

Доктора техн. наук В.Г. Шевченко,
Ю.И. Кияшко,
мл. научн. сотр. М.С. Зайцев
(ИГТМ НАН Украины)

К РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ И ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА НАЛОЖЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ УРАНОВЫХ ШАХТ

Наведено основні характеристики і завдання які вирішуються пристроями та інформаційним комплексом накладеної віртуальної реальності для використання в системі контролю виробничого процесу на уранових шахтах.

TO THE DESIGNING OF DEVICES AND INFORMATION COMPLEX OF OVERLAY VIRTUAL REALITY FOR URANIUM MINES

The article presents key characteristics of and tasks performed by the devices and information complex of overlay virtual reality for use in process control systems of uranium mines.

Реализация мероприятий по созданию безопасных и безвредных условий труда на предприятиях топливно-энергетического комплекса путем выполнения задач организационного, материально-технического, научного и правового обеспечения деятельности в сфере охраны труда, дальнейшего усовершенствования систем управления охраной труда является актуальной проблемой, стоящей перед урановыми шахтами. К числу основных задач относятся информационное обеспечение предприятий области по вопросам охраны труда; создание средств диагностики оборудования и предотвращение аварий, средств и систем коллективной защиты работников [1]. Решение данных задач обеспечит улучшение состояния охраны и условий труда, уменьшение количества аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, социальных и экономических потерь.

Разработка устройств и информационного комплекса наложенной виртуальной реальности для использования в системе контроля производственного процесса на урановых шахтах является актуальной задачей, направленной на улучшение условий труда горнорабочих урановых шахт, снижение аварийности и травматизма за счет увеличения полноты, своевременности и достоверности поступающей информации, и принятия на этой основе наиболее правильных решений [2,3].

Перспективным является применение нового, перспективного вида элементов видеоконтроля – беспроводных видеорегистраторов с «обратной связью», связанных посредством участков с беспроводной связью, участков с проводной и спутниковой связью, узлами контроллеров-накопителей, автоматическими системами анализа и хранения данных, пунктами операторов, диагностики и управления, как части общей системы контроля производственного процесса горнодобывающего предприятия [4,5].

Авторами предлагается ряд устройств для использования в составе информационным комплекса наложенной виртуальной реальности системы контроля

производственного процесса на урановых шахтах. Разработано техническое задание на индивидуальное устройство наложенной виртуальной реальности для работников урановых шахт (ИВАР).

Мобильное устройство наложенной виртуальной реальности, осуществляющее сбор видеоинформации и передачу данных рабочему удобно закрепить на каске. При этом, передачу информации удобно выполнить в виде экрана дополнительной реальности. Экран дополнительной реальности выполняется по различным технологиям – как в виде непрозрачных окуляров с «полным» изображением, так и в виде проекционной установки на полупрозрачном экране с «добавленным» изображением. Так как для горнорабочего обязательно условие непрерывной передачи информации, то энергетически выгоднее использовать проекционную установку на полупрозрачный экран.

Предусмотрена установка на стандартную каску устройства типа мобильного телефона с видеокамерой, направленной в сторону экрана по направлению визирной оси рабочего, а перед глазом/глазами - полупрозрачного зеркала. При этом, вся информация, которую собирает мобильное устройство, отправляется на стационарный вычислительный комплекс. В нем информация обрабатывается и анализируется, в том числе распознаются объекты в зоне видеокамеры рабочего. Затем, автоматизировано на проектор дополнительной реальности поступает информация, предназначенная для рабочего. Такая информация может быть текстовой и/или видео и содержать: план ликвидации аварий; инструкции по ремонту оборудования; данные из библиотеки ранее выполненных схожих задач/принятых решений по ликвидации аварий/ремонту; план профилактических мероприятий, включая методы диагностики; данные из библиотеки ранее выполненных профилактических мероприятий и т.п.

При этом, в любой момент времени рабочий сможет связаться с руководителем для получения консультации или доложить о выполнении этапа работ. Руководитель, в свою очередь, может в любой момент времени контролировать выполнение работ, проводить корректировку плана и этапов работ и обеспечивать «телеприсутствие».

