Уральской горно-металлургической компании (ООО «УГМК-Холдинг»), является крупнейшим угледобывающим предприятием Кузбасса [3]. В структуру УК «Кузбассразрезуголь» входит шесть разрезов расположенных на территории разных муниципальных образований Кемеровской области (рис. 1).



Рис. 1. Территориальное расположение угольных разрезов АО УК «Кузбассразрезуголь»:

1. «Кедровский угольный разрез» разрабатывает открытым способом Кедровско-Крохалеvское месторождение. Угли, опасные по самовозгоранию, имеют выход летучих веществ в пределах 32–35%, угольная пыль является взрывоопасной, пласты подвержены ударам и внезапным выбросам газа.
2. «Моховский угольный разрез», включающий шахту «Байкаимская». Разрабатываются Егозово-Красноярское, Борисовское, Уропское, Караканское месторождения с применением прогрессивной последовательной открыто-подземной технологии.
3. «Бачатский угольный разрез». По сложности геологического строения, выдержанности и мощности пластов отнесено к месторождениям очень сложного строения, сейсмоопасный.
4. «Краснобродский угольный разрез». Угледобыча ведется на 3-х полях — Краснобродском, Новосергеевском и Вахрушевском. При этом угли Краснобродского месторождения обогащены следующими элементами: Lu, U, Br, As, Ba, Co, Sr, Sb, Ag.
5. «Талдинский угольный разрез» разрабатывает Талдинское, Новоказанское и Ерунаковское месторождения. Угли всех пластов участков имеют выход летучих веществ 35% и более, следовательно, являются опасными по взрываемости угольной пыли.

6. «Калтанский угольный разрез» — месторождения: Алардинское, Чернокалтанское, Тешское. Угли характеризуются повышенным содержанием соединений серы — 0,4% (содержание сульфатной серы в углях обычно не превышает 0,1–0,2%).

Fig. 1. The territorial location of coal mines of «Kuzbassrazrezugol»:

1. «Kedrovskiy coal mine» develops in an open way Kedrovsko-Krokhalevskoe field. Coal, hazardous spontaneous combustion, the volatile matter in the range of 32–35%, coal dust is explosive, seams prone to bumps and sudden outbursts of gas.
2. «Mokhovskiy coal mine» includes a mine «Baikaimskiy». Developed Egozovo-Krasnoyarskoe, Borisovskoe, Uropское, Karakanskiy field using advanced serial open and underground technology.
3. «Bachatskiy coal mine» According to the complexity of the geological structure, consistency and thickness of the layers is attributed to the deposits of a very complex structure, seismic.
4. «Krasnobrodskiy coal mine». Coal mining is conducted in 3 fields — from Krasnobrodskiy, Novosergeevskiy and Vakhrushevskiy. At the same time, the coals of the Krasnobrodskiy deposit are enriched with the following elements: Lu, U, Br, As, Ba, Co, Sr, Sb, Ag.
5. «Taldinskiy coal mine» develops Taldinskoe, Novokazanskoe and Erunakovskoe deposits. Coals of all layers of sites have an exit of volatile substances of 35% and more, therefore, are dangerous on explosion of coal dust.
6. «Kaltanskiy coal mine» — field: Alardinskoe, Chernorechenskoe, Teshskoe. Coals are characterized by an increased content of sulfur compounds — 0.4% (the content of sulphate sulfur in coals usually does not exceed 0.1–0.2%).

Многочисленные исследования показали, что на работников, занятых в технологических процессах при ведении горных работ открытым способом, действуют следующие вредные производственные факторы: повышенные уровни шума и вибрации, инфразвук, загрязнение атмосферы угольной пылью и аэрозолями, неблагоприятный режим работы, нарушающий дозо-временные параметры защиты труда. Кроме того, эргономическая модель «машина-человек» на рабочих местах машиниста бульдозера, экскаватора, бурового станка, водителя технологического транспорта несет в себе большой спектр неблагоприятных воздействий [4]. Эти факторы способствуют формированию профессионально-обусловленных хронических неспецифических заболеваний легких, пневмокониозов, простудных заболеваний, нейросенсорной тугоухости, гнойничковых заболеваний кожи, миозитов, невритов различной локализации, радикулопатии. На разрезах, где в воздухе присутствует повышенная концентрация метана и других углеводородов, наблюдаются сдвиги в функции вегетативной нервной системы.

