

Опыт компании СУЭК по организации противоаварийной устойчивости шахт

Костеренко Виктор Николаевич – начальник управления противоаварийной устойчивости предприятий АО «СУЭК», к. ф.-м. н. Россия, 115054, г. Москва, ул. Дубининская, дом 53, строение 7, тел: (495) 795-25-38, доб. 34-61, E-mail: KosterenkoVN@suek.ru.

Тимченко Александр Николаевич – заместитель начальника управления противоаварийной устойчивости предприятий АО «СУЭК». Россия, 115054, г. Москва, ул. Дубининская, дом 53, строение 7, тел: (495) 795-25-38, доб. 38-79, E-mail: TimchenkoAN@suek.ru.

Палеев Дмитрий Юрьевич - начальник научно-исследовательского отдела «Национальный Горноспасательный Центр» МЧС России, д. т. н. Россия, 654028 г. Новокузнецк, Кемеровская область, ул. Горноспасательная, д. 5, тел: (961) 716-70-00, E-mail: PAL07@rambler.ru.

Лукашов Олег Юрьевич – старший научный сотрудник Института угля Федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, к.ф.-м.н. Россия, 650003, г. Кемерово, пр-т Ленинградский, д. 10, тел: (923) 519-47-48, E-mail: olukashov@gmail.com.

Угледобывающие шахты отнесены к опасным производственным объектам (ОПО). Проблема обеспечения безопасности людей в шахтах носит глобальный характер, так как аварии происходят практически во всех угледобывающих странах. Некоторые из них носят катастрофический характер, сопровождаются большими человеческими жертвами и огромным экономическим ущербом. Поэтому, для минимизации рисков возникновения аварий на поверхности и в горных выработках шахт выполняются специальные мероприятия.

Эксплуатация ОПО в условиях приемлемого риска является одной из приоритетной ценностью компании «СУЭК» (далее – СУЭК). Поэтому, в процессе освоения георесурсов для снижения и предотвращения рисков эксплуатации ОПО, с учётом принципов промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды, внедряются передовые технологии производств, современные техника и оборудование.

Противоаварийная устойчивость угледобывающего предприятия - это состояние предприятия, обеспечивающее защиту здоровья людей и сохранность материальных ценностей, при котором, с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития аварии, а также готовность предприятия к локализации и ликвидации **последствий** аварии.

Согласно требованиям промышленной безопасности организация, эксплуатирующая ОПО, в целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии, обязана:

- обучать работников действиям в случае аварии или инцидента;
- принимать меры по защите жизни и здоровья работников;
- планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий;
- заключать договора с профессиональными аварийно-спасательными службами (ПАСС);
- создавать вспомогательные горноспасательные команды (ВГК);
- создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий при аварии.

В рамках принятия мер по защите жизни и здоровья работников на шахтах, входящих в группу предприятий СУЭК, реализуется концепция самоспасения. Система самоспасения шахтёров представляет собой совокупность технических, организационных и технологических решений, предназначенных для обеспечения эвакуации горнорабочих при аварии в безопасное место и на поверхность. Построение системы самоспасения базируется на следующих основных принципах:

1. «Спасение утопающих - дело рук самих утопающих»:

- ✓ не «спасение», а «самоспасение»! Организация системы самоспасения должна быть направлена на формирование у рабочих необходимости достижения двух основных целей - предупреждение аварии и обеспечение готовности принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии;
- ✓ постоянное ношение самоспасателя при выполнении штатных работ гарантирует своевременную защиту органов дыхания и исключает возможность отравления газообразными продуктами горения в начальный период развития аварий.

2. «Полезного много не бывает - все средства хороши, чтобы спастись»:

- ✓ использование средств индивидуальной защиты органов дыхания является лишь частью системы самоспасения, которая должна быть организована с учётом всех возможных технических и технологических решений, направленных на выполнение мероприятий по организации спасения людей;
- ✓ при этом пункты переключения в самоспасатели для персонала не должны предусматривать использование их камер для отсидки. Применение их является дополнительной мерой для организации самоспасения.

3. «Тяжело в учение - легко в бою»:

✓ особое внимание должно уделяться практическим тренировкам и проработке правильного поведения в условиях развития аварийной ситуации с использованием компьютерных технологий, наглядной визуализации и консультациями психологов.

4. «Аварию легче предупредить - чем спастись»:

✓ формирование у рабочих необходимости соблюдать положения нормативных правовых актов, устанавливающих требования промышленной безопасности, а также правила ведения работ на опасном производственном объекте.

5. «Помоги товарищу - он поможет тебе»:

✓ формирование у рабочих сознания необходимости спастись не только самому, но и помочь другим.

6. «Предупреждён - значит, спасён»:

✓ организация оперативной передачи максимально возможной объективной информации об аварийной обстановке, особенно аэрологической.

