

## ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

**В.Ф. Демин<sup>1\*</sup>, Д.Р. Ахматнуров<sup>1</sup>, М.М. Баймульдин<sup>1</sup>, Т.В. Демина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,  
Караганда, Казахстан,

<sup>2</sup>Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия,  
e-mail: vladfdemin@mail.ru

В данной научной статье рассмотрен комплекс мероприятий проводимых для безопасного ведения горных работ. Проведена количественная оценка опасности с позиции теории множеств. Произведён анализ производственного травматизма на шахтах Карагандинского угольного бассейна. Установлены требования, обеспечивающие предупреждение или снижение воздействия на работающих опасных и вредных производственных объектах. Дана оценка отсутствия системного подхода к безопасности производства. Рассчитана вероятность наступления нежелательных событий, приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций при проведении добычных работ. Отработана схема управления рисками выявлением и количественной оценкой коллективного риска. Рекомендовано моделирование опасности путём оценки меры опасности, удельной частоты опасного события по отношению к единичному объекту исследуемой техногенной сферы или по отношению к субъектам опасности. Установлена связь между исходными аварийными событиями и приводящими к авариям факторами. Принято, что меру безопасности можно оценить устойчивостью объектов и субъектов к опасным событиям - надёжностью оценки исполнения анализируемых событий. Получена параболическую зависимость производственного травматизма работающих от стажа и возраста работающих.

**Ключевые слова:** горные работы, безопасность труда, производственный травматизм, оценка риска, безопасность шахт.

## ҚАУІПСІЗДІК ҚАУІПСІЗДІК ӘДІСІН НЕГІЗДЕУ

**В.Ф. Демин<sup>1\*</sup>, Д.Р. Ахматнуров<sup>1</sup>, М.М. Баймульдин<sup>1</sup>, Т.В. Демина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,  
Қарағанды, Қазақстан,

<sup>2</sup>Орал мемлекеттік тау-кен университеті, Екатеринбург, Ресей,  
e-mail: vladfdemin@mail.ru

Бұл ғылыми мақала тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу үшін жүргізілетін шаралар кешенін қарастырады. Қауіпті сандық бағалау жиынтық теориясы тұрғысынан жүргізілді. Қарағанды көмір бассейнінің шахталарындағы өндірістік жарақаттарға талдау жүргізілді. Өндірістегі қауіпті және зиянды өндірістік объектілердің әсер етуінің алдын алу немесе азайтуды қамтамасыз ететін талаптар белгіленді. Өнеркәсіптік қауіпсіздікке жүйелі көзқарастың жоқтығына баға беріледі. Тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде төтенше жағдайларға әкелетін жағымсыз оқиғалардың туындау ықтималдығы есептелді. Ұжымдық тәуекелді анықтау және сандық бағалау арқылы тәуекелдерді басқару схемасы әзірленді. Зерттелетін техногендік саладағы бір объектіге қатысты немесе қауіптілік субъектілеріне қатысты қауіпті оқиғаның үлестік жиілігін, қауіптілік өлшемін бағалау арқылы қауіпті модельдеу ұсынылады. Бастапқы төтенше жағдайлар мен апаттарға әкелетін факторлардың арасында байланыс орнатылды. Қауіпсіздік шарасын объектілер мен субъектілердің қауіпті оқиғаларға төзімділігі - талданатын оқиғалардың орындалуын бағалау сенімділігі арқылы

бағалауға болатыны қабылданған. Жұмысшылардың өндірістік жарақаттарының еңбек өтіліне және жұмысшылардың жасына параболалық тәуелділігі алынды.

**Түйін сөздер:** тау-кен жұмыстары, еңбек қауіпсіздігі, өндірістік жарақаттар, тәуекелді бағалау, шахта қауіпсіздігі.

## JUSTIFICATION OF SAFETY METHODOLOGY IN MINING OPERATIONS

V.F. Demin<sup>1\*</sup>, D.R. Akhmaturov<sup>1</sup>, M.M. Baimuldin<sup>1</sup>, T.V. Demina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia,

e-mail: vladfdemin@mail.ru

This scientific article examines a set of measures carried out for the safe conduct of mining operations. A quantitative assessment of the danger was carried out from the position of set theory. An analysis of industrial injuries in the mines of the Karaganda coal basin was carried out. Requirements have been established to ensure the prevention or reduction of exposure to hazardous and harmful production facilities at work. An assessment is made of the lack of a systematic approach to production safety.