Показатели общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма по филиалам УК «Кузбассразрезуголь» отражены в табл. 1 и 2.

Ранг угольных разрезов по условиям производственной среды определялся по методике ранжирования, предложенной Резниченко С.С. и соавторами (табл. 3).

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена для пары факторный признак «условия окружающей среды» и результирующий признак «общая заболеваемость» составит:

$$p = 1 - \frac{6 \times 26}{5 \times (5^2 - 1)} = -0,3 \quad (2)$$

Корреляция пары факторный признак «условия окружающей среды» и результирующий признак «профессиональная заболеваемость» составит:

Таблица 1 / Table 1

**Показатели общей заболеваемости (%) работников разрезов УК «Кузбассразрезуголь» в динамике за семь лет**  
**Indicators of general morbidity (%) of employees of sections of «Kuzbassrazrezugol» in the dynamics for seven years**

| Филиал УК «КРУ» | Год   |       |       |       |        |        |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                 | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015   | 2016   | 2017  |
| Кедровский      | 57,90 | 51,80 | 68,70 | 80,30 | 83,80  | 80,20  | 83,60 |
| Моховский       | 67,32 | 68,90 | 66,10 | 65,76 | 67,58  | 67,11  | 67,94 |
| Бачатский       | 74,34 | 86,19 | 86,00 | 90,68 | 97,47  | 99,45  | 89,39 |
| Краснобродский  | 71,35 | 74,99 | 82,52 | 82,80 | 86,49  | 92,23  | 92,60 |
| Калтанский      | 80,80 | 78,40 | 85,10 | 93,40 | 101,00 | 100,00 | 98,20 |

Таблица 2 / Table 2

**Показатели профессиональной заболеваемости и производственного травматизма работников разрезов УК «Кузбассразрезуголь» в динамике за семь лет**  
**Indicators of occupational morbidity and occupational injuries of employees of sections of «Kuzbassrazrezugol» in the dynamics for seven years**

| Разрез         | Число случаев:               | Единица измерения | Год   |       |       |       |       |       |       |
|----------------|------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                |                              |                   | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
| Кедровский     | Профессиональных заболеваний | абс.              | 6     | 8     | 6     | 2     | 4     | 3     | 5     |
|                |                              | относ.            | 29,63 | 40,24 | 30,9  | 10,89 | 21,72 | 16,58 | 27,84 |
|                | Производственных травм       | абс.              | 4     | 5     | 3     | 5     | 3     | 2     | 2     |
|                |                              | относ.            | 19,75 | 25,15 | 15,45 | 27,22 | 16,29 | 11,06 | 11,14 |
| Моховский      | Профессиональных заболеваний | абс.              | 3     | 4     | 4     | 1     | 4     | 1     | 3     |
|                |                              | относ.            | 11,74 | 17,06 | 17,79 | 4,677 | 19,31 | 4,888 | 14,66 |
|                | Производственных травм       | абс.              | 0     | 0     | 2     | 4     | 1     | 1     | 1     |
|                |                              | относ.            | 0     | 0     | 8,893 | 18,71 | 4,826 | 4,888 | 4,888 |
| Бачатский      | Профессиональных заболеваний | абс.              | 5     | 8     | 16    | 15    | 15    | 8     | 5     |
|                |                              | относ.            | 17,54 | 27,97 | 53,82 | 58,62 | 52,52 | 27,71 | 17,28 |
|                | Производственных травм       | абс.              | 0     | 0     | 0     | 2     | 0     | 4     | 0     |
|                |                              | относ.            | 0     | 0     | 0     | 7,816 | 0     | 13,86 | 0     |
| Краснобродский | Профессиональных заболеваний | абс.              | 6     | 5     | 6     | 8     | 14    | 14    | 11    |
|                |                              | относ.            | 18,83 | 15,73 | 18,69 | 25,96 | 45,45 | 45,16 | 35,69 |
|                | Производственных травм       | абс.              | 4     | 5     | 3     | 1     | 3     | 2     | 9     |
|                |                              | относ.            | 12,55 | 15,73 | 9,346 | 3,245 | 9,74  | 6,452 | 29,2  |
| Калтанский     | Профессиональных заболеваний | абс.              | 6     | 5     | 5     | 5     | 7     | 7     | 6     |
|                |                              | относ.            | 45,94 | 38,28 | 38,28 | 37,76 | 48,18 | 5,195 | 40,6  |
|                | Производственных травм       | абс.              | 0     | 0     | 0     | 0     | 2     | 0     | 0     |
|                |                              | относ.            | 0     | 0     | 0     | 0     | 13,76 | 0     | 0     |