7. «Думай - затем действуй»:

✓ создание не только системы наблюдения, оповещения и связи в случае аварии, но и системы поддержки действий, т. е. системы управления поведением человека в кризисных ситуациях, в том числе за счёт позиционирования рабочих в режиме реального времени и с учётом максимально возможной объективной информации об аварийной обстановке.

Все работники шахт СУЭК обеспечены постоянно закреплёнными за ними изолирующими самоспасателями с химически связанным кислородом типа: ШСС-1М, Горняк, Горняк-2, ШСС-Т, ШСС-ТМ. Потребность в самоспасателях приведена на рис. 1.

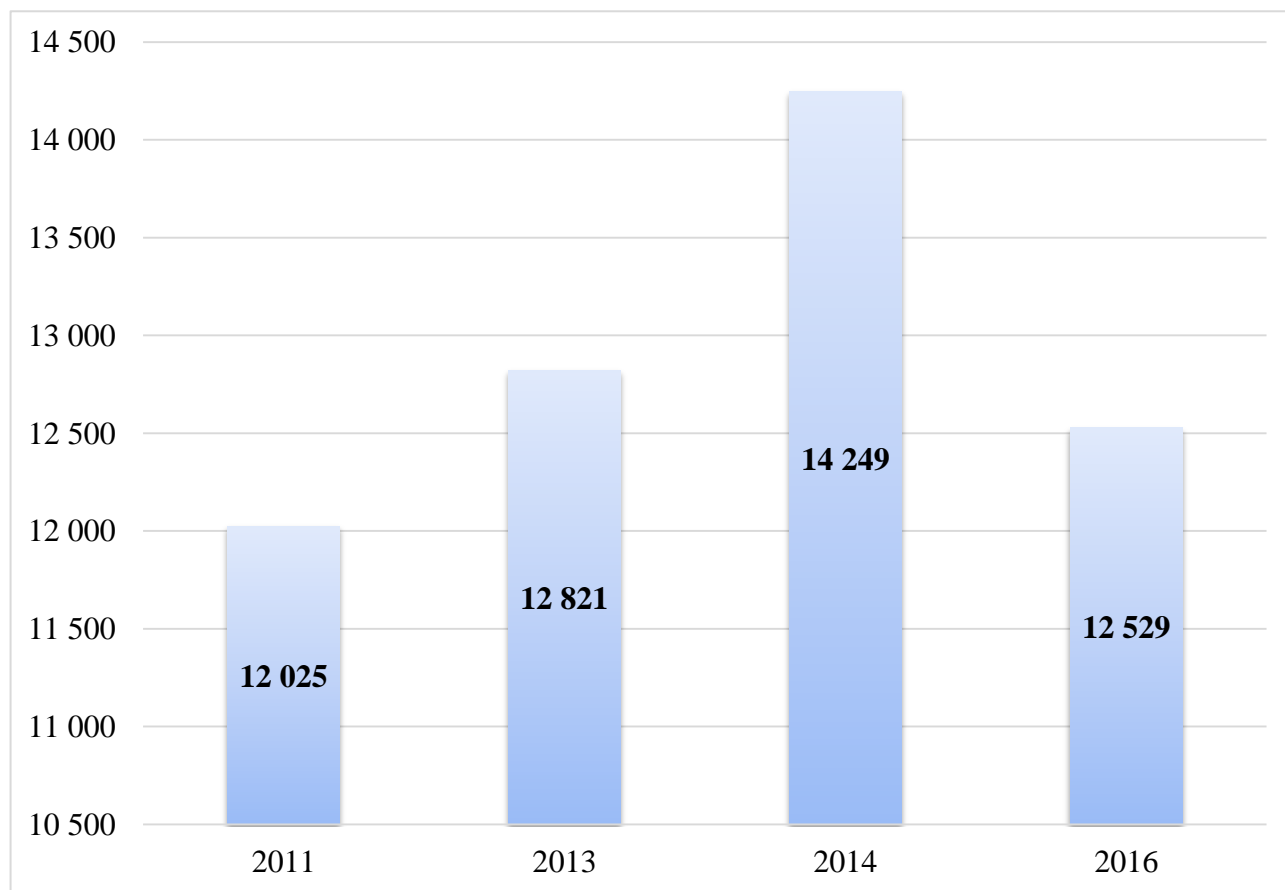


Рис. 1. Потребность в самоспасателях на шахтах СУЭК, шт.

В 2017 году все шахты, разрезы и обогатительные фабрики, входящие в группу предприятий СУЭК, имеют договоры на аварийно-спасательное обслуживание (далее – АСО). Договоры заключены со следующими профессиональными аварийно-спасательными формированиями: ФГУП «ВГСЧ» МЧС РФ, ЗАО «Промбезопасность», ООО «Профессиональная горноспасательная служба Восточной Сибири» и ООО «Пожарно-спасательный центр».

