

Шевченко В.Г., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.

Зайцев М.С., мл. научн. сотр.

(ИГТМ НАН Украины)

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ
ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОГО
ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ**

Шевченко В.Г., д-р техн. наук, ст. наук. співроб.

Зайцев М.С., мол. наук. співроб.

(ІГТМ НАН України)

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІРНИЧОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ
ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ОПЕРАТИВНОГО
ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ**

Shevchenko V.G., d. sc., senior researcher

Zaitsev M.S., junior researcher

(IGTM NAS of Ukraine)

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT SAFE USE OF MINING
ON THE BASIS OF THE USE OF FUNDS OPERATIONS VISUAL
CONTROL**

Аннотация. Разработано оборудование и способ визуального контроля за состоянием горного массива, выработок, механизмов и технических средств. Установлены закономерности изменения вероятности безаварийной работы горнорабочих от ресурса времени реализации решения, показателей уровня полноты и достоверности информированности при использовании средств визуального контроля состояния горного массива. Построена функциональная схема – модель системы управления «диспетчер – горнорабочие – средства оперативного визуального контроля состояния выработок и технических средств», определены передаточная функции диспетчера, горнорабочих, каналов связи, передачи информации, системы контроля, диагностики и мониторинга состояния выработок и технических средств, горного массива. Обоснован критерий эффективной и безопасной работы системы «оператор-комплекс ВВК» - стандарт деятельности системы, вычисляемый как отношение вероятности неожиданного события к вероятности обнаружения событий, определена зависимость СДС от количества исследований однотипных скважин пробуренных в горном массиве. Разработаны методики и методические рекомендации по применению средств дополнительной реальности в шахтах, позволяющие осуществлять контроль состояния выработок и технических средств, проводить оперативную регистрацию и передачу максимально достоверной информации об объектах, обеспечивая безопасность ведения горных работ.

Ключевые слова: безопасная эксплуатация горнотехнических объектов, средства оперативного визуального контроля, методы, закономерности.

Проектом отраслевой программы улучшения состояния безопасности, гигиены труда и производственной среды предприятий топливно-энергетического комплекса, разработанного согласно ст. 33 Закона Украины «Об охране труда», предусматрива-

лась реализация мероприятий отраслевого значения по созданию безопасных и безвредных условий труда на предприятиях топливно-энергетического комплекса путем выполнения конкретных задач организационного, материально-технического, научного и правового обеспечения деятельности в сфере охраны труда, дальнейшего усовершенствования систем управления охраной труда. К числу основных задач отнесены информационное обеспечение предприятий области по вопросам охраны труда; создание средств диагностики оборудования и предотвращение аварий, средств и систем коллективной защиты работников и пр. [1]. Решение задач отраслевой программы обеспечит улучшение состояния охраны и условий труда, уменьшение количества аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, социальных и экономических потерь.

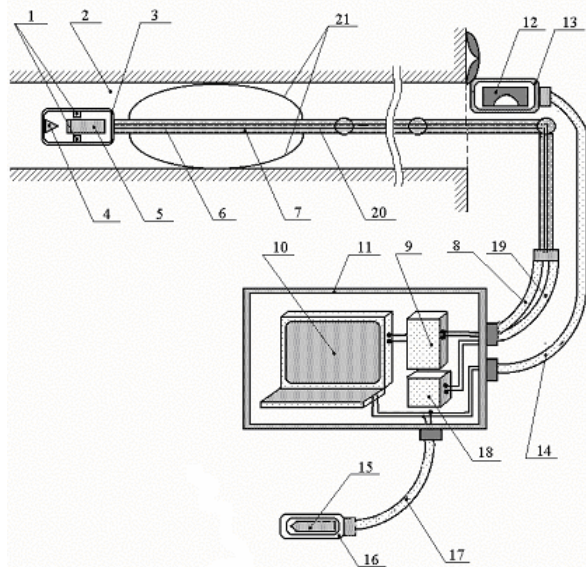
Современные производства любой отрасли все чаще оснащаются комплексными системами контроля. Контроль осуществляется на всех стадиях производственного процесса. Одним из эффективных методов является метод видеоконтроля. Видеоконтроль в свою очередь делится на несколько групп – это и видеонаблюдение и визуализация процессов, тепловизионный контроль, видеонаблюдение анализирующих устройств, контроль доступа, досмотровый контроль, контроль быстропротекающих процессов и т.д. Многочисленные аварии и связанные с ними наиболее тяжелые последствия, такие, как гибель людей, происходят, в том числе, по причинам недостаточной информативности и оперативности обработки данных о состоянии горного массива. Развитие способов и методов контроля состояния горного массива, технических средств, машин и оборудования приводит к увеличению достоверности получаемой информации, а, следовательно, надежности и безопасности эксплуатации горнотехнических объектов в целом [2-4].