The probability of the occurrence of undesirable events leading to emergency situations during mining operations has been calculated. A risk management scheme has been developed by identifying and quantifying collective risk. It is recommended to model the hazard by assessing the measure of hazard, the specific frequency of a hazardous event in relation to a single object in the technogenic sphere under study or in relation to the subjects of the hazard. A connection has been established between the initial emergency events and the factors leading to accidents. It is accepted that the safety measure can be assessed by the resistance of objects and subjects to dangerous events - the reliability of assessing the execution of the analyzed events. A parabolic dependence of industrial injuries of workers on the length of service and age of workers was obtained.

**Keywords:** mining operations, labor safety, industrial injuries, risk assessment, mine safety.

**Введение.** Безопасность труда в угольной промышленности достигается осуществлением комплекса мероприятий, на основе технического перевооружения отрасли, широкого внедрения средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, снижения трудоемкости работы, повышения уровня обученности работающих (операторов) при ведении технологических процессов с оценкой анализируемых фактов по уровню аварийности и травматизма.

Прежде всего, имеется в виду безопасность по отношению к человеку. Будет ли человек подвержен влиянию в процессе производства работ опасным и вредным производственным факторам и предприняты ли все необходимые меры по предотвращению этих факторов. Это будет зависеть от принятой технологии (проекта работ), выбранного оборудования, машин и агрегатов и профессиональной подготовки привлеченных работников. Можно ввести так называемый коэффициент безопасности, который отражает надежность работы производственной системы - гарантию безаварийной работы предприятия и обеспечение нормальных условий труда [1 - 3].

**Материалы и методы.** В качестве критерия безопасности принимается допустимая вероятность (риск) возникновения негативного события. Риск - вероятность реализации негативного воздействия в зоне пребывания человека. Так как абсолютную безопасность обеспечить невозможно, поэтому принимается такая безопасность, которая приемлема и может обеспечить общество на данном этапе развития. Риск - это количественная оценка опасности, показывающая с какой частотой будут реализовываться неблагоприятные последствия по отношению к их максимально возможному значению за определенный период времени. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = \frac{N_{\text{чс}}}{N_o} \leq R_{\text{доп}} \quad (1)$$

где  $R$  - риск;  $N_{\text{чс}}$  - число чрезвычайных событий в год (аварий, травм, заболеваний);  $N_o$  - общее число событий в год;  $R_{\text{доп}}$  - допустимый риск.

Так как риск связан с проявлением каких-то негативных факторов, то его можно назвать опасностью.

Это будет обратной величиной безопасности. В целом опасность и безопасность будут составлять одно целое.

С позиции теории множеств совместная область, характеризующая фактическую производственную безопасность объекта, определяется коэффициентом производственной безопасности, рассчитываемый по следующей формуле:

$$K_6 = K_{п.р.} \star K_{И.Д.} \star K_{б.м.} \quad (2)$$

где  $K_6$  - коэффициент производственной безопасности;  $K_{п.р.}$  - коэффициент соответствия проектных решений принятых инженерных разработок;  $K_{И.Д.}$  - коэффициент исполнительской деятельности работников;  $K_{б.м.}$  - коэффициент технической безопасности машин и установок технологического цикла.

Из организационных и физиологических факторов на безопасность труда рабочих шахт при взаимодействии системы «человек - среда - машина» существенное влияние оказывает элемент «человек». Уровень влияния на травматизм факторов по этому элементу почти в 7 раз выше, чем по другим составляющим. В связи с чем, целесообразно различать: надежность работы технологического оборудования; оперативность управления технологическим обо-

дованием.

Каждый элемент в отдельности, входящий в систему рассматриваемой модели, может быть описан рядом показателей, либо определяться уровнем предъявленных к нему требований.

