

Надійшла (received) 12.12.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Калина Вікторія Сергіївна, здобувач, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», здобувач кафедри «технологія жирів та продуктів бродіння»; вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002; e-mail: viktoriya-kalina@mail.ru.

Калина Вікторія Сергеевна – соискатель, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», соискатель кафедры «технология жиров и продуктов брожения»; ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002; e-mail: viktoriya-kalina@mail.ru.

Kalyna Viktoriia – postgraduate student, National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”, Department of Technology of fats and fermentation products; 21 Frunze str., Kharkov, Ukraine, 61002; tel.:

Куниця Катерина Вікторівна – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», науковий співробітник кафедри «технологія жирів та продуктів бродіння»; вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002; тел.: (057) 707-64-95; E-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru

Куниця Катерина Викторовна – кандидат технических наук, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», научный сотрудник кафедры «технология жиров и продуктов брожения»; ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002; тел.: (057) 707-64-95; E-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru

Ekaterina Kunitsa – PhD, National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”, scientific researcher «Department of Technology of fats and fermentation products»; 21 Frunze str., Kharkov, Ukraine, 61002; tel.: (057) 707-64-95; E-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru

Гладкий Федір Федорович – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач кафедри «технологія жирів та продуктів бродіння»; вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002; тел.: (057) 707-64-95; E-mail: gladky2009@gmail.com

Гладкий Федор Федорович – доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», заведующий кафедры «технология жиров и продуктов брожения»; ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002; тел.: (057) 707-64-95; E-mail: gladky2009@gmail.com

Gladkiy Fedor – doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”, Head of Technology of fats and fermentation products, Department of Technology of fats and fermentation products; 21 Frunze str., Kharkov, Ukraine, 61002; tel.: (057) 707-64-95; E-mail: gladky2009@gmail.com

Луценко Марина Василівна – кандидат технічних наук, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри «технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції»; вул. Ворошилова, 25, м. Дніпропетровськ, Україна, 49000; E-mail: mariwka_11@mail.ru

Луценко Марина Васильевна – кандидат технических наук, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, доцент кафедры «технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; ул. Ворошилова, 25, м. Днепропетровск, Украина, 49000;

Lytsenko Maryna – PhD, Dnepropetrovsk state agrarian and economic university, Department of Technology of storage and processing of agricultural products; 25 Voroshilova str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49000; tel.: (067) 567-79-19; E-mail: mariwka_11@mail.ru

Литвиненко Олена Анатоліївна – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший науковий співробітник кафедри «технологія жирів та продуктів бродіння»; вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002; тел.: (057) 707-64-95; e-mail: elalitvinenko@yandex.ua

Литвиненко Елена Анатольевна – кандидат технических наук, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», старший научный сотрудник кафедры «технология жиров и продуктов брожения»; ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002;

Elena Litvinenko – PhD, National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”, Department of Technology of fats and fermentation products; 21 Frunze str., Kharkov, Ukraine, 61002

УДК 621.3:622:519.24

Б. Б. КОБЫЛЯНСКИЙ, А. Г. МНУХИН**СТРАТЕГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

В статье рассмотрена стратегия обеспечения безопасности угольной промышленности которая базируется исходно на системе представления научной информации для отрасли, включающей в себя учет последствий аварий с оценкой стоимостей человеческих жизней. В рамках проведенных исследований показано, что представление ячейки макросистемы, т.е. непосредственно шахты в виде эргатического объекта, дает возможность оптимизации параметров безопасности угольных шахт с учетом конкретных характеристик применяемого в ней оборудования, причем все упомянутые элементы расчетов или управления должны строиться исключительно на компьютерной основе.

Ключевые слова: макросистема, угольные шахты, эргатический объект, оптимизация, безопасность, эффективность работы, управления угольной шахтой