Разработка средств и способов оперативного визуального контроля, установление закономерностей безаварийной работы горнорабочих при применении средств оперативного визуального контроля и разработка научно-методического обеспечения безопасной эксплуатации горнотехнических объектов является актуальной научной задачей, которая имеет важное народнохозяйственное и социальное значение в области охраны труда для снижения уровня аварийности и травматизма на предприятиях горно-металлургического комплекса и угольной отрасли.

Разработано научное обеспечение применения средств оперативного визуального контроля для повышения безопасности различных областей горных работ. Разработано оборудование для визуального внутрискважинного контроля (ВВК) состояния горного массива (рис. 1). В основу работы комплекса ВВК положена идея получения, передачи, хранения и обработки видео-, фотоинформации, позволяющая оперативно оценивать параметры состояния горного массива. Приборная база основана на современных миниатюрных блоках, имеющих минимальные габариты высокие производительность и помехоустойчивость, низкое энергопотребление, влаго- и пылезащищенность. Благодаря внедрению в электронном эндоскопе оптоэлектронного преобразователя в качестве светоприемопередатчика, очищающего блока, и лазерной линейки, расширяется об-

ласть использования, возрастает информативность, появляется возможность оперативного измерения размеров исследуемых объектов [5].

Разработан способ визуального контроля за состоянием горного массива, выработок, оборудования, механизмов (технических средств) (рис. 2).

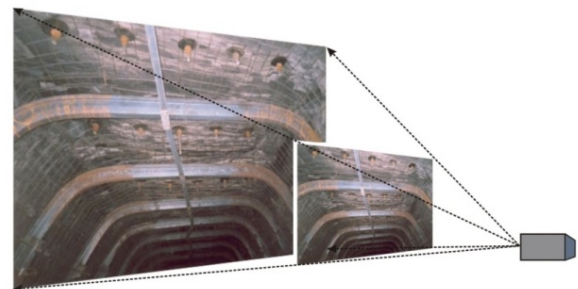


1 - источники света, 2 - полость, 3 - корпус, 4 - зеркало, 5 - электронно-оптический преобразователь, 6 - кабель передачи информационного сигнала, 7 - досыльник, 8, 14, 17, 19 - бронированные кабели, 9 - аналогово-цифровой преобразователь, 10 - персональный компьютер, 11 - оболочка, 12 - сканирующее устройство, 13 - корпус сканирующего устройства, 15 - манипулятор дистанционного динамического управления типа «световое перо», 16 - корпус манипулятора «световое перо», 18 - блок питания, 20 - кабель электропитания осветителей, 21 - стабилизаторы-рессоры

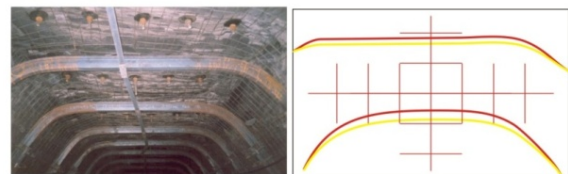
Рис. 1 – Схема оборудования для визуального внутрискважинного контроля состояния горного массива



а



б



в

г

Рис. 2 - Схема, иллюстрирующая принцип работы способа визуального контроля за состоянием горного массива, выработок, оборудования, механизмов (технических средств)

Работник, в обязанности которого входит контроль за состоянием горного массива, выработок, оборудования, механизмов (технических средств) в «ключевых» точках стационарно устанавливает устройство; средствами интерфейса, выбирает соответствующий режим его работы. Включается блок дальномера, информация с которого, обрабатывается микрокомпьютером, который автоматически регулирует включение и угол развертки блока проектора. При этом, микрокомпьютер включает блок видеорегистратора, с помощью которого определяется степень освещенности исследуемого объекта и регулируется яркость проектора. При этом, проектор проецирует сплошной белый экран, блоком видеорегистрации производится фотографирование, а микрокомпьютером – со-