Человек (оператор) и его трудовая деятельность описываются физиологическими, психологическими, антропометрическими и другими показателями: степенью подготовки, уровнем мотивации и т.д. Технический элемент характеризуется показателями, к которым относятся масса, скорость, геометрические размеры (машины, устройства и т.д.) Элементы управления: условия экстренности остановки процесса, изношенности оборудования, совершенство технологических процессов и операций. Каждый элемент в отдельности обладает свойствами, присущими только ему одному. При образовании градации «человек - техника - среда» критерии, предъявляемые в отдельности к человеку, машине и среде, трансформируются в качественно новые показатели соответствия (согласования) потенциальных свойств техники и человека. При этом происходит не механическое смещение отдельных показателей, а взаимопроникновение их влияния друг в друга [4 - 6].

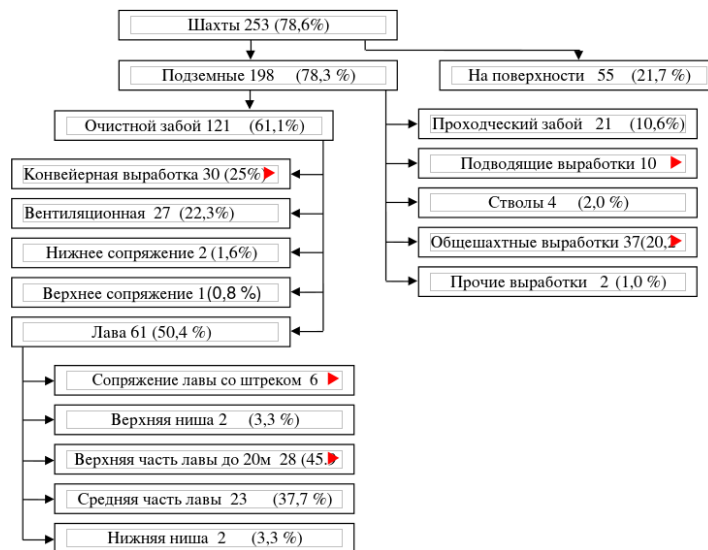


Рис. 1 - Схема производственного травматизма по местам травмирования по шахтам Карагандинского угольного бассейна

Все это можно проследить на анализе производственного травматизма. Случаи травматизма на шахтах Карагандинского бассейна происходят по следующим основным причинам: техническим (объективным) - 4,7 %, организационным (субъективным) - 80,4 % и смешанным, которые нельзя отнести к объективным или субъективным 15,9 %.

Анализ причин травматизма показал, что из общего числа травм по организационным причинам, 26,3 % происходят из-за ошибочных действий пострадавших, т.е. по фактору «человек и его поведение».

На шахтах региона постоянно снижается количество травм, происходящих по техническим причинам, причем 54,1 % из них обусловлено личностными факторами пострадавших.

**Результаты и обсуждение.** При эксплуатации машин и установок должны быть выполнены требования, обеспечивающие предупреждение или снижение воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов, к которым относятся: движущиеся части машин; обрушивающиеся горные породы; разрушающиеся детали; повышенная загазованность, запыленность и влажность воздуха рабочей зоны, излишние напряжения в электрической цепи; расположение рабочего места; температура воздуха; скорость воздушного потока; уровень вибраций; шума; физические и нервно-психические нагрузки на рабочих; оперативность управления и др. (рисунок 1).

Уровень аварийности и травматизма в горном производстве не проявляет тенденцию к существенному снижению несмотря на то, что в течение многих лет действует разного рода органы государственного надзора за состоянием безопасности, имеется определенная база по вопросам обеспечения безопасности, ведутся научные исследования и разработка способов и средств безопасности.

Одной из главных причин неадекватности оценки анализируемого объекта является отсутствие системного подхода к безопасности производства, что приводит к экстенсивному развитию сферы безопасности и стремлению наполнить эту сферу все большим числом надзорных и контролирующих структур и чрезмерной дифференциации видов потенциальных опасностей для описания состояния и проблем безопасности.

Стратегия простого увеличения материальных и человеческих ресурсов на обеспечение безопасности без количественной оценки их общей результативности не дает должной отдачи. Для измене-

ния этой негативной тенденции необходим переход от экстенсивной идеологии в развитии сферы безопасности к интенсивной - системной научно-инженерной методологии, определяющей связи между обстоятельствами безопасности и количественными параметрами и факторами безопасности.

Для перехода на интенсивную идеологию безопасности необходимо разработать базу инженерно-технической концепции безопасности для оценки частоты (риска) опасных событий а процессе производственной деятельности.