© Б. Б. Кобылянский, А. Г. Мнухин . 2015

Введение. Известно, что на начальных этапах своего развития, даже самые перспективные отрасли промышленности не оказывают сколь-нибудь серьезного влияния на формирование общества, т.к. первоначально возникающие почти стихийно промышленные объекты и получаемые с их помощью результаты носят в целом скорее случайный, непланный характер. И постепенно вся территория страны, или её значительная часть уже могут рассматриваться то ли, как регион добычи, то ли, как регионы переработки исходного сырья, создания новой техники или технологии, а то и поставки рабочей силы. При развертывании угольной промышленности, но ещё, наверное, больше при закрытии действующих шахт, динамика изменения экологии среды в зависимости от явлений, возникающих при закрытии глубоких, достаточно сильно обводненных угольных шахт, в том числе опасных по газу, вполне может быть определена следующим рядом негативных гидрологических и геомеханических явлений: подтоплением значительных территорий, включающих жилые усадьбы, полевые угодья и ряд других жилищно-бытовых объектов с последующим разрушением зданий, сооружений, коммуникаций по причине капиллярного поднятия воды на поверхность после массового обрушения горных пород. Столь опасное негативное явление может быть в значительной степени парировано путем откачки вод и строительства специальных дренажных систем; загрязнением вод и водозаборов, в том числе и питьевых вод; минерализацией воды в реках, приводящей к увеличению соленасыщения в 2÷4 раза с одновременным загрязнением подземных вод и существующих водозаборов; влиянием химических и коксохимических производств на загрязнение вод, поступающих в шахты и последующее затопление поверхности; уничтожение степных пастбищ и сенокосов с одновременной сильной эрозией почвы и изменением устойчивости фито- и зооценозов.

Цель работы. Попытки оценки безопасных свойств, если не в целом шахты, а хотя бы некоторых её элементов, делались и ранее, в частности применительно к системам подземного электроснабжения [1, 2], методом планирования режима обслуживания горно-шахтного оборудования [3], а также состояния горного массива, т.е. непосредственно окружающей среды [4].

Именно эти работы и послужили основой нового научного направления, которое позволило, в конечном счете, установить численное взаимоотношение между составляющими частями угольной шахты, опасной по газу или пыли, как эргатического объекта типа «человек – машина – среда». Работы эти, как вытекает из анализа прилагаемых копий источников были начаты еще в 90-х годах в МакНИИ.

Первоначально при исследовании сложных систем, в том числе и угольных шахт, безопасную работу в определенном момент отождествляли с надежностью. Однако впоследствии была выявлена неправомерность такого отождествления. Если в теории надежности внимание в основном уделяется технике, что главным объектом безопасности системы, в том числе угольной шахты, является человек.

Методика эксперимента. Такие методы, имеющие многолетнюю апробацию за рубежом, уже много лет используются также и в МакНИИ для решения прикладных задач электротехники, электрогидравлики, теплотехники, социологии, медицины и ряда других отраслей науки с непременным доведением решаемых научных и инженерных задач до практической реализации. Именно отсутствие необходимости детально знать физику рассматриваемого процесса, сделало возможным практическую реализацию этих новых научных направлений с одновременной публикацией нами свыше 70 теоретических и прикладных научных работ [5]. Для практической реализации подобных систем, с одновременным переходом на новую элементную базу, необходим мощный программно-аппаратный комплекс и мобильная исследовательская группа, осуществляющая оперативный сбор необходимой информации по изучаемому региону. Такая задача в целом может быть решена силами лаборатории экологической направленности, усиленной 1-2 программистами-математиками, общим количеством 10 человек, оснащенной транспортом, средствами связи и техникой сбора и первичной обработки исходных данных. В данное научное подразделение целесообразно ввести подгруппу, занимающуюся одновременным прогнозированием социальных и экономических явлений, характеризующих основные отрасли промышленности, с учетом взаимосвязей между ними, и обеспечивающей регулярную выдачу исходных данных для корректного принятия управленческих решений руководством конкретного региона. Для угольной промышленности, особенно на период её реструктуризации могут быть приняты различные факторы [6-8].

Полный срок развертывания всей системы сбора, учета и обработки данных составит 12 месяцев, с выдачей первых результатов уже через 6÷8 месяцев. Анализируя перспективы внедрения в угольной промышленности экологически чистых технологий, нельзя не отметить новое научное и практическое направление – электрогидравлику (электровзрыв), практическая реализация которого позволяет осуществлять эффективную очистку шахтных ствовых труб, безопасное воздействие на угольный пласт [9], а также производить очистку вод различного происхождения, вплоть до питьевой кондиции [10].

Обращая внимание на негативное влияние на окружающую среду процесса угледобычи, нельзя оставить без оценки как бы несколько обособленную экологическую проблему - проблему ликвидации породных отвалов путем полной переработки. Наличие в Донбассе более 1000 породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик, являющихся бросовыми источниками ценного минерального сырья для получения ряда цветных металлов и редкоземельных элементов, обуславливает актуальность их комплексной переработки. В настоящее время имеются реальные предпосылки для решения этой задачи на базе современных технологий. Предлагаемое к реализации направление переработки отвалов угольных шахт предусматривает выпуск ряда материалов и сырья.