Сумма затрат на услуги ПАСС в 2017 году составила 623,9 млн. руб. в том числе ФГУП «ВГСЧ» МЧС РФ - 585,5 млн. руб. или около 94% от общей суммы. На рис. 2 приведена динамика изменения затрат на услуги ПАСС за период 2006÷2017 годы.

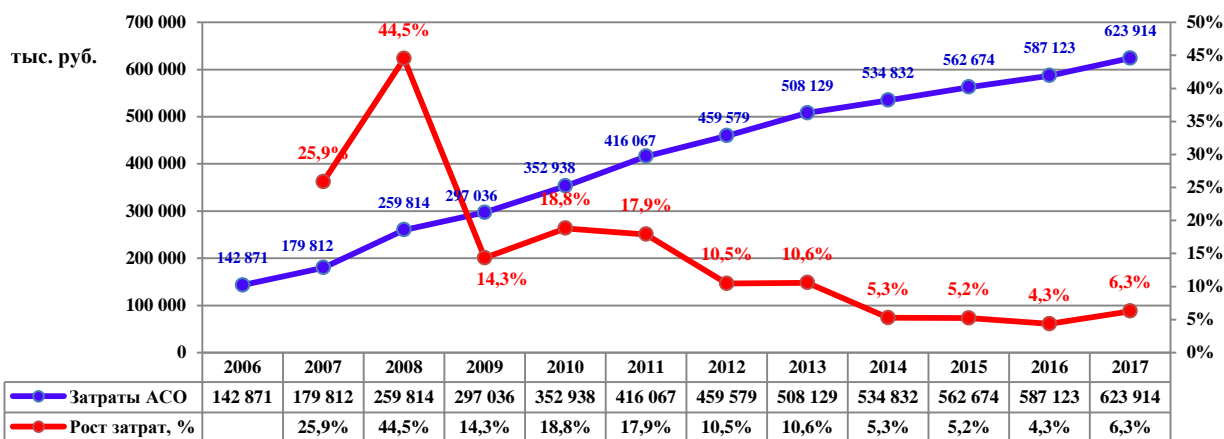


Рис. 2. Динамика изменения затрат ОПО СУЭК на услуги ПАСС за период 2006÷2017 годы.

На всех шахтах (12) и разрезах (17) СУЭК, созданы вспомогательные горноспасательные команды. Общая численность аттестованных членов ВГК в 2016 году составляла 1 372 чел. (рис. 3). При этом общие затраты на ВГК за период 2014÷2016 составили 252 508 тыс. руб. (рис. 4).

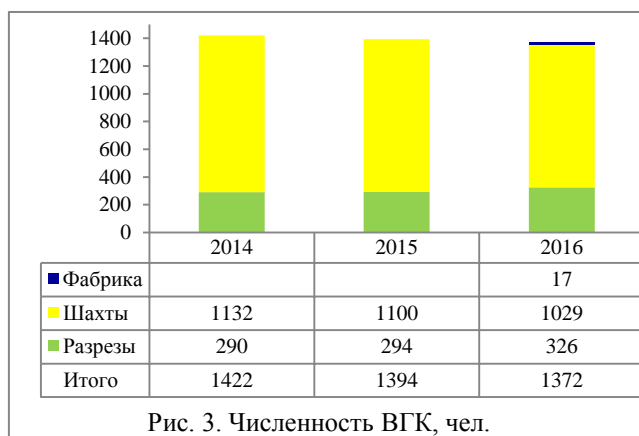


Рис. 3. Численность ВГК, чел.

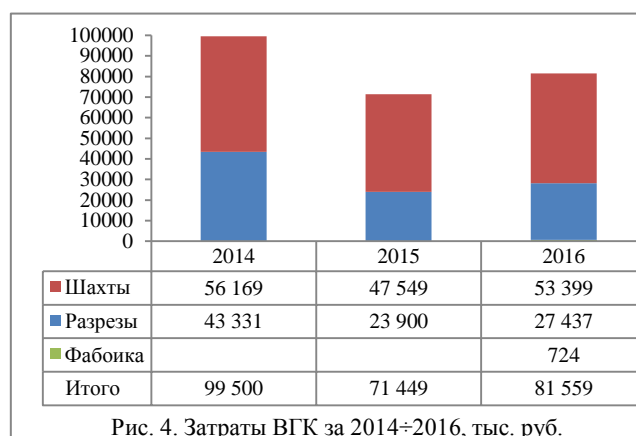


Рис. 4. Затраты ВГК за 2014÷2016, тыс. руб.

На рисунках 5, 6 и 7 приведён анализ затрат ВГК по статьям бухгалтерского учёта, а на рис. 8 приведено распределение респираторов по типам (шт.). Общее количество респираторов, состоящих на боевом расчёте, составляет 745 штук.