Опасность и безопасность любого процесса суть случайные явления. Совместно они образуют полную группу сопряженных событий. В количественном отношении сумма характерных числовых параметров опасности и безопасности равна единице. Опасные ситуации и опасные события любого вида неидентичны, повторяясь с некоторой периодичностью и достичь абсолютной безопасности невозможно. Количественным параметром, характеризующим указанную повторяемость, являются частоты опасных ситуаций событий, а обратные величины равны периодам повторяемости опасных ситуаций и событий.

Возникновение чрезвычайных ситуаций обусловлено наличием остаточного риска. В соответствии с концепцией остаточного риска абсолютную безопасность обеспечить невозможно. Поэтому принимается такая безопасность, которую приемлет и может обеспечить производство на данном этапе развития.

Когда последствия известны, то под риском ( $R$ ) обычно понимают вероятность ( $p$ ) наступления определенного сочетания нежелательных событий [1]:

$$R = \sum_{i=1}^n p_i \quad (3)$$

При этом принято различать следующие виды риска: индивидуальный, коллективный и общественный. Индивидуума прежде всего интересует степень его собственной безопасности, которая обозначается как индивидуальный риск  $r_i$  и соответствует вероятности смертельного исхода для отдельно взятого человека (например, за год):

$$r_i = \sum_j \omega_j v_{ij} \lambda_{ij} \quad (4)$$

где  $\omega_j$ - вероятность события  $j$ ;  $v_{ij}$  - вероятность того, что человек  $i$  будет участником события  $j$ ;  $\lambda_{ij}$

- вероятность того, что участник  $i$  при событии  $j$  погибнет.

Коллективный риск  $R_0$  отражает позицию производства и ориентирован на число жертв, которое можно ожидать при эксплуатации системы, напри-

мер, в течение года.

Систему можно считать безопасной, если индивидуальные риски каждого человека и групп людей, взаимодействующих с данной системой, находятся ниже оценочного показателя.

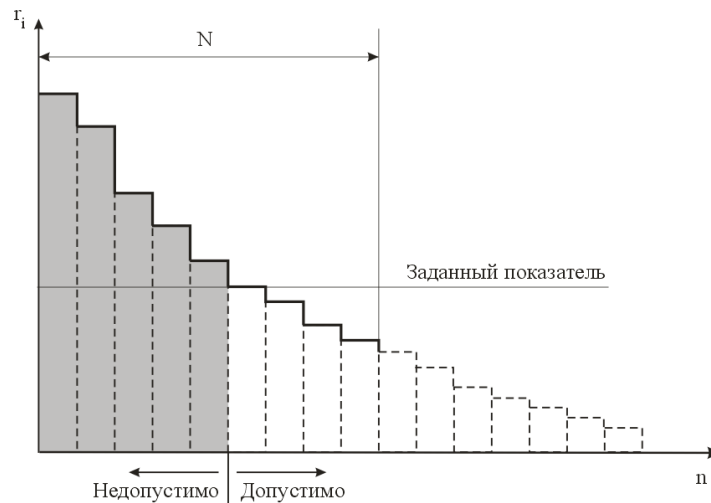


Рис. 2 - Заданный показатель для индивидуального риска:  $r_i$  - индивидуальный риск;  $n$  - число людей, подвергающихся риску;  $N$  - наиболее вероятное число людей, подвергающихся риску

Если для индивидуальных рисков существуют квазиестественные эталонные величины, в частности средняя вероятность смертельного случая, то при переходе к коллективным рискам они уже теряют смысл. Четко очерченных правил для определения “максимально допустимого коллективного риска” на

этом уровне не существует. Вопрос оценки коллективных рисков является проблемой целесообразного баланса между масштабом затрат и выигрышем с точки зрения безопасности. Выявление и количественная оценка риска может выполняться по следующей схеме (рисунок 3).



Рис. 3 - Выявление и количественная оценка коллективного риска

Изучение риска проводится в три стадии. Первая стадия - предварительный анализ опасности, которая включает: выявление источников опасности; определение частей системы (подсистем), которые могут вызвать эти опасные состояния.