Цель разработки - создание информационного комплекса наложенной виртуальной реальности для горнорабочих на базе современных средств и способов мобильной беспроводной связи интегрированной в головной светильник. Назначение разработки – обеспечение постоянного, оперативного и сверхоперативного контроля горнорабочими производственного процесса посредством получения ими видеоинформации на информационный комплекс наложенной виртуальной реальности для управления технологическими процессами и управлением самими горнорабочими со стороны руководителя.

Основные задачи разработки включают сбор видеоданных о состоянии выработок, механизмов и машин, ходе технологических процессов; управление действиями самих горнорабочих.

В ИВАР входят устройство вывода визуализированной информации, обеспечивающее наложенную реальность для горнорабочего; видеокамера, обеспечивающая захват изображения и его оцифровку; аудиокомплекс с микрофоном-

динамиком с соответствующими ЦАП-АЦП; устройства бесперебойного питания от общего аккумулятора, обеспечивающего работу головного светильника и ИВАРа.

По степени защищенности от пыли ИВАР должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ 12997-84 (Россия ГОСТ 14254-96), исполнение П2, IEC 60529 (IP 55), исполнение 5. По степени защищенности от воздействия воды ИВАР должен быть выполнен по ГОСТ 128997-84 (Россия ГОСТ 14254-96), исполнения В2, IEC 60529 (IP 55) исполнение 5.

ИВАР должен сохранять работоспособность при промышленных помехах, допустимых «Нормами допускаемых промышленных радиопомех» (80-72) и сам не создавать помех для работающего оборудования и средств связи.

Устройство обеспечивает:

- оперативную передачу/прием данных на протоколах 802.11х;
- возможность записи видеоинформации стандартными средствами в режиме 30+ кадров в секунду и разрешающей способностью 800х480+, при этом параметры видеозаписи регулируются горнорабочим дистанционно и автоматически. При автоматической регулировке должны обеспечиваться основные принципы: максимальная скорость и разрешающая способность для быстротекущих процессов (автоматически определяется динамика изменения содержания кадров, что регулируется по статистическому признаку, каждого следующего кадра) с возможностью увеличивать/уменьшать по законам: kx^2 , $1/kx^2$, с учетом схожих ситуаций и последовавших рекомендаций;
- запись аудио/видео, которая ведется постоянно. При этом, в отсутствие связи с локальной вычислительной сетью (ЛВС) запись сохраняется на карту памяти, которая представляет собой «черный ящик» и в случае ЧП обеспечивается минимальная вероятность ее уничтожения;
- виджеты визуализируются ИВАРом при приоритетном изменении от управляющей группы;
- определение знакомых узлов / положений / действий;
- автоматическое определение (с возможностью ручной корректировки, как Siri) типовых объектов, основанное на собственной базе данных и базе данных управляющего комплекса, посредством реакции на двухмерный код (к примеру QR-код) и распознавание их образов средствами программ распознавания образов (типа FineReader);
- обеспечение автоматического (с возможностью ручного контроля) с корреляцией по базе данных (БД) наложения контура объекта из БД на наложенную реальность, основанного на собственной БД и БД управляющего комплекса. При этом, учитывается угол и расстояние до объекта (в т.ч. производится масштабирование); возможность определения и измерения параметров исходя из сравнения образов из БД и текущих видео-образов, с возможностью автоматического расчета динамики отклонений.

Продолжительность непрерывной работы ИВАР ограничивается аккумуляторами (блоком бесперебойного питания). ИВАР должен обеспечивать отображение видеоинформации с реакцией на изменение обстановки не менее 2-х се-

кунд и должен иметь индикацию работы отдельных блоков.

Мощность допустимого излучения должна быть не более 0,2 Вт, потребляемая ИВАР мощность согласно «Рішення № 914 від 06.09.2007 "Про затвердження Переліку радіоелектронних засобів та випромінювальних пристроїв, для експлуатації яких не потрібні дозволи на експлуатацію» должна быть не более 6 Вт.

Требования надежности следующие: наработка на отказ должна быть не менее 100 часов, минимальный срок службы ИВАР 2 года. ИВАР должен быть спроектирован с максимально возможным использованием унифицированных узлов и схемных решений. Блоки, входящие в состав ИВАР, должны допускать монтаж, наладку и проверку отдельно от ИВАР. Функциональные узлы, входящие в состав системы «головной светильник – ИНВАР – блок бесперебойного питания БПП», должны допускать наладку и проверку вне блоков.