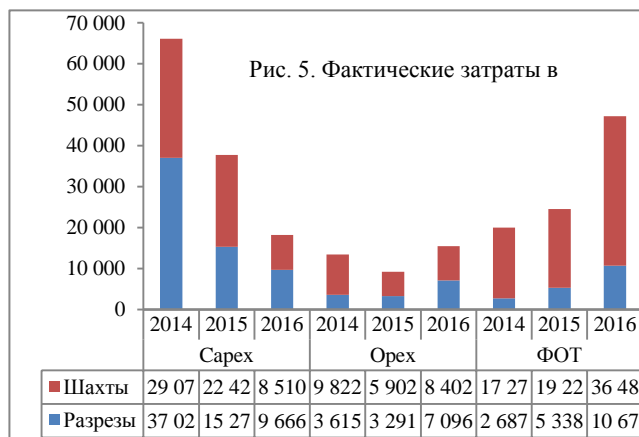


Рис. 5. Фактические затраты в



Рис. 6. Удельные затраты, тыс. рубл. на 1 чел/год

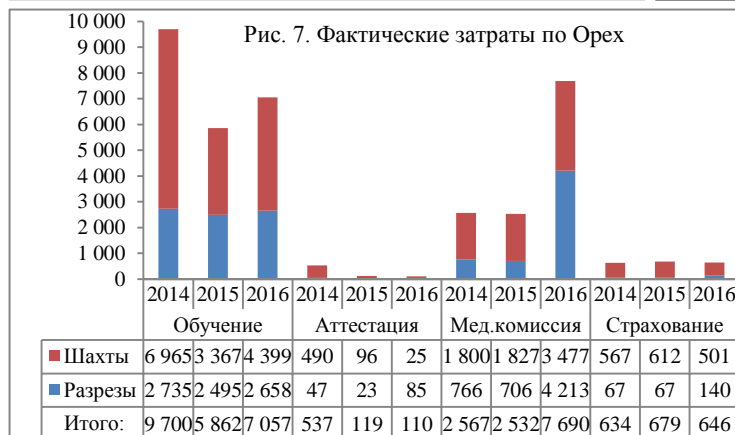
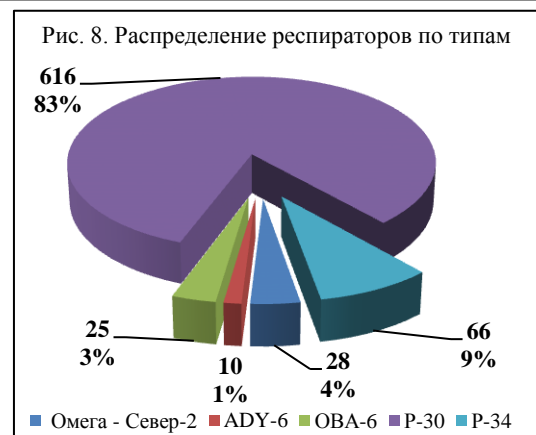


Рис. 7. Фактические затраты по Орех



Главными задачами ВГК являются:

- ✓ спасение людей, застигнутых аварией на опасных производственных объектах, оказание первой помощи пострадавшим и их эвакуация с аварийного участка;
- ✓ ликвидация (локализация) последствий аварий (чрезвычайных ситуаций).

В Компании разработано «Положение о вспомогательных горноспасательных командах на предприятиях по добыче и переработке угля», в котором применён единый подход к обеспечению поддержания должного уровня боеготовности ВГК на предприятиях с учётом требования действующих нормативных документов и финансового обеспечения деятельности ВГК, в том числе оплаты исполнения членами ВГК своих обязанностей и предоставление им социальных гарантий.

С 2014 года проводятся регулярные соревнования ВГК, целью которых является: совершенствование профессионального мастерства при проведении аварийно-спасательных и горноспасательных работ в случае возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; повышение физической подготовки членов ВГК; пропаганда статуса горноспасателя среди работников предприятий; обмен опытом и передовыми навыками.

Организация и подготовка соревнований ВГК в 2017 году осуществлялись с учётом внедряемых на шахтах АО «СУЭК» современных информационно-коммуникационных технологий, информационно-телекоммуникационных сетей и опыта участия команды АО «СУЭК-Кузбасс» в 10^х «Международных соревнованиях горноспасательных команд» (IMRC-2016, г. Садбери, Канада) в условиях, максимально имитирующих реальную аварийную ситуацию.

Соревнования проводились в течение трёх дней по этапам конкурсных заданий: «Теория и практика горноспасательных работ»; «Соревнования техников ВГК»; «Тушение пожара», «Разведка»; «Здоровье».

На территории Центра подготовки и развития персонала АО «СУЭК-Кузбасс» была оборудована учебная выработка для выполнения в подземных условиях комплексной задачи «Тушение пожара» в тупиковой горной выработке. При этом производилось тушение реального очага пожара в условиях высокой задымлённости и повышенной температуры воздуха, а действия отделений ВГК при движении и выполнении задачи фиксировались видеосъёмками.