Обсуждение результатов. При организации работы подземных предприятий мы упираемся в про-

блему оптимизации параметров угольных шахт для обеспечения их безопасной работы. Ряд крупных аварий с тяжелыми последствиями, случившихся на шахтах Украины, заставляет вновь возвратиться к их анализу, используя различные методы и подходы. Термины «анализ риска» и «оценка риска» пока малоизвестны отечественным специалистам, хотя именно на них и базируются критерии надежности и требования безопасности к сложным эргатическим системам [11].

Рассмотрим, что объединяет все крупные за последние годы аварии, представляя саму шахту, или её элемент, например систему электроснабжения (рис. 1), как сложную эргатическую систему типа «человек-машина-среда». Установлено, что подавляющее большинство аварий связано с газом, иногда отравлением, но чаще всего взрывом газа или взрывом пылевоздушной смеси (например, в шахте им. Баракова). Дальнейший анализ показывает, что процесс аварии достаточно крупного масштаба состоит по крайней мере из двух взаимодействующих объектов: «человек-машина» или «машина-среда», причем человеческий фактор в прямом или косвенном виде (через влияние многих факторов) присутствует практически во всех случаях. Поскольку вторым по значимости фактором является оборудование, то из изложенного следует, что имеются способы снижения аварийности на шахтах, в том числе опасных по газу или пыли, путем подготовки персонала и обеспечения безопасного состояния горношахтного оборудования.

Первоначально при исследовании сложных систем, в том числе и угольных шахт, безопасную работу в определенный момент отождествляли с надежностью.

Однако была выявлена неправомерность такого отождествления. Если в теории надежности внимание в основном уделяется технике, то главным объектом безопасности системы является человек. Так, в стандарте дано определение безопасности как состояние условий труда, при котором отсутствует производственная опасность. Основное понятие надежности – отказ, безопасности – авария, но отказ является только одним из источников аварий, и то не каждый, а лишь аварийный.

Надежность электрооборудования (рис. 2) во время эксплуатации обеспечивается за счет качества его изготовления и технического обслуживания (настройки, ремонта и замены элементов), а безопасность – за счет своевременной локализации (ликвидации) аварийных ситуаций. Рост надежности ведет к повышению безопасности, но это относится лишь к тому оборудованию, которое может быть источником аварийной ситуации. Так, с одной стороны, отказ электроосвещения в камере подстанции при наличии индивидуальных светильников у персонала не может создать опасности для людей, а значит, быть источником аварийной ситуации. С другой стороны, отклонение среды от оптимальной при изменении горногеологических условий (как в случае внезапного выброса) может вызвать аварийную ситуацию, даже если отказов в оборудовании не наблюдается. Таким образом, предпосылкой отказа выступает дефект, а предпосылкой аварии – отклонение от нормальной работы людей и рудничного оборудования или отклонения окружающей среды от нормального состояния.

Что же связывает надежность и безопасность? Наиболее вероятная причина аварии в угольной шахте – отказы оборудования, что обуславливает их ведущую роль в общем потоке причин аварий. В действительности, общий поток аварий отражает суперпозицию достаточно большого числа элементарных потоков: биологический и психологический отказы персонала с последующими ошибками, нарушение исправности оборудования, ухудшение условий окружающей среды. Отсутствие четкого представления о составе суммарного потока и основных характеристик его элементов часто приводило к ложному пониманию того, что общий поток появления аварий есть поток отказов оборудования шахты, то есть безопасности системы и надежность её элементов – это одно и то же.