Требования к стандартизации следующие: коэффициент применяемости должен быть не менее 95 %, коэффициент повторяемости должен быть не менее 95 %. Разработка ИВАРа проводится с учетом дальнейшей модернизации и модификации.

Требования безопасности. К обслуживанию аппаратуры допускаются специально обученные лица. На основании ГОСТ 12.1-006-84 максимальное значение предельно-допустимой плотности потока энергии не должно превышать 1000 мкВт/см². В случае обнаружения более высоких уровней потока работы прекращаются до установления причин утечки энергии. Проверка осуществляется периодически, исходя из класса используемого оборудования и рекомендаций его производителей. Остальные правила соответствуют общим ПТБ при работе на электро- и радиоустановках. Для шахт опасных по газу и пыли подземные узлы и линии связи ИВАР должны быть выполнены в искробезопасном исполнении по «Правилам изготовления взрывозащитного и рудничного оборудования» и ГОСТ 22782-5 - уровень Ис. Проверка искробезопасности цепей ИВАРа должна выполняться согласно ГОСТ 22782.5-78.

Эстетические и эргономические требования. При разработке ИВАРа должны быть учтены требования технической эстетики. Органы управления должны располагаться в корпусе ИВАРа и должны быть легкодоступны для горного рабочего. Органы настройки и корректировки должны быть расположены в легкодоступном месте под пломбируемой крышкой в корпусе.

Требования к составным частям изделия, сырью, исходным и эксплуатационным материалам. В ИВАРе должны быть максимально использованы доступные отечественные покупные изделия. Применяемые в ИВАРе материалы должны быть стойкими при эксплуатации и хранении.

Требования к маркировке и упаковке. Все составные части ИВАРа должны иметь маркировку, выполненную методом прессовки или электрохимгравирования на нержавеющей табличке, где должны быть указаны: товарный знак завода изготовителя; наименование изделия; заводской номер, год выпуска, масса, условное обозначение степени защиты от внешних воздействий, климатического исполнения и категории размещения, уровень и вид взрывозащиты. Мар-

кировка узлов и линий связи ИВАРа должна соответствовать ГОСТ 22782.5-78. Маркировка тары должна соответствовать ГОСТ 14192-77. Каждый узел с принадлежностями и ЗИП, при переноске должен быть упакован в отдельную тару, исключающую возможность механических повреждений и прямого воздействия влаги, пыли, грязи и солнечной радиации.

Требования к транспортированию и хранению. Условия транспортирования узлов связи и линий связи ИВАРа должны соответствовать ГОСТ 1550-69 (условие 2).

Узлы и линии связи ИВАРа должны быть рассчитаны для работы в горных выработках с такими климатическими условиями: температура от -10 до $+60^{\circ}\text{C}$, относительная влажность не более $95\% \pm 3\%$, при температуре до $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, атмосферное давление от 93 до 129 кПа, запыленность до 10000 мг/м^3 . По допустимым воздействиям механических нагрузок подземные узлы и линии связи должны относиться к III группе по ГОСТ 22261-82. ИВАР должен быть рассчитан на периодическое обслуживание не чаще одного раза в квартал квалифицированным персоналом.

Таким образом, устройство ИВАР поможет установить изменения в форме выработок, зафиксировать, в случае аварийной ситуации, проявления динамических горных явлений. ИВАР позволит фиксировать и проводить анализ не только состояния выработок, но и контролировать состояние и работу систем и механизмов шахты, состояние трубо- и газопроводов, а также важных узлов технологического процесса. ИВАРОм предусмотрено, автоматизированная передача на проектор дополнительной реальности текстовой и/или видеоинформации для горнорабочего о плане ликвидации аварий, инструкции по ремонту оборудования, данных из библиотек ранее выполненных похожих задач/решений, план профилактических мероприятий, включая методы диагностики и т.п. В случае аварийной ситуации горнорабочему передаётся информация в виде четких инструкций, направленных на предотвращение аварийной ситуации и возможных неверных действий.