Рис. 9. Отделения ВГК выполняют комплексную задачу «Тушение пожара» в тупиковой горной выработке.

В горных выработках действующей шахты «Комсомолец» АО «СУЭК-Кузбасс» было организовано проведение этапа соревнования «Разведка» в условиях, имитирующих максимальную задымлённость. Для выполнения комплексной задачи «Разведка» в подземных условиях развернули систему безопасности, «Granch SBGPS» (далее- Система), серийно выпускаемую НПФ «Гранч» с обеспечением возможности связи с отделением ВГК и визуального сопровождения видеосъёмками, в том числе работающих в инфракрасном диапазоне.

Подземная инфраструктура Системы охватывала участок горных выработок протяжённостью 940 м. На участке был развернут канал связи, на основе подземной инфраструктуры (стационарные и мобильные базовые станции SBGPS Master) с применением индивидуальных устройств оповещения SBGPS Light и мобильных устройств переговоров SBGPS Mphone, с достаточной пропускной способностью для выполнения задач этапа «Разведка».

Соревнующимся командам при выполнении этапа «Разведка» необходимо было проследовать по маршруту, указанному на рис. 10. В районе электровозного депо была симитирована зона задымления, при входе в которую участникам соревнований требовалось сделать «Включение в респираторы». Затем – осуществить поиск пострадавшего, оказать ему первую помощь и доставить на поверхность.

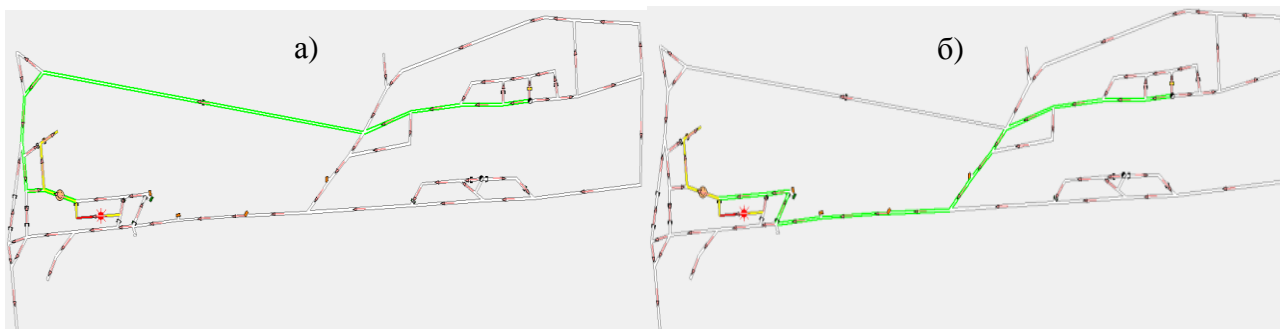


Рис. 10. Маршрут движение команды: а) на разведку и поиск пострадавшего; б) при транспортировке пострадавшего.

При следовании по маршруту командиры отделений сообщали на командный пункт о своих действиях и месте нахождения команды, о газовой обстановке и состоянии пострадавшего, используя SBGPS Mphone (телефонная связь). Доклады командиров отделений по SBGPS Mphone на командный пункт транслировались посредством автоматически подключаемой конференц-связи.



Рис. 11. Отделение выполняет беглую проверку респираторов. Отображение видекамеры: а) видимый и б) инфракрасный диапазоны спектра.

Вся видео и аудио информация перемещения и действий отделений ВГК на всех этапах соревнований в режиме реального времени передавалась на командный пункт и зал, где находились судьи, команды и зрители.

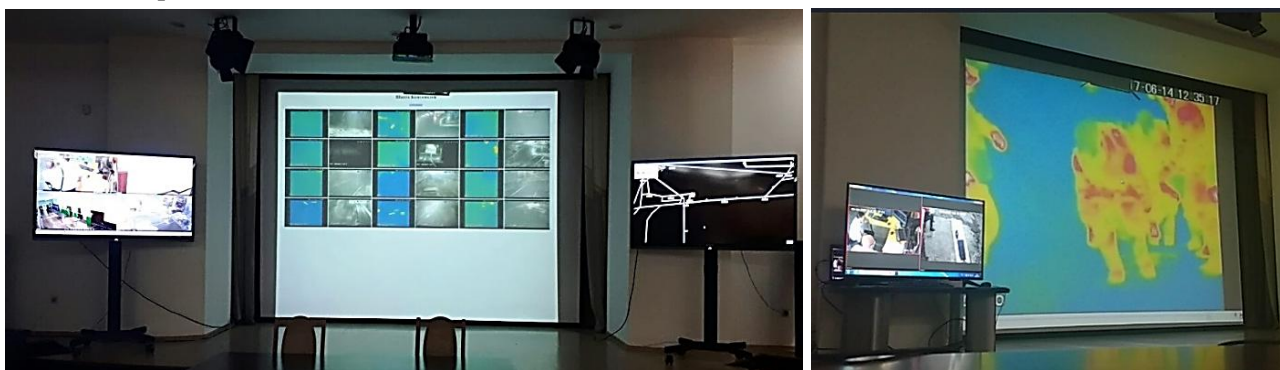


Рис. 12. Пример отображения действий отделений ВГК на экранах, установленных в зале шахты «Комсомолец».