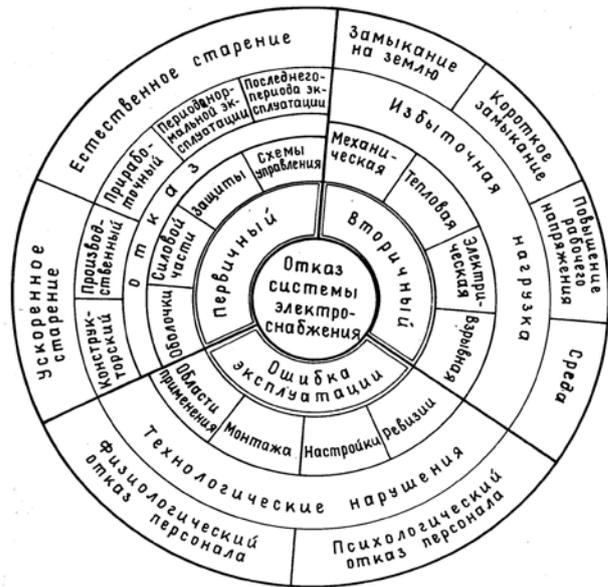


Рис. 1 – Характеристики отказов системы электроснабжения шахты

Если известно, что надежность шахты можно определить как свойство, заключающееся в её способности выполнять свои задачи в регламентированных условиях эксплуатации, то термин «безопасность» ещё требует уточнения. Под безопасностью шахты следует понимать способность безаварийно работать во внеаварийной ситуации при возможном воздействии следующих негативных факторов: ошибки при проектировании шахт и изготовлении комплектующего оборудования; несогласованности характеристик человека и техники в системе «обслуживающий персонал - машина- среда»; недостаточная надежность системы взрыво - и пожаробезопасности, защит и систем управления, систем, функционально связанных с шахтой; низкого качества отбора обслуживающего персонала; неэффективная подготовка и недостаточный контроль деятельности обслуживающего персонала; ошибки обслуживающего персонала; воздействия неблагоприятной окружающей среды (влажность, температура, выделение метана, поддувание почвы и др.); низкое качество планирования и обеспечения работы системы.

Указанное научное направление нашло свое отражение в открытии и должно быть реализовано в со-

ответствующем нормативном документе для нужд угольной промышленности.

Строя систему оценки техногенного риска на предприятиях повышенной опасности, в частности, на предприятиях угольной промышленности, необходимо для последующей оптимизации параметров угольных шахт с целью обеспечения их безопасной работы при одновременной оценке экономического ущерба, выражающегося как материальными затратами на восстановление оборудования и выработок, так и потерями определяющимися стоимостью непосредственно жизни человека.

В настоящее время существуют различные подходы к оценке стоимости жизни человека в денежном выражении, что обуславливается влиянием следующих факторов: политическая система общества, уровень экономического развития государства, совершенство законодательной системы государства, и, как следствие, социальная защищенность человека, методика оценки, возраст индивидуума, социальное положение, пол, наличие и состав семьи, профессия, условия труда, уровень квалификации, уровень заработной платы, причина и обстоятельство травмы (смерти).

Методы, используемые для определения стоимости жизни, по смысловому подходу можно обобщить по группам. Причем в ряде случаев методы разных групп взаимосвязаны и используются как составные части друг друга.

В настоящее время сформировались такие методы решения этой весьма непростой задачи определения «стоимости человеческой жизни»: метод аналогов на основе уже произведенных компенсационных выплат; страховой метод; биологический метод (по стоимости пересадки человеческих органов); оценивание с позиций теории «человеческого капитала» (потеря выгод семьи, общества из-за смерти кормильца, выбытия трудовых ресурсов); косвенное оценивание с учетом затрат на предотвращение гибели человека (по сравнению с суммой затрат и числом погибших); оценивание по инвестициям, направленным на снижение риска преждевременной смерти отдельного индивидуума; оценивание по готовности физических лиц платить за устранение риска смерти (социологические опросы) и др.