Вторая стадия: выявление последовательности опасных ситуаций. Здесь определяется конфигурация системы и завершается предварительный анализ опасностей. Дальнейшее исследование производится с помощью двух основных аналитических методов: построение дерева событий; построение дерева отказов. Важным этапом оценки риска является определение причинных взаимосвязей между исходными аварийными событиями и приводящими к авариям факторами. Деревья отказов позволяют предсказывать, во что может развиваться тот или иной отказ техники и других средств, а деревья событий, наоборот, помогают проследить принципы, которые способны вызвать какое-то нежелательное явление. Вторая стадия заканчивается определением всех возможных вариантов отказов в системе и нахождением значений вероятности для этих вариантов.

В виду большого разнообразия видов опасных событий, которые происходят в горной промышленности, необходимо моделирование опасности. Мету опасности можно оценивать вероятностью или риском опасного события, которая однозначно связана с частотами опасных ситуаций и опасного события.

Риск следует понимать как величину вероятности опасного события или как удельную частоту опасного события по отношению к единичному объекту исследуемой техногенной сферы или по отношению к субъектам опасности (к человеку или к фиксированной группе людей). Для отдельного человека важным является оценка риска за период трудового стажа (масштаб времени) в данном производстве. Мету безопасности можно оценить устойчивостью объектов и субъектов к опасным событиям - надежностью оценки исполнения анализируемых событий. Устойчивость, вычисленная по вероятности опасного события, не зависит от масштаба времени [7 - 10].

Распределение травматизма работающих в зависимости от стажа их работы (1), возраста пострадавших (2), времени года (3) и дней недели (4) представлено на рисунке 4. Однако характеристики являются экстенсивными и позволяют делать долгосрочные прогнозы.

Системный подход по концепции формирования

интенсивной идеологии развития в сфере безопасности с учетом численности работающих по спектрам их категорий представляется следующими условиями:

- работы системы [1]

$$P(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (5)$$

где  $e^{-\lambda t}$  - риск (надежность) работы;  $\lambda$  - интенсивность;  $t$  - время регистрации отдельного события

- стационарности процесса (принцип неопределенности) [2]

$$\lambda t = \text{const} \quad (6)$$

- разделения процесса на уровни (спектры) функционирования [3]

$$k = 1 - 3,32 \lg n \quad (7)$$

где  $n$  - количество анализируемых признаков (возраст, стаж и др.);  $k$  - коэффициент уровней (спектров)

- оценки вероятности проявления определенного признака [4]

$$\frac{P_A(x)}{M(x)} = \frac{M(x)}{D(x)} \quad (8)$$

где  $P_A(t)$  - вероятность анализируемого события;  $M(x)$  - математическое ожидание;  $D(x) = \{P_A(t)\}'' - [\{P_A(t)\}']^2$  - дисперсия.

Проверка по приведенным зависимостям позволила констатировать:

- с учетом численности работающих распределение по классам (или спектрам) производственного травматизма работающих имеет параболическую зависимость от стажа и возраста работающих. Вероятность хотя бы одной травмы в течение заданного промежутка времени (например, недели), работающего со стажем до двух лет равна 0,3 - 0,6, а со стажем 15 - 20 лет - 0,17 (рисунок 5, кривая 1);

- вероятность того, что в течение заданного промежутка времени (например, неделя) будет травмирован в возрасте 30 лет составит 0,15, в возрасте 20 лет - 0,2 (рисунок 5, кривая 2);

- большей травмоопасностью характеризуются диапазоны работающих по стажу работающих от 4 до 9 лет (самоуверенность при недостаточном опыте и навыках работы) и более 18 - 19 лет работы на



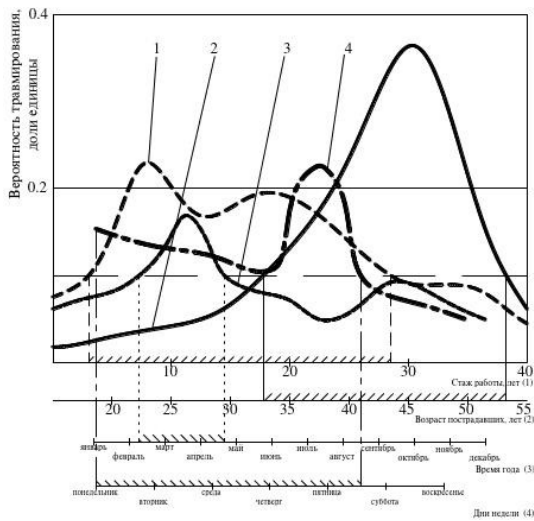


Рис. 4 - Распределение производственного травматизма работающих в зависимости от стажа их работы (1), возраста пострадавших (2), времени года (3) и дней недели (4)