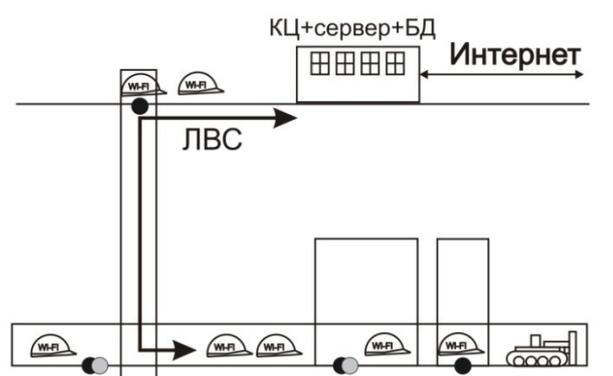
Перечень конструкторских документов, подлежащих экспертизе, согласованию и утверждению на отдельных планируемых этапах: техническое задание на ИВАР, опытные образцы ИВАРа, технические условия, программа и методика приемочных испытаний ИВАРа, установочная серия, технические условия должны быть согласованы с Госгорпромнадзором и ведущими отраслевыми институтами. Приемка опытного образца ИВАРа производится в установленном порядке на основании приемочных испытаний. Для проведения приемочных испытаний должен быть изготовлен опытный образец ИВАР.

Индивидуальное устройство наложенной виртуальной реальности ИВАР положено в основу информационного комплекса наложенной виртуальной реальности для урановых шахт (Комплекс).

Область применения Комплекса - шахты, карьеры, горно-обогатительные комбинаты. Целью разработки является создание информационного комплекса наложенной виртуальной реальности для горных работ на базе современных средств и способов, используемых в мобильных беспроводных средствах связи

локальных вычислительных системах. Назначение разработки – обеспечение постоянного, оперативного и сверхоперативного контроля технологических процессов и управление горнорабочими. Задачи разработки: контроль технологических процессов и управление горнорабочими; обеспечение телеприсутствия управляющей группы в технологическом процессе.

Технические требования следующие. Комплекс в совокупности представляет собой равноприоритетную систему подчинения при сложноподчиненной системе (1-n) с настраиваемыми приоритетами (рис. 1). В Комплекс входят: ЛВС и устройства беспроводной связи в зонах наиболее частого присутствия горнорабочих; концентраторы, промежуточные и главные серверы, и Координационные центры; сохраняемая с момента ввода в эксплуатацию накопительная база данных и ее резервная копия; устройства бесперебойного питания.



● Wi-Fi точка доступа радиус 20-300 м

○ датчики Rn, α-, β- и γ- излучение,
 ● пыли, температуры, влажности,
 скорости воздушной струи,
 концентрации Летучих ОБ

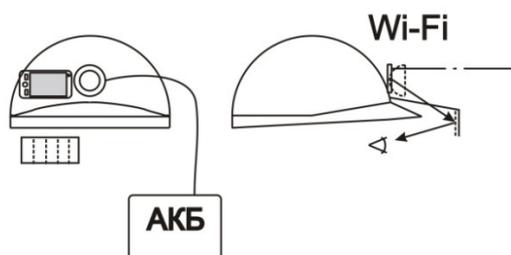


Рис. 1 - Общая схема комплекса наложенной виртуальной реальности

По степени защищенности от пыли проводные линии связи Комплекса должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 12997-84 (Россия ГОСТ 14254-96), исполнение П2, IEC 60529 (IP 55) исполнение 5. По степени защищенности от воздействия воды проводные линии связи Комплекса должны быть выполнены по ГОСТ 128997-84 (Россия ГОСТ 14254-96), исполнения В2, IEC 60529 (IP 55) исполнение 5. Комплекс должен сохранять работоспособность при промышленных помехах, допустимых «Нормами допускаемых промышленных радиопомех» (80-72) и сам не создавать помех для работающего оборудования и средств связи.

Комплекс обеспечивает оперативную передачу/прием данных на протоколах 802.11x и скорости 150 Мб/с для 70-ти и более абонентов. Для большего числа абонентов количество беспроводных точек (R) доступа должно быть кратно $70 \times R$;

Продолжительность непрерывной работы Комплекса не ограничивается при своевременной замене вышедших из строя узлов и линий связи. Комплекс должен обеспечивать отображение видеoinформации, иметь индикацию работы отдельных блоков. Режим подготовки Комплекса обеспечивается без выключения основных и периферийных узлов с момента включения.