$$p = 1 - \frac{6 \times 30}{5 \times (25 - 1)} = -0,3 \quad (3)$$

В обоих случаях связь обратная и достоверная (критические значения по В. У. Урбаху при  $n=5$  составляет 0,94).

Прямая связь условий окружающей среды производственного травматизма так же достоверна:

$$p = \frac{6 \times 16}{5 \times (25 - 1)} = 0,2 \quad (4)$$

**Определение предполагаемой динамики показателей здоровья и травматизма горняков разрезов под влиянием модернизации производства.** В 2011 г. в компании «Кузбассразрезуголь» стартовала пятилетняя стратегическая программа развития, которая предусматривала масштабную модернизацию производства, обновление основных фондов, создание более эффективной производственной цепочки, обеспечивающей высокий уровень безопасности — предупреждение случаев травматизма и снижение рисков возникновения профзаболеваний. Средства, выделенные на эти цели, показаны в табл. 4. Для

обеспечения сравнимости объемов финансирования в динамике за семь лет применялся индекс-дефлятор, установленный [5].

Для прогноза динамики исследуемых показателей на пять периодов вперед был использован метод экстраполяции с построением полиномиальной линии тренда. Исходные данные для анализа отражает табл. 5.

При построении полиномиальной линии тренда для инвестиций использовалась функция:

$$y = 0,8235x^2 - 6,3837x + 19,491. \quad (5)$$

Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ ):

$$R^2 = 0,7002$$

При построении полиномиальной линии тренда для производственного травматизма использовалась функция:

$$y = -0,1789x^2 + 1,7204x + 4,9829. \quad (6)$$

Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ ):

$$R^2 = 0,2874.$$

Таблица 3 / Table 3

**Ранжирование филиалов УК «Кузбассразрезуголь» по общей, профессиональной заболеваемости, производственному травматизму и условиям внешней среды**

**Ranking of the branches of «Kuzbassrazrezugol» in general, occupational diseases, industrial injuries and environmental conditions**

| Разрезы (филиалы)<br>УК «КРУ» | Заболеваемость средняя за 7 лет |                       |                              | Присвоенный ранг        |                       |                              |                            | d                                  | d <sup>2</sup>                     | d                              | d <sup>2</sup> | d  | d <sup>2</sup> |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------|----|----------------|
|                               | общая<br>заболеваемость         | профессиональ-<br>ная | травмы произ-<br>водственные | общая<br>заболеваемость | профессиональ-<br>ная | травмы произ-<br>водственные | условия внеш-<br>ней среды | общая<br>заболеваемость<br>/ среда | проф.<br>заболеваемость<br>/ среда | проф.<br>травматизм<br>/ среда |                |    |                |
| Кедровский                    | 72,33                           | 25,40                 | 18,10                        | 2                       | 2                     | 5                            | 2                          | 0                                  | 0                                  | 0                              | 0              | 3  | 9              |
| Моховский                     | 67,24                           | 12,80                 | 6,03                         | 1                       | 1                     | 3                            | 4                          | -3                                 | 9                                  | -3                             | 9              | -1 | 1              |
| Бачатский                     | 89,07                           | 36,49                 | 3,10                         | 4                       | 5                     | 2                            | 1                          | 3                                  | 9                                  | 4                              | 16             | 1  | 1              |
| Краснобродский                | 83,28                           | 29,36                 | 12,32                        | 3                       | 3                     | 4                            | 5                          | -2                                 | 4                                  | 2                              | 4              | -1 | 1              |
| Калтанский                    | 90,99                           | 36,20                 | 1,97                         | 5                       | 4                     | 1                            | 3                          | 2                                  | 4                                  | 1                              | 1              | -2 | 4              |
| Σd <sup>2</sup> =             |                                 |                       |                              |                         |                       |                              |                            |                                    | 26                                 |                                | 30             |    | 16             |