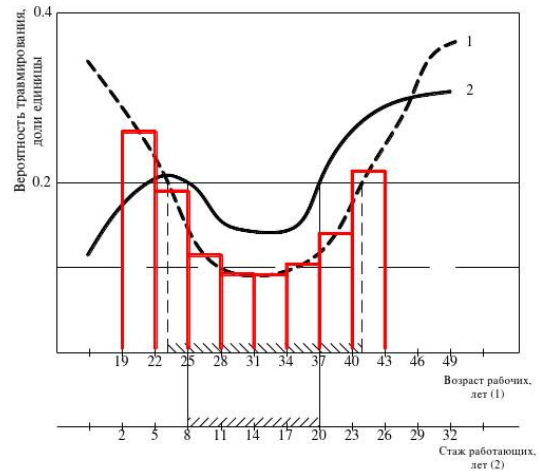


Рис. 5 - Зависимость интенсивности травматизма от возраста (1) и стажа работы (2) с учетом численности работающих

шахте (желание работать по максимуму с минимальными затратами труда и повышенной степенью риска). Эти периоды хорошо согласуются с возрастом работающих, где рост травматизма характерен для

группы рабочих в возрасте 20 - 24 лет (желание сделать все быстро) о более 42 - 43 лет (рациональность, граничащая с риском).



Рис. 6 - Структура концепции безопасного обеспечения очистных работ

Разделение возрастного ценза подземных рабочих на уровни (или спектры) функционирования может включать разделение на 11 (или как минимум на 7) спектров возрастных периодов (см. рисунок 5):

- до четырех лет (учеба, стажировка, начальная работа);

- подготовительный возраст;
- от четырех до 20 - 22 лет (начальный, промежуточный, средний, деятельный и заключительный участки) - производительный, травмобезопасный возраст;
- более 22 лет (регрессивный участок и деградация)

- травмоопасный возраст.

**Выводы.** В современных условиях при создании и внедрении новых технологий приоритетными становятся требования безопасности и экологичности. Ни один новый проект, если он не отвечает нормам безопасности охраны окружающей среды, не может быть реализован. Практика свидетельствует, что предприятия горной отрасли с полным правом можно отнести к числу объектов с высокой степенью рис-

ка для безопасности жизнедеятельности и окружающей среды.

Проверка предложенной методики для условий травматизма и аварийности технологических процессов показала ее применимость для инженерных расчетов для угольных шахт бассейна. Представленный методический подход позволил сформировать структуру концепции безопасного обеспечения очистных работ.

### Литература

1. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций.- М.: Машиностроение.- 1990. - 448с.
2. Мирский Г.Я. Аппаратурное определение характеристик случайных процессов.- М-Л.- Энергия. - 1967. - 432с.
3. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. - М.- Наука. - 1956. - 524с.
4. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах по определению параметров травматизма и степени опасности на объектах хозяйствования / В.С. Харьковский, В.М. Плотников, Н.Н. Акимбекова, Т. В. Демина и др. Materialy II Miedzynarodowej naukowe-praktycznej konferencji "Wykształcenie i nauka bez granic" - 2005.- Т. 13. - Matematyka Przemysl. Sp. zo.0 "Nauka i studia" - 2005.- pp.28-33.
5. Pivnyak G. Bondarenko V. Kovalevska I. Mining of Mineral Deposits. A Balkema Book. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group an informa business.- London. - 371 p.
6. Демин В.Ф., Демина Т.В., Яворский В.В. и др. Эффективность использования геомеханической системы «горный массив-анкерное крепление» для повышения устойчивости горных выработок. - Уголь.- № 2.- 2014.- стр.18-22.
7. Демин В.Ф., Алиев С.Б., Демина Т.В. и др. Смещения контуров подготовительных выработок при геомеханических процессах. - ООО «Редакция журнала «Уголь».- № 4. 2013. - стр. 69-72.
8. Демин В.Ф., Журов В.В., Демина Т.В. Геомеханика при креплении горных выработок.- LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG. Germany. - 2016. - 189 с.
9. Dymn V.F. Abekov U.T. Ivadilinova D.T. Technological schemes, methods, types and facilities for supporting mine working contours in complical mining and geological operational conditions. - Горный журнал Казахстана.- № 8.- 2019. - стр. 42-44.
10. Демин В.Ф., Шонтаев А.Д., Унайбаев Б.Б. и др. Напряженно-деформированное состояние вокруг выработок. Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве.- Сборник трудов Международной научно-практической конференции. -Экибастуз-Прокопьевск. - 2019. - стр. 22 - 26.