Достигнутый результат

Развёрнутая в шахте система «SBGPS» позволяла осуществлять:

- наблюдение за перемещением всех бойцов ВГК, оснащенных устройствами оповещения SBGPS Light, в выработках шахты;
- подачу голосовых вызовов из шахты диспетчеру с применением устройства переговорного SBGPS Mphone;
- наблюдение за данными измерений датчиков метана (встроены в SBGPS Light) в зоне нахождения каждого горноспасателя;
- подачу горноспасателям, оснащённым SBGPS Light, с командного пункта индивидуального и группового оповещения с подтверждением получения и осознания команды;

- применение тепловизора, встроенного в SBGPS Mphone, для ориентации в дыму и определения температуры объектов;
- ведение фото- и видеосъемки тепловизионной камерой и камерой в видимом диапазоне спектра, встроенными в SBGPS Mphone;
- передачу автоматически на сервер/командный пункт фотографий, полученных с применением SBGPS Mphone.



Рис. 13. Беглая проверка и включение в респиратор Р-30.

На этапах оказания первой помощи пострадавшим впервые были применены современные манекен-тренажеры «Оживлённая Анна» и дефибрилляторы с визуализацией результатов и объективной оценки выполняемых упражнений в режиме реального времени.



Рис. 14. Оказание первой помощи пострадавшему.

Для оценки теоретической подготовки участников соревнований использовалась обучающе-контролирующая компьютерная система «ОЛИМПОКС-ПРЕДПРИЯТИЕ», что позволило полностью исключить факторы субъективности судейства.

Было организовано проведение нового этапа соревнований – конкурс техников ВГК.

На промплощадке разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» впервые был создан учебно-тренировочный полигон с макетом автомобиля «БелАЗ» для выполнения задач этапа «Тушение очага пожара» с использованием водно-пенного раствора.



Рис. 15. Выполнение задач этапа «Тушение очага пожара».

В рамках конкурсного задания «Здоровье» выполнялись следующие этапы: бег на 1000 м, упражнения с гирями, перетягивание каната. Бег на 1000 м является обязательным нормативом по физической подготовке для спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя.



Рис. 16. Конкурсное задание «Здоровье»: перетягивание каната и бег на 1000 м.

По итогам финальных соревнований победителями стали в номинациях:

- «Лучшая команда ВГК» на открытых горных работах - команда АО «Разрез Берёзовский»;
- «Лучшая команда ВГК» на подземных горных работах – команда шахты «Им. А. Д. Рубана» АО «СУЭК-Кузбасс»;
- «Лучший командир отделения ВГК» на открытых горных работах – Падчик Д. И., команда АО «Разрез Берёзовский»;
- «Лучший командир отделения ВГК» на подземных горных работах - Потапенко В. Ю., команда шахты «Им. А. Д. Рубана» АО «СУЭК-Кузбасс»;
- «Лучший боец ВГК» на открытых горных работах – Редин А. Ю., команда АО «СУЭК-Кузбасс» Разрезуправление;
- «Лучший боец ВГК» на подземных горных работах - Карпов А. С., команда шахты «Северная» АО «Ургалуголь»;
- «Лучший техник ВГК» на открытых горных работах – Добычин С. Д., команда АО «Ургалуголь»;
- «Лучший техник ВГК» на подземных горных работах - Трубицин Д. В., команда шахты «Им. 7 Ноября» АО «СУЭК - Кузбасс».

Лучшие команды ВГК шахты «Им. А. Д. Рубана» АО «СУЭК-Кузбасс» и АО «Разрез Берёзовский» завоевали почётные переходящее «Знамя Победы» и право участвовать в 11-х «Международных соревнованиях горноспасательных команд» (IMRC-2018).



Рис. 17. Команды победители и призёры в соревнованиях ВГК на открытых и подземных горных работах.

На шахтах, входящих в группу предприятий СУЭК, законодательные требования планирования и осуществления мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий реализуются на основе принципа создания «интеллектуальной среды»¹. В рамках «интеллектуальной среды», с использованием компьютерных технологий разрабатываются планы ликвидации аварии (ПЛА) и созданы системы связи, наблюдения, оповещения и поиска людей при аварии.