Таблица 4 / Table 4

**Общие инвестиции УК «Кузбассразрезуголь» в техническое перевооружение разрезов в рамках программы модернизации угольной отрасли в динамике за семь лет**

**General investments of «Kuzbassrazrezugol» in technical re-equipment of the sections within the framework of the program of modernization of the coal industry in dynamics for seven years**

| Филиал УК<br>«Кузбассразрезуголь»       | Средства, направленные на техническое перевооружение, млрд руб. |       |       |       |       |       |       | Всего за<br>2011–2017 гг. |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|                                         | 2011                                                            | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |                           |
| Дефлятор по данным Минэкономразвития РФ | 114,7                                                           | 112,1 | 101,2 | 109,4 | 107,4 | 116   | 113,4 |                           |
| Кедровский                              | 3,12                                                            | 1,45  | 2,01  | 1,52  | 0,98  | 3,05  | 3,21  | 15,34                     |
| Моховский                               | 2,01                                                            | 1,23  | 1,95  | 1,17  | 0,37  | 2,14  | 2,12  | 10,99                     |
| Бачатский                               | 3,21                                                            | 1,91  | 2,34  | 1,21  | 1,56  | 2,09  | 2,94  | 15,26                     |
| Краснобродский                          | 2,97                                                            | 0,97  | 1,21  | 1,01  | 1,21  | 1,96  | 3,07  | 12,40                     |
| Талдинский                              | 2,14                                                            | 0,85  | 1,65  | 1,34  | 0,85  | 1,37  | 1,50  | 9,70                      |
| Калтанский                              | 1,48                                                            | 0,67  | 1,26  | 1,06  | 1,04  | 2,01  | 1,77  | 9,29                      |
| Итого:                                  | 14,93                                                           | 7,08  | 10,42 | 7,31  | 6,01  | 12,62 | 14,61 | 72,98                     |

Таблица 5 / Table 5

**Исходные данные для построения прогнозных показателей на пять периодов вперед**

**Initial data for the construction of forecast indicators for five periods ahead**

| Показатель                         | Период  |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       |
|                                    | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. |
| Инвестиции, млрд руб.              | 14,93   | 7,08    | 10,42   | 7,31    | 6,01    | 12,62   | 14,61   |
| Общая заболеваемость, ‰            | 7,03    | 7,20    | 7,77    | 8,26    | 8,73    | 8,78    | 8,63    |
| Профессиональная заболеваемость, % | 24,73   | 27,86   | 31,90   | 27,58   | 37,43   | 19,91   | 27,21   |
| Производственный травматизм, %     | 6,46    | 8,18    | 6,74    | 11,40   | 8,92    | 7,25    | 9,05    |

При построении полиномиальной линии тренда для профессиональной заболеваемости использовалась функция:

$$y = -0,6977x^2 + 5,4773x + 20,134. \quad (7)$$

Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ ):

$$R^2 = 0,2276.$$

При увеличении объемов финансирования модернизации основных фондов угольных разрезов УК «Кузбассразрезуголь» результирующие показатели травматизма горняков снижаются.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке программ модернизации как на угольных предприятиях, так и в других отраслях промышленности, связанных с вредными и опасными условиями производственной среды. Более того, метод дает возможность количественно обозначить прогнозные значения результирующих показателей — взаимосвязь вредных факторов внешней производственной среды с показателями здоровья и производственного травматизма.