хранение в своей памяти новой фотографии. Затем выбирается предшествующая фотография исследуемого объекта из базы данных микрокомпьютера. Проекция «накладывается» на исследуемый объект и, одновременно с оценкой изменений исследуемого объекта рабочим, производится, снова, фотофиксирование [6]. В процессе визуального бесконтактного контроля вычисляются конкретные количественные параметры исследуемых объектов, например, объем и масса вывала и как, следствие, намечаются работы, необходимые для обеспечения безопасности и его ликвидации.

Выполнено математическое моделирование и установлены закономерности безаварийной работы горнорабочих при применении средств оперативного визуального контроля состояния горнотехнических объектов. Установлены закономерности изменения безопасности (вероятности безаварийной работы горнорабочих) от психофизических параметров горнорабочего, качественных характеристик информации и ее количества [7].

Впервые установлены закономерности изменения вероятности безаварийной работы горнорабочих от ресурса времени реализации решения, показателей уровня полноты и достоверности информированности при использовании средств визуального контроля состояния горного массива (рис. 3). Установлено, что вероятность безаварийной работы горнорабочих прямопропорционально зависит от ресурса времени реализации решения, показателей уровня полноты и достоверности информированности, возрастающих при использовании средств визуального контроля состояния подрабатываемого и нарабатываемого горного массива при развитии в нем быстротекущих процессов образования магистральных трещин, так средствами визуального внутрискважинного контроля установлено, что при изменениях напряженного состояния горной породы происходят изменения пористости и трещиноватости, также происходят диссипационные процессы, в связи с чем в условиях гетерогенных пород происходят неравномерные перераспределения полей деформаций сжатия и растяжения, это позволяет своевременно прогнозировать и снижать вероятность процессов вывалообразования при добыче угля.

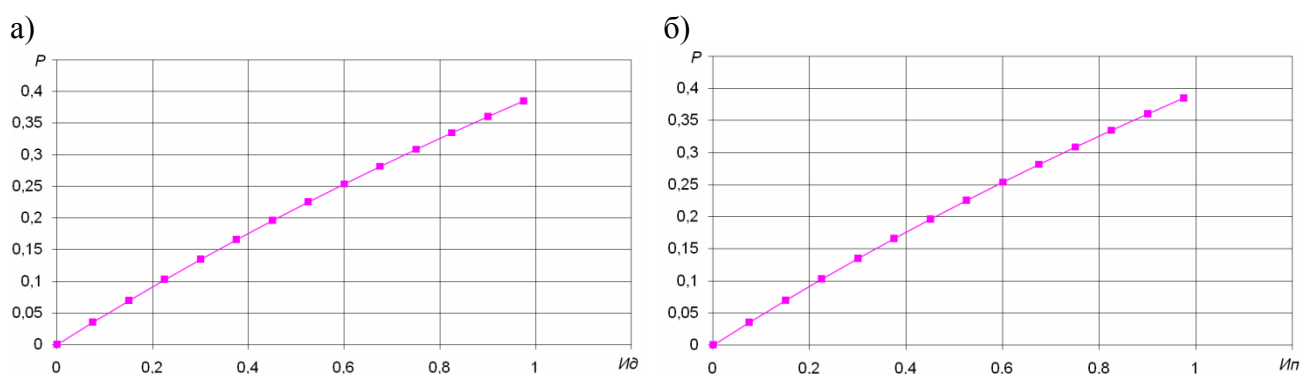


Рис. 3 – Зависимости уровня безопасности (вероятности безаварийной работы) от показателя достоверности (а) и полноты (б) информированности горнорабочих при использовании средств визуального контроля состояния горного массива

Впервые построена функциональная схема – модель системы управления «диспетчер – горнорабочие – средства оперативного визуального контроля состояния выработок и технических средств», определены передаточная функции диспетчера, горнорабочих, каналов связи, передачи информации, системы контроля, диагностики и мониторинга состояния выработок и технических средств, горного массива [8]. Показано, что безопасность процессов добычи определяется устойчивостью, быстродействием и точностью работы системы управления «диспетчер - горнорабочие», которые увеличиваются при включении в нее подсистемы оперативного визуального контроля состояния выработок и технических средств, при этом передаточная функция каналов связи, передачи информации в такой системе, определяется функцией звена с запаздыванием, а передаточная функция системы контроля, диагностики и мониторинга состояния выработок и технических средств, определяется функцией пропорционального безинерционного звена.