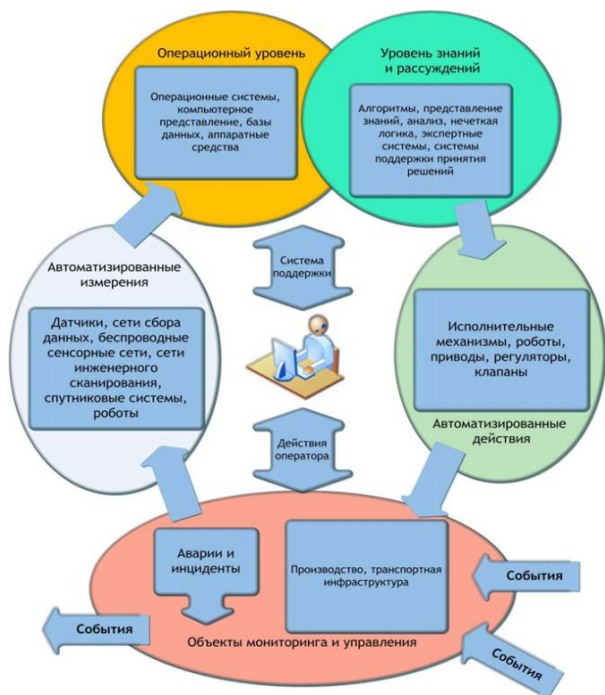


Рис. 18. Структура интеллектуальной среды.

система Granch SBGPS, являющаяся основой информационной многофункциональной системы безопасности «Умная шахта» производства ООО НПФ «Гранч» (г. Новосибирск). Уникальная подземная инфраструктура Granch SBGPS, обеспечивает передачу информации любого вида и нужным качеством при технологических процессах и в аварийных ситуациях.

Для решения задач ПЛА система Granch SBGPS интегрирована с программным обеспечением «Вентиляция», входящем в программный комплекс «Противоаварийная защита» (разработчик ООО «Шахтэксперт-Системы», г. Кемерово).

Организация обмена информацией между Granch SBGPS и «Вентиляция» позволяет в аварийной ситуации оперативно:

- наблюдать в режиме реального времени передвижение людей и анимацию распространения дыма на технологической схеме;
- сопоставлять результаты динамического моделирования с реальными данными, т. е. сопоставлять моделируемые зоны задымления с реальными местоположениями персонала;
- прогнозировать развития ситуации в аварийный и пост аварийный периоды, исходя из текущей обстановки. Например, можно оперативно скорректировать маршруты выхода горнорабочих, зная их фактическое местоположение;
- управлять одновременно движением людей, находящихся в разных горных выработках.

В систему Granch SBGPS входят подсистемы, позволяющие в режиме реального времени организовать:

- оповещение и определение местонахождения персонала (позиционирование с точностью ± 20 м), поиск людей, застигнутых аварией;
- сканирующий газовый контроль рабочего места каждого шахтёра;
- связь и передачи аудио-видео данных.

В системе Granch SBGPS использованы технологии беспроводной передачи данных на основе стандартных протоколов Wi-Fi (протокол IEEE 802.11 b/g). Такой подход делает систему легко интегрируемой с любым стандартным оборудованием. Именно эта особенность системы позволяет использовать её инфраструктуру для решения широкого круга задач, кроме непосредственно входящих в её функционал.

Искусственная «интеллектуальная среда» состоит из распределённой системы восприятия и централизованной исполнительной системы, которые позволяют в аварийной ситуации оперативно принимать комплексные решения в соответствии с ПЛА, минимизируя таким образом негативные психологические влияния «человеческого фактора» при аварии. На рис. 18 приведена структура «интеллектуальной среды».

Ключевую роль при создании «интеллектуальных сред» играют средства проведения автоматизированных измерений и оценок, относящиеся к классу SCADA-систем и программные комплексы для решения задач ПЛА.

Информационная «интеллектуальная среда», объединяющая информационные потоки систем контроля безопасности ведения горных работ, контроля и управления технологическими и производственными процессами в нормальных условиях способствует эффективной реализации ПЛА.

В рамках реализации принципа «интеллектуальной среде» на 5 шахтах СУЭК внедрена си-

¹ Термин «интеллектуальная среда» (дословно: «окружающий интеллект» – Ambient Intelligence) служит для обозначения искусственных сред, чувствительных к присутствию людей и реагирующих на это присутствие.

ПО «Вентиляция» позволяет на стадии разработки позиций ПЛА и во время ликвидации последствий аварии эффективно и оперативно:

- выполнять расчёты распределения воздуха и вентиляционных давлений по сети горных выработок с учётом действия тепловой депрессии пожара;
- определить зоны поражения газообразными продуктами горения в горных выработках;
- оценить динамику задымления и удаления дыма из выработок при выполнении вентиляционных манёвров;
- рассчитывать и оптимизировать, с учётом нормируемых скоростей движения людей, маршруты движения как одного человека, так и сразу целых групп людей, находящихся в горных выработках, входящих в различные позиции ПЛА;
- рассчитывать и оптимизировать маршруты движения отделений горноспасателей;
- выявить потенциально опасные ситуации для выходящих с аварийного участка людей. Таких как повторное задымление горных выработок, например, при реверсировании вентиляционной струи. Оказавшиеся в такой ситуации люди могут пострадать в результате нехватки ресурса самоспасателей из-за не правильного выбора пути эвакуации.
- создавать сценарий остановки и реверса вентиляторов главного проветривания (ВГП) и вспомогательных вентиляторов;
- визуализировать на технологической схеме распространение дыма и движение людей по горным выработкам шахты, имитируя режим реального времени.