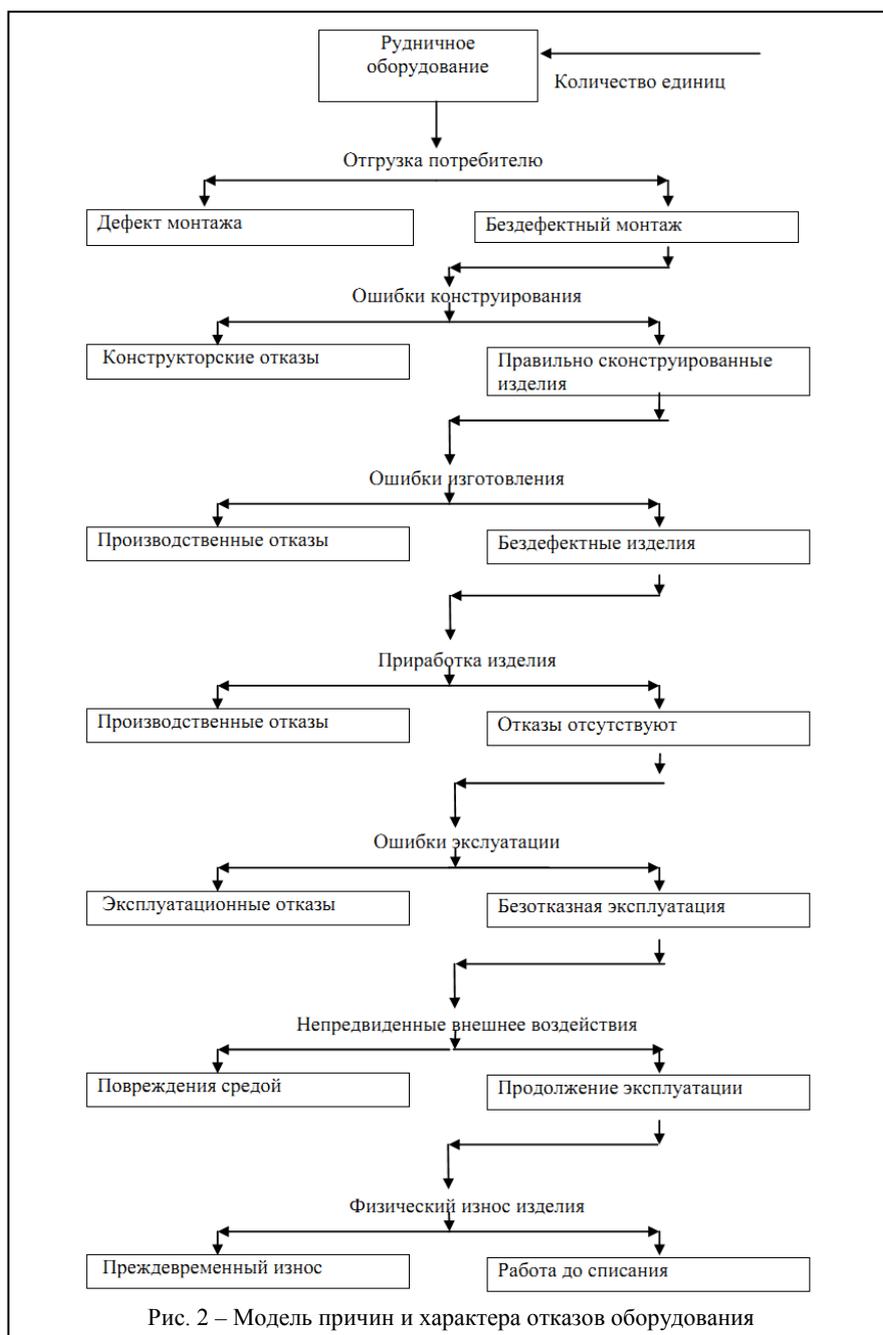


Рис. 2 – Модель причин и характера отказов оборудования

Здесь следует отметить, что подобные методы соответствующих оценок для угольной промышленности, тем более отечественной, были выполнены МакНИИ впервые [5, 12].

Анализируя составные части макросистемы угольной промышленности, мы в конечном счете не можем не коснуться прогностической системы управления шахтой. Современные мировые схематехнические направления по синтезу АСУТП ориентированы на создание распределенных систем управления технологическими процессами, особенно, расположенными на больших расстояниях друг от друга. Такие системы обеспечивают высокий уровень живучести средств управления технологическими процессами, что обусловлено работоспособностью модуля (подсистемы) за счет соответствующей композиции системы.

Учитывая дислокацию технологических процессов и ГШО шахты на поверхности и под землей на значительных расстояниях друг от друга, а также единство технологии на угледобывающем предприятии, представляется целесообразным сформулировать программу автоматизации отрасли в виде единой модульно-адаптивной прогностической компьютерной системы, которая увязывает все технологические особенности шахты в единую целевую систему, предназначенную для управления угледобычей.

Система управления угольной шахтой должна быть построена по модульному принципу создания локальных автономных подсистем контроля и управления технологическими процессами с возможностью объединения их в единую общешахтную сеть. Подсистемы имеют широкие функциональные возможности по управлению, представляют конструктивное единство с оборудованием, что предполагает более емкий спектр по выполнению функций управления, регулирования, контроля и защиты. Появляется возможность управления процессом через местный, участковый аппарат (например, добыча угля на участке, проходческий забой в целом, в т.ч. и для выбросоопасных условий, управление и контроль водоотливом, вентиляторными установками, процессом добычи метана с шахтного поля, контроль аэрогазовой обстановки в более критических местах и т. д.), который выдает команды управления при возникновении нештатной ситуации, передает результаты прогноза диспетчеру.