Прежде чем допускать оператора ВВК к исследованиям, которые будут проводиться в подземных условиях, необходимо обучить его базовым навыкам работы с оборудованием и методами ВВК. Результаты замеров ошибок оператора заносятся в таблицу и выводится коэффициент погрешности измерений пропущенных объектов. Эти коэффициенты являются личными поправочными коэффициентами (ЛКИО) при уточнении решения задач методик применения ВВК.

Решение отдельных исследований, которые проводятся оператором комплекса ВВК, включает в себя решение одной или нескольких типовых задач. Задачи, которые ставятся службами и специалистами шахт выполняются системой «оператор-комплекс ВВК» (рис. 4). Вероятность обнаружения события или объекта оператором определяется его ЛКИО. Величина ЛКИО вычисляется и корректируется в процессе подготовки и работы оператора ВВК.

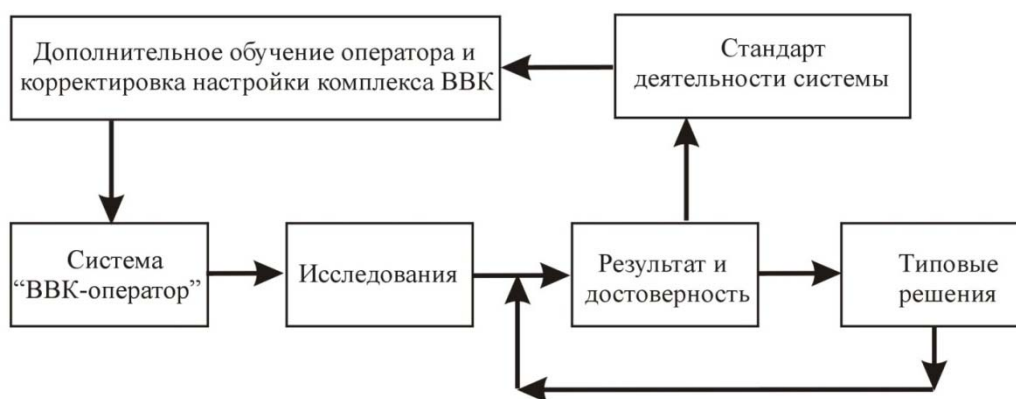


Рис. 4 – Схема исследований с использованием методики «Теория определения стандартов деятельности системы событий подлежащих проверке при помощи ВВК»

Решая задачу, поставленную перед системой «ВВК - оператор» учитываем ЛКИО и получаем вероятность достоверности исследований (осмотра) P . Так же при решении задач вычисляется стандарт деятельности системы (СДС) для однотипных заданий, например, исследование целостности тампонажа дегазационных скважин в однотипных скважинах, пробуренных в квазипостоянных горных условиях. Общий коэффициент СДС вычисляется по формуле

$$K = \frac{P}{n},$$

где n – первое число СДС (вероятность неожиданного события); P – второе число СДС (вероятность обнаружения событий).

Учитывая, что допуск оператора ВВК к рабочим может быть при условии «личный коэффициент ошибок» $< 20\%$, то, диапазон K составляет от 0,8 до 80 единиц. График зависимости общего коэффициента СДС от количества исследований однотипных скважин выполняется не пересекая асимптоту со значением 80 (рис. 5). Чтобы повысить СДС, нужно вводить в обучение оператора каждое случайное событие так, чтобы вычислять новый ЛКИО. В случае, если СДС выполняется на низких значениях, то требуется увеличивать количество исследований за счет параллельного применения большего числа комплексов ВВК.