Потребляемая мощность периферийных узлов беспроводной связи Комплекса должна быть не более 5 Вт, для тупиковых выработок; до 20 Вт для участковых; 80 Вт для открытых горных работ. Мощность излучения - до 0,2 Вт.

Требования надежности. Нарботка на отказ должна быть не менее 20000 часов, минимальный срок службы любого отдельного узла или линии связи 2 года для подземных и 6 лет для открытых горных работ.

Требования к уровню унификации. Комплекс должен быть спроектирован с максимально возможным использованием унифицированных узлов и схемных решений. Блоки, входящие в состав Комплекса, должны допускать монтаж, наладку и проверку отдельно от Комплекса. Функциональные узлы, входящие в состав блоков, должны допускать наладку и проверку вне блоков.

Требования к стандартизации. Коэффициент применяемости должен быть не менее 95 %, коэффициент повторяемости - не менее 95 %. Разработка Комплекса проводится с учетом дальнейшей модернизации и модификации.

Актуальность разработки методов и бесконтактных оптоэлектронных средств измерения объектов и плоскостей продиктована постоянным совершенствованием метрологии геометрических параметров, предусматривающей измерение линейных и угловых величин, расчет соотношений между ними, изменение формы объекта и взаимного их расположения. Развитие оптических, оптоэлектронных, лазеросканирующих, мультискановых, телевизионных и видеосканирующих систем выводит на новый уровень решение перечисленных задач в рамках горного производства.

Институтом геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины проводятся работы по разработке методов и оборудования для видеоконтроля состояния внутренней поверхности скважин [6]. На основании опыта таких работ, предлагается решение вопроса постоянного контроля состояния и определения линейных размеров, углов объектов и расчет сложных поверхностей в выработках на расстояниях от 2-3 до 20-30 метров.

Устройство контроля состояния и определения линейных размеров, углов объектов и расчета сложных поверхностей в выработке состоит из:

- видеорегистратора (ВР), имеющего собственную систему накопления видеoinформации, способную в нужном качестве и требуемое время вести запись; регулируемые сменные объективы для обеспечения различного фокусного расстояния (угла захвата изображения или диагонального угла зрения);

- лазерного проектора, со следующими характеристиками: видимый видеокамерой диапазон лазерного излучения, не превышающего по мощности предельно допустимые для человека и не вредящего аппаратуре; двухкоординатный динамический автоколлиматор, обеспечивающий симметричный рисунок с требуемой точностью;

- таймера периодического кратковременного включения-выключения в случаях, когда не следует отвлекать видимой проекцией работающий персонал;

- блока питания, обеспечивающего непрерывную работу в течение требуемого времени;

- подсветки для съемки в безлюдных зонах (например, для контроля состояния участка конвейерной ленты).

Проектор проецирует на поверхность, к примеру, вертикальные четырёхлучевые звезды с постоянным угловым расстоянием как между их центрами, так и между их лучами. Уменьшение угла видения горизонтального луча показывает отклонение поверхности от нормали визирной оси видеорегистратора. Так же происходит и с вертикальными отклонениями исследуемой поверхности.

На рис. 2 приведена схема, отражающая принцип работы устройства. При этом, углы захвата видеоизображения в точках 1 и 2 отличаются.

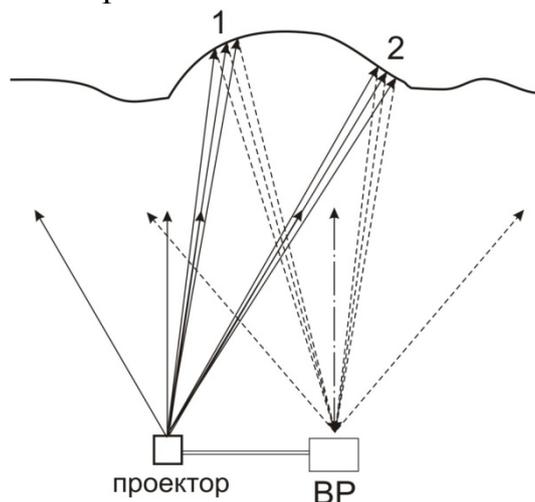


Рис. 2 - Условная схема работы устройства

Пользуясь предварительным тестированием всей системы и применяя методы расчета визуального внутрискважинного контроля, а также методы расчета триангуляционного лазерного вычисления расстояния можно с требуемой точностью рассчитать поверхность, которая контролируется. То есть, задача сводится к геометрической, если известен «базис» (расстояние между проектором и видеорегистратором), или триангуляционной.