Схематические решения, которые будут положены в основу программы должны выполняться на основе электронных промышленных контроллеров, адаптированных к технологической среде шахты, а также с учетом последних достижений компьютерных и информационных технологий и сенсорной техники.

Технологический модуль управления должен обязательно содержать системосоздающий блок адаптации в систему, обеспечивающий обработку, выбор и отображение необходимой для работы системы информации, аудио и видео связь с диспетчерской службой, а также прогноз развития, возникающих в технологическом процессе нарушений за счет высокого уровня диагностирования [13].

Такой принцип построения системы делает ее гибкой, что позволяет формировать систему управления и противоаварийной защиты шахты в любом объеме, начиная с небольших локальных объектов и постепенно, наращивая ее до единой общешахтной системы. Это преимущество делает ее доступной для всех шахт с различными финансовыми возможностями, так как отдельные локальные подсистемы имеют

небольшую стоимость и не требуют больших единовременных затрат в десятки миллионов гривен. Целью создания системы является максимальная автоматизация технологических процессов при оптимальном сокращении численности работающих, разработка методологии построения автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления угледобывающим предприятием на основе создания многоуровневой иерархической системы распределенной информационно-вычислительной сети и построения экспертной системы - модульно-адаптивной прогностической системы управления угольной шахтой.

Обобщая изложенное выше, следует отметить, что на современном уровне развития науки и производства, угольную промышленность, как единую макросистему, можно представить следующим образом (рис. 3) [15].

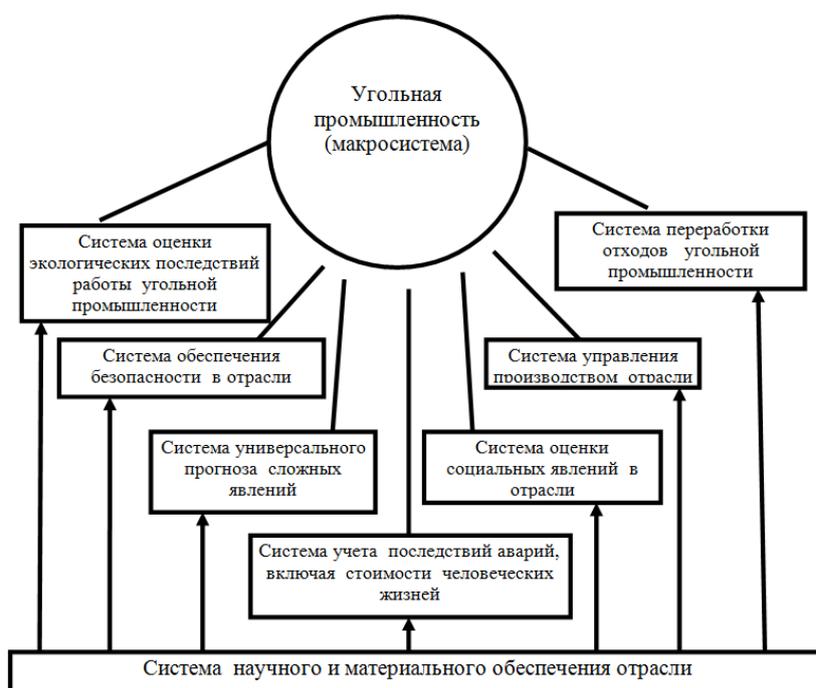


Рис. 3 – Угольная промышленность, как единая макросистема

Достаточно глубоко проработанные нашим институтом указанные выше направления, делают целесообразным перевод отрасли на системную основу, что, несомненно, улучшит в целом эффективность ее работы.

Выводы. Стратегия обеспечения безопасности угольной промышленности базируется исходно на системе представления научной информации для отрасли, включающей в себя учет последствий аварий с оценкой стоимостей человеческих жизней, систему управления производством отрасли, экологические факторы и системы универсального прогноза сложных многофункциональных явлений. Отдельными вопросами упомянутой выше стратегии являются система оценки социальных явлений, а также создание методов переработки отходов угольной промышленности и, в частности, породных отвалов.

В рамках проведенных исследований показано, что представление ячейки макросистемы, т.е. непосредственно шахты в виде эргатического объекта, дает возможность оптимизации параметров безопасности угольных шахт с учетом конкретных характеристик применяемого в ней оборудования, причем все упомянутые элементы расчетов или управления должны строиться исключительно на компьютерной основе.