### References

1. Bolotin V.V. Resurs mashin i konstrukcij. M.: Mashinostroenie, 1990. - 448 p.
2. Mirskij G.Ja. Apparaturnoe opredelenie harakteristik sluchajnyh processov. - M-L.- Jenergija.- 1967. - 432 p.
3. Gnedenko B.V., Beljaev Ju.K., Solov'ev A.D. Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti. - M.- Nauka. - 1956. - 524 p.
4. Primenenie metodov teorii verojatnostej i teorii nadezhnosti v raschetah po opredeleniju parametrov travmatizma i stepeni opasnosti na ob#ektah hozjajstvovanija / V.S. Har'kovskij, V.M. Plotnikov, N.N. Akimbekova, T. V. Demina i dr. Materialy II Miedzynarodowej naukowe-praktycznej konferencji "Wykształcenie i nauka bez granic"- 2005.- Т.13.-Matematyka Przemysl. Sp. zo.0 "Nauka i studia" - 2005.- pp. 28-33.
5. Pivnyak G. Bondarenko V. Kovalevska I. Mining of Mineral Deposits. A Balkema Book. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group an informa business. - London. - 371 p.



- 
6. Demin V.F., Demina T.V., Javorskij V.V. i dr. Jeftektivnost' ispol'zovanija geomehanicheskoj sistemy «gornyj massiv-ankernoe kreplenie» dlja povysheniya ustojchivosti gornyh vyrabotok. Ugol'.- № 2.- 2014.- pp. 18-22.
7. Demin V.F., Aliev S.B., Demina T.V. i dr. Smeshhenija konturov podgotovitel'nyh vyrabotok pri geomehanicheskih processah. OOO «Redakcija zhurnala «Ugol'».- № 4.- 2013.- pp. 69-72.
8. Demin V.F., Zhurov V.V., Demina T.V. Geomehanika pri kreplении gornyh vyrabotok/ LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of AV Akademikerverlag GmbH & Co.KG.- Germany. - 2016.-189 p.
10. Dymin V.F., Abekov U.T., Ivadilina D.T. Technological schemes, methods, types and facilities for supporting mine working contours in complical mining and geological operational conditions.- Gornyj zhurnal Kazahstana.- № 8.- 2019.- pp.42-44.
10. Demin V.F., Shontaev A.D., Unajbaev B.B. i dr. Naprjazhenno-deformirovanное sostojanie vokrug vyrabotok. Povyshenie kachestva obrazovaniya, sovremennye innovacii v nauke i proizvodstve. - Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii.- Jekibastuz-Prokop'evsk.- 2019. - pp.22 - 26.

***Сведения об авторах***

Демин В.Ф. - доктор технических наук, профессор, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, e-mail: vladfdemin@mail.ru;

Ахматнуров Д.Р. - доктор PhD -руководитель лаборатории, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, e-mail: d.akhmatnurov@gmail.com;

Баймульдин М.М. - кандидат технических наук, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, murat\_owl@mail.ru

Демина Т.В. - кандидат технических наук, Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия, e-mail: fgz.bgp@m.ursmu.ru.

***Information about the authors***

Demin V.F. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Abylka Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: vladfdemin@mail.ru;

Akhmatnurov D.R. - PhD, Head of the Laboratory, Karaganda Technical University named after Abylka Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: d.akhmatnurov@gmail.com;

Baymuldin M.M. - Candidate of Technical Sciences, Karaganda Technical University named after Abylka Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: murat\_owl@mail.ru

Demina T. V. - candidate of technical sciences, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia, e-mail: fgz.bgp@m.ursmu.ru.