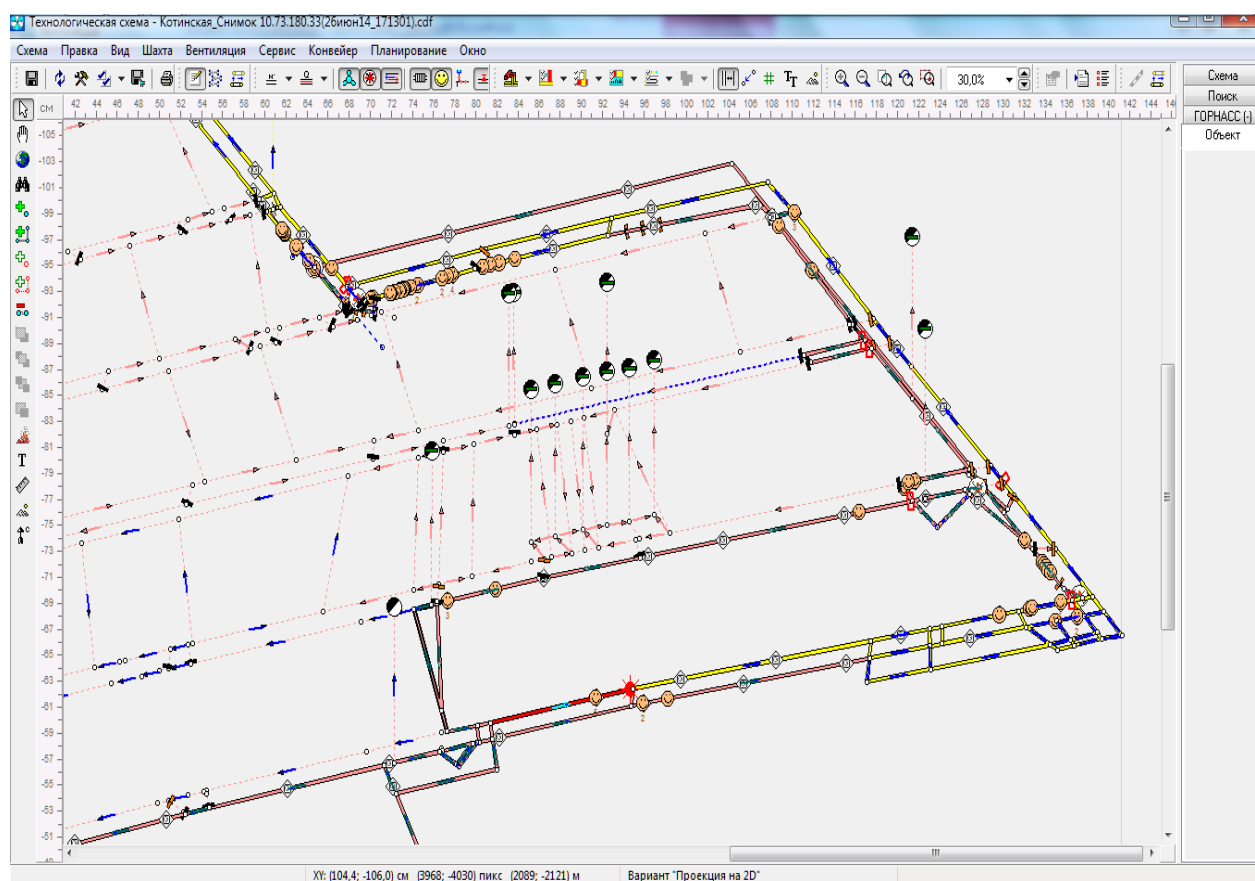


Рис. 19. Пример моделирования зон поражения при пожаре и позиционирования людей в шахте.

Использование возможности технологии Wi-Fi передавать информацию в режиме реального времени, способствует:

- повышению уровня безопасности условий труда за счёт организации индивидуального наблюдения, оповещения и поиска людей при аварии, а также оперативного управления персоналом в кризисных ситуациях;
- снижению уровня нарушения производственной дисциплины и охраны труда за счёт организации контроля перемещения каждого человека в шахте и оперативного табельного учёта;
- выполнению производственных программ и снижению социальных выплат пострадавшим за счёт повышения уровня производственной дисциплины и соблюдения норм охраны труда;
- повышению качества принятия управляющих решений за счёт передачи оперативной информации на рабочие места руководителей разного уровня.