Список литературы:1. *Mnyukhin, A. G.* Optimization of coal mine parameters to provide safe operation [Text] / *A. G. Mnyukhin, O. M. Bryukhanov* // Technology at the service of environment. – Vol. II. – pp. 91–106.2. *Мнухин, А. Г.* Методы оценки безопасности систем электрооборудования шахт как эргатического объекта «человек-машина-среда». Система «человек-машина-среда» в горном деле. Настоящее и будущее: тез докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов угольной промышленности. – М, 1990.3. *Мнухин, А. Г.* Оптимизация обслуживания шахт, исходя из их аварийности [Текст] / *А. Г. Мнухин, А. М. Брюханов, А. П. Вовченко* // Науковий вісник НІГАУ, 2002. – No1. – С. 83–86.4. *Зорин, А. Н.* Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых [Текст] / *А. Н. Зорин, Ю. М. Халимендик, В. Г. Колесников*. – М.: Недра, 2001. – 412 с.5. Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах [Текст]: монография [*Брюханов А. М., Бережинский В. И., Бусыгин К. К. и др.*]; под общей редакцией *А. М. Брюханова*. – Донецк: Донбасс, 2004. – Т. 2. – 632 с.6. *Афифи, А.* Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. Пер. с англ [Текст] / *Афифи А., Эйзен*. – М.: Мир, 1982. – 488 с.7. *Мостеллер, Ф.* Анализ данных и регрессия: в 2-х вып. Вып. 1 / Пер. с англ. Ю. Н. Благовещенского; Под ред. Ю. П. Адлера [Текст] / *Ф. Мостеллер, Дж. Тьюки*. – М.: Финансы и статистика, 1982 – 317 с.8. *Джонсон, Н.* Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы обработки данных [Текст]: пер. с англ. Под ред. Э.К. Лецкого / *Н. Джонсон, Ф. Лион*. – М.: Мир, 1980. – 610 с.9. *Мнухин, А. Г.* Применение электрогидравлического эффекта в горной и других отраслях промышленности. [Текст] / *А. Г. Мнухин* // 7-е заседание Международного бюро по горной теплофизике, Болгария – Бургас, 16-20 сентября, 1996. – С. 231–244.10. Пат. 35664 Украина, МПК⁶ С 02F 1/48. Устройство для очистки питьевых и сточных вод: *Мнухин А. Г., Мнухин В. А., Купин В. Н., Насонов С. В., Меркелов О. Н., Чередниченко В. В., Емельяненко В. И., Горошко И. П.*; заявитель и патентообладатель *Мнухин А. Г., Мнухин В. А., Купин В. Н., Насонов С. В., Меркелов О. Н., Чередниченко В. В., Емельяненко В. И., Горошко И. П.* – заяв. No 2000095440; опубл. 16.04.01. Бюл. No3.11. *Мнухин, А. Г.* Закономерная аналитическая связь между вероятностью аварий на промышленных объектах и их эргатичностью. [Текст] / *А. Г. Мнухин, А. М. Брюханов, В. В. Радченко, Л. Т. Хохлов* // Диплом No 26-S на открытие. Российская академия естественных наук.12. *Брюханов, А. М.* Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах

[Текст] / *А. М. Брюханов, В. И. Бережинский, К. К. Бусыгин и др.* // монография: под общей редакцией *А. М. Брюханова* – Донецк: Донбасс, 2004. – Т. 1. – 548 с.13. *Мнухин, А. Г.* Модульно-адаптивная прогностическая система управления угольной шахтой [Текст] / *А. Г. Мнухин*. – Донецк, Автоматгормаш, 2006.14. *Мнухин, А. Г.* Оптимизация параметров угольных шахт для обеспечения безопасной работы [Текст] / *А. Г. Мнухин, А. М. Брюханов, В. В. Радченко* // Уголь Украины. – 2004. – No5. – С. 31–37.15. *Конкрет, У.* Методы выборочного исследования [Текст] / *У. Конкрет*. – М.: Статистика, 1976. – 440 с.