При исследовании положения рабочих, машин, механизмов лазерный проектор не используется, так как изменение геометрических параметров указанных объектов если и присутствует, то находится ниже порога чувствительности оборудования или в зоне погрешности при расчетах.

Также, представляется возможность использования другого типа аппаратуры, в котором вместо проектора можно применить существующий лазерный

триангуляционный аппарат измерения расстояния (дальномер), который снабжен двухкоординатным динамическим автоколлиматором. На рис. 3 приведена схема, иллюстрирующая принцип работы дальномера-видеорегистратора.

При этом, используя, существующие лазерные дальномеры, уже представленные на рынке, в зону угла захвата видеоизображения видеорегистратора попадает экран результатов измерения. Такой способ более точен, но существенно медленнее способа использующего проектор-видеорегистратор. На точное определение каждой точки требуется 2-3 секунды, поэтому для быстротекущих процессов способ не применим.

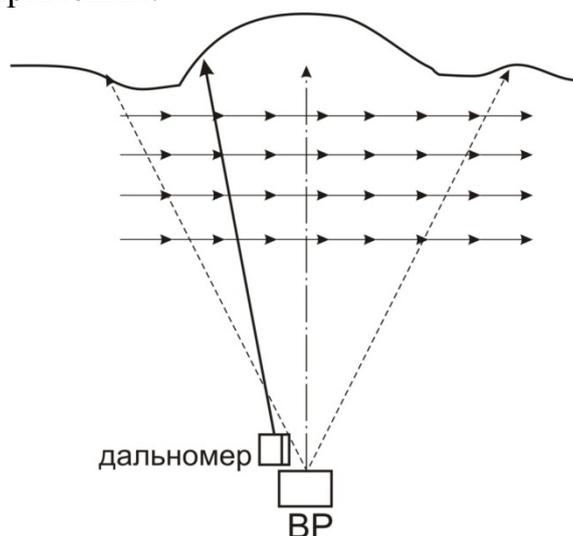


Рис. 3 – Схема, иллюстрирующая принцип работы дальномера-видеорегистратора

Оптимальным является объединение вышеописанных двух способов – проектора-дальномера-видеорегистратора для получения универсального устройства, которое способно проводить точные измерения и помогать в решении широкого круга задач, стоящих перед системой контроля производственного процесса на урановых шахтах. Аппаратура такого типа и с таким диапазоном измерений представляется перспективным направлением разработок, а создание такой техники позволит существенно увеличить объем и скорость решаемых исследовательских и практических задач горного производства, что, в свою очередь, позволит обеспечить повышение безопасности и производительности работы горных предприятий.

Выводы.

1. Разработано техническое задание на индивидуальное устройство наложенной виртуальной реальности для работников урановых шахт, обеспечивающее постоянный, оперативный и сверхоперативный контроль горными рабочими и получение ими видеoinформации на информационный комплекс наложенной виртуальной реальности обеспечивающий управление технологическими процессами и управлением самими горнорабочими. Устройство обеспечивает сбор видеоданных о состоянии выработок, механизмов и машин, технологических процессов, управление горнорабочими средствами наложенной реальности. В ИВАР входят: устройство вывода визуализированной информации, обеспечивающее наложенную реальность для горнорабочего, видеокамера,

обеспечивающая захват изображения и его оцифровку, аудиокomплекс - микрофон-динамик с соответствующими ЦАП-АЦП, устройства бесперебойного питания.

2. Индивидуальное устройство положено в основу информационного комплекса наложенной виртуальной реальности для урановых шахт, обеспечивающего постоянный, оперативный и сверхоперативный контроль технологических процессов и управление горнорабочими. Комплекс поможет установить изменения в форме выработок, зафиксировать, в случае аварийной ситуации, проявления динамических горных явлений. Комплекс позволяет фиксировать и проводить анализ не только состояния выработок, но и контролировать состояние и работу систем и механизмов шахты, состояние трубо- и газопроводов, а также важных узлов технологического процесса. Комплексом предусмотрено, автоматизированная передача на проектор дополнительной реальности текстовой и/или видеоинформации для горнорабочего о плане ликвидации аварий, инструкции по ремонту оборудования, данных из библиотек ранее выполненных похожих задач/решений, план профилактических мероприятий, включая методы диагностики и т.п. В случае аварийной ситуации горнорабочему передаётся информация в виде четких инструкций, направленных на предотвращение аварийной ситуации и возможных неверных действий.