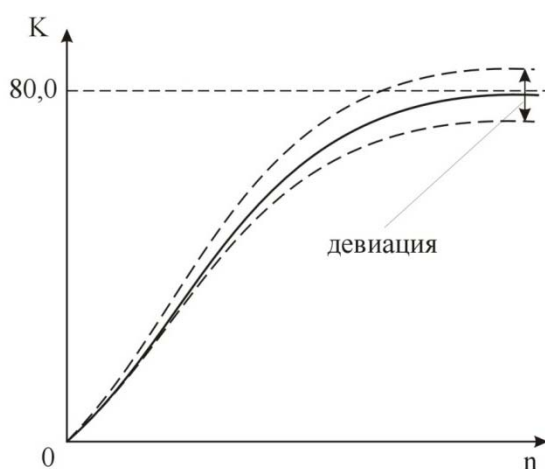


Рис. 5 – График зависимости общего коэффициента СДС от количества проведенных исследований

Таким образом, впервые обоснован критерий эффективной и безопасной работы системы «оператор-комплекс ВВК» - стандарт деятельности системы, вычисляемый как отношение вероятности неожиданного события к вероятности обнаружения событий, определена зависимость СДС от количества исследований однотипных скважин пробуренных в горном массиве. Критерием эффективной и безопасной работы системы «оператор-комплекс ВВК» является стандарт деятельности системы (СДС), который вычисляется как отношение вероятности неожиданного события к вероятности обнаружения событий, при этом вероятность неожиданного события показывает уровень знаний специалистов и служб структуры, динамики изменений свойств горного массива, состояния технических средств, вероятность обнаружения событий зависит от степени подготовки оператора комплекса, так график зависимости СДС от количества исследований однотипных скважин пробуренных в горном массиве выполняется не пересекая асимптоту со значением 80, а допуск оператора к исследованиям возможен при условии, что личный коэффициент ошибок $< 20\%$, при этом диапазон допустимых значений СДС составляет от 0,8 до 80 единиц.

Разработаны и внедрены методики оперативной оценки состояния горнотехнических объектов и методические рекомендации по применению средств дополнительной реальности в шахтах.

Даны рекомендации по разработке плана предупреждения аварий на урановых шахтах. В качестве составной части программы управления технологической системой урановой шахты рекомендуется “План предупреждения аварий”, который разрабатывается и постоянно корректируется технической, технологической и производственной службами шахты под руководством главного инженера на основе результатов анализа сведений о происходивших ранее авариях и прогноза состояния готовности функционирования в текущем времени технологической цепи шахты, которая базируется на основе данных технологического мониторинга. Планом предупреждения аварий должны предусматриваться как профилактические меры по недопущению выхода объектов технологической системы из штатного режима, так и оперативные меры по возвращению их в штатный режим при прогнозе «опасно» в любой составляющей технологической системы шахты. В профилактических мероприятиях должны быть предусмотрены адекватные прогнозируемой предаварийной ситуации варианты поведения конкретных исполнителей из подсистемы человек по устранению причин прогнозируемой угрозы в зависимости от ее характера и места возникновения; информационные потоки о состоянии объектов должны поступать в информационную базу данных центра управления производством, оборудованного современными техническими средствами с программным обеспечением, допущенным к применению в соответствии с требованиями нормативных документов.

Выводы.

1. Разработано оборудование для визуального внутрискважинного контроля состояния горного массива. Создано принципиально новое устройство оперативного контроля состояния выработок и технических средств на шахтах, с использованием современных средств микроэлектроники, для повышения достоверности, оперативности информации, надежности принимаемых решений и безопасности труда горняков.

2. Разработан способ визуального контроля за состоянием горного массива, выработок, оборудования, механизмов (технических средств). В процессе визуального бесконтактного контроля также вычисляются конкретные количественные параметры исследуемых объектов, например, объем и масса вывала и как, следствие, намечаются работы, необходимые для обеспечения безопасности и его ликвидации. Также, при исследовании особо важных элементов выработок или узлов механизмов, авторами рекомендуется применять технологии, усиливающие качество и достоверность фото-видеоинформации, это - технологии окрашивания объектов.