Bibliography (transliterated):1. *Mnyukhin, A. G., Bryukhanov, O. M.* (2003). Optimization of coal mine parameters to provide safe operation. Technology at the service of environment, Vol. II, 91–106.2. *Mnyukhin, A. G.* (1990). Methods for assessing the security of electricity supply systems of mines as the object ergatic "human-machine environment". The system "man-machine-environment" in mining. Present and future: Abstracts. All-Union Scientific and Technical Conference of young scientists and specialists of the coal industry. Moscow.3. *Mnyukhin, A. G., Bogdanov, A. M., Voitenko, A. R.* (2002). Optimization serve mines, based on their accident rate. Scientific Bulletin of NAU, No1, 83–86.4. *Zorin A., Khalimendik, Y., Kolesnikov, V.* (2001). Fracture mechanics of the rock mass and its energy use in mining. Moscow: Nedra, 412.5. *Bryukhanov, A., Berezinskiy, V., Bulgakov, K. et al.* (2004). Investigation and prevention of accidents in coal mines. Monograph; edited by *Bryukhanov A.* Donetsk: Donbas, Vol. 2, 632.6. *Afifi, A. Eisen.* (1982). Statistical analysis: The approach of using a computer. Translation. Moscow: Mir, 488.7. *Mosteller, F., Tukey, J.* (1982). Data Analysis and Regression: in 2 vol. Vol. 1 / translation of the Annunciation Yu.; ed. *J. Adler*, Moscow: Finance and Statistics, 317.8. *Johnson, N., Lyon, F.* (1980). Statistics and experimental design in engineering and science: Methods of data processing / translation ed. *Letskiy E.*, Moscow: World, 610.9. *Mnyukhin A.* Application of electrohydraulic effect in the mining and other industries. 7th meeting of the International Bureau for mountain thermophysics, Bulgaria - Burgas, 16-20 September 1996. - P.231-244.10. Pat. 35664 Ukraine, IPC 6 C 02F 1/48. A device for cleaning drinking and waste water: *Mnyukhin A. Mnyukhin V. Kupin V. Nasonov S., Merkelov O., Cherednichenko V., Emelyanenko V., Goroshko I.*; applicant and patentee *Mnyukhin A. Mnyukhin V. Kupin V. Nasonov S., O. Merkelov, V. Cherednichenko, Emelyanenko V. Goroshko I.*, said. Number 2000095440; publ. 04.16.01. Bull. No. 3.11. *Mnyukhin, A. Bryukhanov, A., Radchenko, V., Khokhlov, L.* The regular analytical relationship between the probability of industrial accidents and their organics features. Diploma number 26-S at the opening. Russian Academy of Natural Sciences.12. *Bryukhanov, A., Berezinskiy, V., Bulgakov, K. et al.* (2004). Investigation and prevention of accidents in coal mines. Monograph; edited by *Bryukhanov A.* Donetsk: Donbas, T. 1, 548.13. *Mnyukhin, A.* (2006). Modular adaptive predictive control system of a coal mine. Donetsk, Avtomatgormash.14. *Mnyukhin, A. Bryukhanov, A., Radchenko, V.* (2004). Optimization parameters of coal mines to ensure safe operation. Coal of Ukraine, No 5, 31–37.15. *Cochran, W.* (1976). Methods of sampling. Moscow: Statistics, 440.

Поступила (received) 18.12.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Кобылянский Борис Борисович – Кандидат технических наук, Учебно-научный профессионально-педагогический институт Украинской инженерно-педагогической академии, доцент кафедры охраны труда и экологической безопасности; ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003;

Кобиланський Борис Борисович – Кандидат технічних наук, Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Української інженерно-педагогічної академії, доцент кафедри охорони праці та екологічної безпеки; вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна, 61003

Kobilyansky Boris Borisovich – PhD tehnnycheskyh Sciences, Teaching and Research Professional Pedagogical Institute Ukrainian engi-neering and Pedagogical Academy, assistant professor of occupational and environmental safety; st. Universytets'ka, 16, Khar'kov, Ukraine, 61003 ; tel.: 050-025-29-06; e-mail: b.kobiliansky@yandex.ua.

Мнухин Анатолий Григорьевич - доктор технических наук, профессор, Запорожская Государственная Инженерная Академия, заведующий научно-исследовательской лаборатории Запорожской Государственной Инженерной Академии; пр. Ленина, 226, г. Запорожье, Украина, 69000;

Мнухін Анатолій Григорійович – доктор технічних наук, професор, Запорізька Державна Інженерна Академія, завідувачий науково-дослідної лабораторії Запорізької Державної Інженерної Академії; пр. Леніна, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69000; тел. 050-501-68-27; e-mail: anatoly.mnyukhin@gmail.com

Mnyukhin Anatoly Grigorievich – Dr. Eng., Head of the research laboratory of the Zaporozhye State Engineering Academy; pr. Lenina, 226, Zaporozh'ye, 69000, Ukraine ; tel. 050-501-68-27; e-mail: anatoly.mnyukhin@gmail.com