3. Устройство контроля состояния и определения линейных размеров, углов объектов и расчета сложных поверхностей в выработке состоит из видеорегистратора, имеющего собственную систему накопления видеоинформации, регулируемые сменные объективы, для обеспечения различного фокусного расстояния (угла захвата изображения или диагонального угла зрения), лазерного проектора, двухкоординатного динамического автоколлиматора, обеспечивающего симметричный рисунок с требуемой точностью, таймера периодического кратковременного включения-выключения в случаях, когда не следует отвлекать видимой проекцией работающий персонал, подсветки для съемки в безлюдных зонах. Устройство реализует способ регистрации при помощи проектора-дальномера-видеорегистратора и обеспечивает постоянный контроль состояния и определение линейных размеров, углов объектов и расчет сложных поверхностей в выработке на расстояниях от 2-3 до 20-30 метров и помогает в решении широкого круга задач, стоящих перед системой контроля производственного процесса на урановых шахтах.

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. Павел Молодчик. Очки дополненной реальности это очень просто / Павел Молодчик. Электронный ре-

сурс. Режим доступа к документу: http://ko.com.ua/ochki_dopolnennoj_realnosti_jeto_ochen_prosto_61240.

6. Исследование динамики деформаций образца балки при изгибе с использованием методик визуального внутрисквжинного контроля (ВВК) / В.Г. Перепелица, М.С. Зайцев, Р.А. Дякун, В.Н. Светличный // Геотехническая механика. – 2010. – Вып. 89. – С. 203-210.

УДК 614.89

Кандидати техн. наук С.І. Чеберячко,
Д.І. Радчук
(ДВНЗ «НГУ»)

ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕСПІРАТОРІВ

Проведены исследования по определению сопротивления дыханию отечественных и зарубежных образцов СИЗОД, оценена работа мышц системы дыхания человека. Проанализированы зависимости влияния основных показателей фильтрующих материалов на работоспособность трудящихся. Разработаны рекомендации по использованию респираторов.

ERGONOMICAL ASESSTMENT OF RESPIRATORS

Researches of breathing resistance determination for native and foreign samples of respiratory protective devices are carried out, evaluated the muscle system work at human breathing. Analyzed influence dependences of filtering material basic characteristics to workers efficiency. Developed recommendation of respirators using.

Вибір засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) часто проводиться тільки за показником захисної ефективності. Здебільшого не враховується вплив респіраторів на функціональний стан людини. Хоча на наш погляд саме ергономічні показники (опір диханню, маса ЗІЗОД, кількість CO₂ під маскою респіратора) є найбільш суттєвими так як вони впливають на працездатність людини. Наприклад, дуже часто спостерігається, коли гірники, через 40 – 50 хв. роботи зривають респіратори, тому що неможливо в них дихати. Виникає запитання пов'язане з визначенням кількості пилу, що вдихнули за зміну працюючі без респіратора.

Проведені дослідження з оцінки впливу наявності респіратора на працездатність людини показали, що з ростом опору дихання остання зменшується (рис. 1) [1]. Тому при виборі ЗІЗОД потрібно звертати увагу не тільки на ступінь захисту, а й на ергономічні показники респіратора і враховувати і важкість роботи і запиленість повітря, і дисперсний склад пилу. Останній значно впливає на захисну ефективність. Дослідження показують: зі збільшенням діаметру часток пилу значно збільшується і ефективність їх видалення (рис. 2) [2], що дозволяє використовувати фільтруючі матеріали з меншою поверхневою щільністю упакування волокон, а значить і опором диханню. Як бачимо найнижча ступінь уловлювання спостерігається для часток аерозолі розміром 0,2 – 0,3 мкм. Вони є найбільш проникаючими частинками, тому перевірка на якість респіраторів проводиться саме за ними. Таким чином, визначившись з діаметром часток, які переважають в повітрі робочої зони можна визначити ступінь захисту респіратора, який найкраще підійде при даній роботі за мінімального опору дихання.