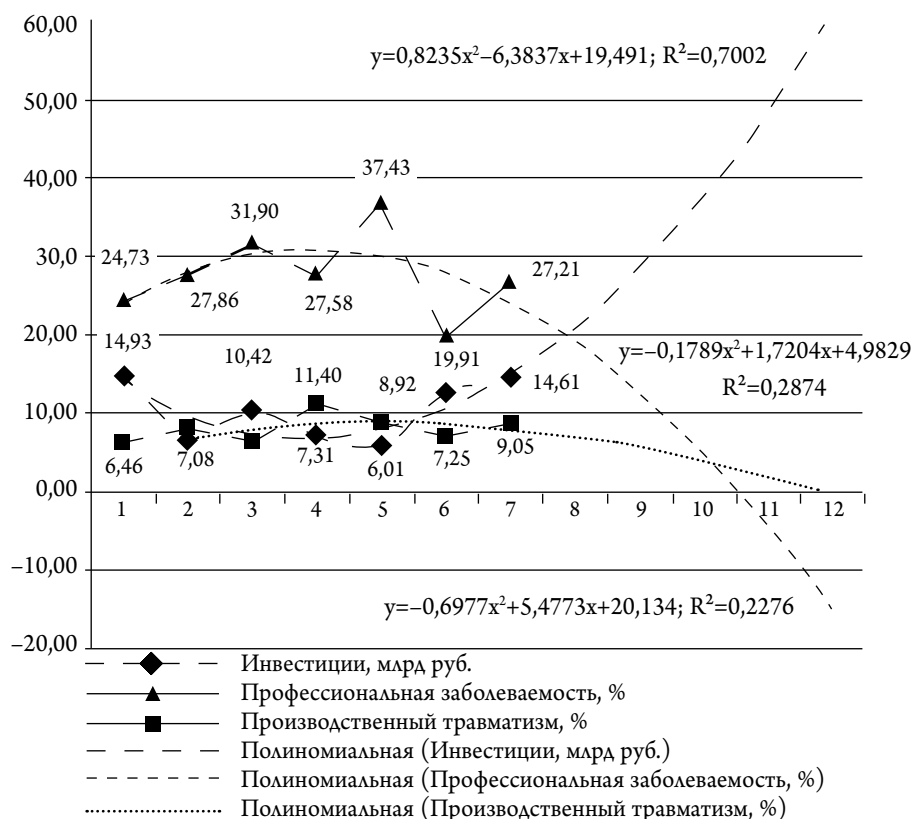


Рис. 2. Результаты прогнозирования изменений заболеваемости и травматизма у работников АО УК «Кузбассразрезуголь» при увеличении финансирования мероприятий по модернизации предприятия

Fig. 2. The results of predicting changes in morbidity and injury among employees of «Kuzbassrazrezugol» with an increase in funding for the modernization of the enterprise

#### Выводы:

1. Установлена достоверная обратная связь между факторным признаком «вредные условия производственной среды» с результирующими факторами «профессиональная и общая заболеваемость».

2. Увеличение инвестиций в модернизацию производства позволит уменьшить неблагоприятное воздействие на работников условий внешней среды в виде снижения случаев профессиональных заболеваний и количества производственных травм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов Н. А., Кислицына В. В. Профессиональные заболевания шахтеров (обзор литературы). *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017; 5 (72): 46–52.
2. Резниченко С.С., Щадов В. М., Багрова Г. И. Оценка технолого-экономической эффективности угольных разрезов. *Горная промышленность*. 2000; 2. Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskoy-effektivnosti-ugolnykh-razrezov/>.
3. Официальный сайт АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь». Available at: <http://www.kru.ru>.
4. Фомин А.И., Фадеев Ю.А., Анисимов И.М. Исследование этапов формирования профессиональных заболеваний у работников, занятых в технологических процессах при разработке угольных месторождений открытым способом.

Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018; 1: 59–66.

5. Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. Available at: <http://economy.gov.ru/>

#### REFERENCES

1. Martynov N. A., Kislitsyna V. V. Occupational diseases of miners (literature review). *Health. Medical ecology. Science*. 2017; 5 (72): 46–52.
2. Reznichenko S. S., Shchadov V.M., Bagrov G. I., Assessment of technology and economic efficiency of coal mines. *Mining*. 2000; 2. Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskoy-effektivnosti-ugolnykh-razrezov/>.
3. Official site of Coal company «Kuzbassrazrezugol». Available at: <http://www.kru.ru>
4. Fomin A. I., Fadeev Yu. A., Anisimov I. M. Study of stages of formation of occupational diseases in workers engaged in technological processes in the development of coal deposits by open method. *Bulletin of the scientific center for safety of works in the coal industry*. 2018; 1: 59–66.
5. Official website of the Ministry of economic development of the Russian Federation. Available at: <http://economy.gov.ru/>.

Дата поступления / Received: 16.10.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 22.03.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019