3. Впервые установлены закономерности изменения вероятности безаварийной работы горнорабочих от ресурса времени реализации решения, показателей уровня полноты и достоверности информированности при использовании средств визуального контроля состояния горного массива. Средствами визуаль-

ного внутрискважинного контроля установлено, что при изменениях напряженного состояния горной породы происходят изменения пористости и трещиноватости, также происходят диссипационные процессы, в связи с чем в условиях гетерогенных пород происходят неравномерные перераспределения полей деформаций сжатия и растяжения, это позволяет своевременно прогнозировать и снижать вероятность процессов вывалообразования при добыче угля.

4. Впервые построена функциональная схема – модель системы управления «диспетчер – горнорабочие – средства оперативного визуального контроля состояния выработок и технических средств», определены передаточная функции диспетчера, горнорабочих, каналов связи, передачи информации, системы контроля, диагностики и мониторинга состояния выработок и технических средств, горного массива.

5. Впервые обоснован критерий эффективной и безопасной работы системы «оператор-комплекс ВВК» - стандарт деятельности системы, вычисляемый как отношение вероятности неожиданного события к вероятности обнаружения событий. График зависимости СДС от количества исследований однотипных скважин пробуренных в горном массиве выполаживается не пересекая асимптоту со значением 80, а допуск оператора к исследованиям возможен при условии, что личный коэффициент ошибок $< 20\%$, при этом диапазон допустимых значений СДС составляет от 0,8 до 80 единиц.

6. Разработаны методики оперативной оценки состояния горнотехнических объектов с помощью устройств дополнительной реальности и методические рекомендации по применению устройств дополнительной реальности для оценки надежности и безопасности работы горняков и оптимизации режимов работы предприятия. Методики и методические рекомендации внедрены на рудных и угольных шахтах с существенным экономическим эффектом. Социальный эффект был достигнут за счет за счет снижения уровня травматизма и аварийности, повышения безопасности труда горнорабочих по геомеханическому и газовому факторам, улучшения условий и повышения престижности труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галузева программа поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на підприємствах ПЕК на 2007-2011 роки. Електронний ресурс. Режим доступу до документу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=106168>.

2. ВБН В.2.5-78.11.01-2003 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи сигналізації охоронного призначення» (МВС України). Електронний ресурс. Режим доступу до документу: normativ.com.ua/types/tdoc796.php.

3. «Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань аварій на виробництві» Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 р. N 1232. Електронний ресурс. Режим доступу до документу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1232-2011>.

4. Игорь Осколков. Реальности: виртуальная, дополненная и суженная - CHIP UA Online / Игорь Осколков // Электронный ресурс. Режим доступа к документу:

<http://www.chip.ua/stati/go-digital/2011/03/realnosti-virtualnaya-dopolnennaya-i-suzhennaya>.

5. Перепелица В.Г. Устройство и настройка видеодатчика комплекса визуального внутрискважинного контроля (ВБК) / Перепелица В.Г., Зайцев М.С. // Геотехническая механика. - Днепропетровск. - 2008. - Вып. 72. - С. 95-101.

6. Шевченко В.Г. Способ визуального контроля и определения состояния горнотехнических объектов / Шевченко В.Г., Зайцев М.С. // Научно-техническое обеспечение горного производства: Сборник научных трудов / ИГД им. Д.А. Кунаева. - Алматы. - 2013. - Т. 84. - С. 32-38.

7. Шевченко В.Г. Моделирование безаварийной работы горнорабочих при использовании устройств получения дополнительной информации о горнотехнических объектах / Шевченко В.Г., Зайцев М.С. // Науковий вісник НГУ / НГУ. - Днепропетровск - 2014. - № 1 (139). - С.105-113.

8. Шевченко В.Г. Моделирование безопасного управления процессом добычи при использовании оперативного визуального контроля состояния выработок и технических средств / Зайцев М.С. // Геотехническая механика. - Днепропетровск. - 2013. - Вып. 110. - С. 205-218.

REFERENCES

1. Sectoral program for improving safety, health and working environment for enterprises TAC for 2007-2011, Electronic resources, access to the document: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=106168>.

2. VBN V.2.5-78.11.01-2003 "Engineering equipment of buildings and structures. Alarm systems guard" (MIA of Ukraine), Electronic resources, access to the document: normativ.com.ua/types/tdoc796.php.

3. "The procedure of investigation and registration of accidents, occupational diseases accidents at work" approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine of 30 November 2011 N 1232, Electronic resources, access to the document: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1232-2011>.

4. Igor Oskolkov, (2011), Reality: virtual, augmented and neck - CHIP UA Online, Electronic resource, access to the document: <http://www.chip.ua/stati/go-digital/2011/03/realnosti-virtualnaya-dopolnennaya-i-suzhennaya>.

5. Perepelitsa V.G. and Zaitsev M.S. (2008) Device and configure the video sensor complex visual downhole control (VDC), Geo-technical mechanics. - Dnepropetrovsk, vol. 72, pp. 95-101.

6. Shevchenko V.G. and Zaitsev M.S. (2013) A method of visual inspection and determine the status of mining facilities, Scientific and technical support for the mining industry. - Almaty, vol. 84, pp. 32-38.

7. Shevchenko V.G. and Zaitsev M.S. (2014) Simulation of trouble-free operation of miners using devices more information on mining sites, Scientific bulletin of National Mining University. - Dnepropetrovsk, vol. 1 (139), pp. 105-113.

8. Shevchenko V.G. and Zaitsev M.S. (2014) Modeling safe process control production using rapid visual condition monitoring developments and hardware, Geo-technical mechanics. - Dnepropetrovsk, vol. 110, pp. 205-218.

Об авторах

Шевченко Владимир Георгиевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, V.Shevchenko@nas.gov.ua.

Зайцев Максим Станиславович, младший научный сотрудник отдела Механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина mazay_2004@inbox.ru.

About the authors

Shevchenko Vladimir Georgievich, d. sc., senior researcher, scientific secretary of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, V.Shevchenko@nas.gov.ua.

Zaitsev Maxim Stanislavovich, junior researcher at the Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, mazay_2004@inbox.ru.

Анотація. Розроблено устаткування і спосіб візуального контролю за станом гірського масиву, виробок, механізмів і технічних засобів. Установлено закономірності зміни ймовірності безаварійної роботи гірників від ресурсу часу реалізації рішення, показників рівня повноти та достовірності інформованості при використанні засобів візуального контролю стану гірського масиву. Побудовано функціональну схему - модель системи керування «диспетчер - гірники - засоби оперативного візуального контролю стану виробок і технічних засобів», визначені передатна функції диспетчера, гірників, каналів зв'язку, передачі інформації, системи контролю, діагностики і моніторингу стану виробок та технічних засобів, гірського масиву. Обґрунтовано критерій ефективної і безпечної роботи системи «оператор-комплекс ВВК» - стандарт діяльності системи, що обчислюється як відношення ймовірності несподіваної події до ймовірності виявлення подій, визначена залежність СДС від кількості досліджень однотипних свердловин пробурених у гірському масиві. Розроблено методики і методичні рекомендації із застосування засобів додаткової реальності в шахтах, що дозволяють здійснювати контроль стану виробок і технічних засобів, проводити оперативну реєстрацію і передачу максимально достовірної інформації про об'єкти, забезпечуючи безпеку ведення гірничих робіт.

Ключові слова: безпечна експлуатація гірничотехнічних об'єктів, засоби оперативного візуального контролю, методи, закономірності.

Abstract. Developed equipment and method of visual control of the state of the rock mass excavation, machinery and technical equipment. The regularities of changes in the probability trouble-free operation of miners from the resource of time-realization of the solutions, indicators of the completeness and accuracy of awareness by using of visual condition monitoring of rock mass. Built a functional diagram - model management system "manager - miners - means operative visual status monitoring developments and technical means", defined transfer function controller, miners, communication channels, communication, control, diagnosis and monitoring of developments and technical means, the rock mass. Justify a criterion safe and efficient operation of the system "operator - complex VDC" - the standard system activity, calculated as the ratio of the probability of unexpected events to the probability of event detection, the dependence on the amount of SSA studies of similar wells

drilled in the rock mass. The techniques and guidelines for the use of funds more reality in the mines, allowing to monitor the status of developments and technical means to carry out prompt registration and transfer of a maximum of reliable information about the objects, ensuring the safety of mining operations.

Keywords: safe operation of mining facilities, operative means of visual inspection methods, patterns.

Статья поступила в редакцию 22.10.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Бунько Т.В.