

ГРАНИЦЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЭКЗОГЕННЫХ ПОЖАРОВ В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ

Сформульовано основні відміни існуючих підходів до вибору рішень щодо ліквідації екзогенних пожеж від тих, що пропонуються, та намічено шляхи, якими можуть користуватися технологи при створенні оперативного ПЛА з урахуванням використання методів експертних оцінок.

THE BOUNDARY RECEPTIONS OF SOLUTIONS BY LIQIDATION EXOGEN FIRES IN THE INTERACTIVE REGIME

The fundamental differences existence approaches for selection decision relatively exogen fires from that, which proposed, was formulated, and marked the ways, which technologist may be used in the time of calculation operative PLA with use of method expert estimations, was marked.

Очевидно, что вопросы ликвидации возникающих в шахтах аварийных ситуаций не могут решаться исключительно в оперативном порядке, на основе поступающей к ответственному руководителю работ по ликвидации аварии о ходе их реального протекания информации. Связано это с тем, что информации такой в начальный период протекания аварии просто нет, и получить ее в большинстве случаев невозможно. Своевременное обнаружение аварии техническими средствами возможно лишь при наличии их в надлежащих пунктах контроля параметров протекания основных и вспомогательных технологических процессов, чего на шахтах, по крайней мере в Украине, нет. А обнаружение и оценка степени развития аварийной ситуации людьми затруднительна, т.к. авария не всегда возникает в местах, где присутствуют люди, а если она обнаружена несвоевременно, что часто и имеет место, - определение места ее возникновения и оценка масштабов развития, а также время оповещения об этом горного диспетчера носят весьма вероятностный характер вследствие как неподготовленности лиц, обнаруживших аварию, к принятию оперативных решений, так и возможным нахождением их в стрессовом состоянии, когда принятие обоснованных решений невозможно по субъективным соображениям.

Избежать возникновения аварийных ситуаций в шахтах, к сожалению, невозможно. Как человеческий, так и технологический фактор не могут быть гарантированы от сбоев и ошибок в работе. Поэтому в мировой практике принято заблаговременно готовить документы, определяющие, даже еще при проектировании горнотехнического объекта, а в дальнейшем – и на стадии его эксплуатации, места возможного возникновения аварий, оценивающие вероятность их возникновения, время возможного обнаружения и меры, которые необходимо принять для их скорейшей ликвидации. В отечественной практике такой документ получил название план ликвидации аварий (ПЛА), официальная форма которого, принятая на всех угольных шахтах, была утверждена в 1959 году

принятой тогда новой редакцией Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах [1] и действует до настоящего времени.

Если исходить из принятой классификации, на шахтах, помимо неисправностей технического характера, может произойти двенадцать видов аварий (все виды аварий не перечисляются, они известны). Их можно условно разделить на две категории.

1. Связанные с нарушением существующего в шахте на момент их возникновения вентиляционного режима. Они, в свою очередь, делятся по кратковременному воздействию на шахтную вентиляционную систему (ШВС), и долговременному, связанному с динамическим воздействием на нее. К первым можно отнести взрывы газа и угольной пыли, внезапные выбросы угля, породы и газа и т.д. Кратковременное воздействие их на состояние ШВС (исчисляемое минутами) способно резко изменить ее аэродинамическое состояние, однако впоследствии ситуация стабилизируется и принятие противоаварийных мер носит статический характер.

Вторая группа аварий характеризуется долговременным динамическим воздействием на состояние ШВС. Это – экзогенные и эндогенные пожары, горение метана в выработанном пространстве лав и т.д. Воздействие их на проветривание шахт носит долговременный и нестабильный характер. Экзогенный пожар является аварией развивающегося типа, когда, при невозможности ликвидировать его в начальной стадии, он, распространяясь на смежные с аварийным участки шахтного поля, создает дополнительные сложности по осуществлению аварийного вентиляционного режима (АВР) и принятию большого комплекса противоаварийных мер. Еще сложнее обстоит дело с эндогенными пожарами. Горение (а чаще - тление) угольного пласта сопряжено со значительными техническими трудностями ликвидации. Изоляция очага пожара трудноосуществима технически (возведение изолирующих перемычек невозможно вследствие большого объема дорогостоящих работ и отсутствия гарантии достаточной для целей самопроизвольного затухания горения степени герметизации). Изоляция же пожарного очага путем закачивания воды в пласт или подачи в очаг заилочной пульпы встречает трудности физического порядка: размеры микротрещин тлеющего угля во многих случаях меньше необходимого размера для проникновения в них воды, а тем более пульпы, что создает лишь эффект «оконтуривания» указанными жидкостями пожарного очага, а не его активного гашения. При условии частичного поступления к очагу кислорода (а избежать этого нельзя вследствие неоднородности горячей среды) эндогенные пожары могут происходить годами, нанося значительные материальные убытки.

2. Не связанные, или лишь частично связанные, с нарушением вентиляционного режима. К ним можно отнести, например, обрушения пород, затопление, прорывы заилочной пульпы из изолированных пожарных участков и т.д. Нарушение вентиляционного режима при этом либо вообще носит локальный характер (изменяется количество воздуха, подаваемого на аварийный участок), либо изменение вентиляционного режима одноразово (если даже изменяется

направление движения воздуха в аварийном участке, то оно не сопровождается изменением его химического состава).

Анализ аварийности в угольной отрасли, предпринятый в течение 2000-2006 г.г. отраслевыми институтами угольной отрасли (МакНИИ, НИИГД) показывает, что наибольшее количество аварий (порядка 85-90 %) было связано с горением материалов и ископаемого в горных выработках, угольных пластах, выработанных пространствах лав, а также горением в них метана. Поскольку развитие эндогенных пожаров всех типов является труднопредсказуемым, в ПЛА в основном включаются для этого вида аварий позиции, носящие общий характер, в которых перечисляются, в соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных шахтах [2], основные требования к разведке и оконтуриванию возможной зоны горения и мер по ее локализации. В случае же возникновения экзогенных пожаров, которые к тому же могут быть осложнены взрывами метана, поступающего к очагу горения, а также возможным переходом горения в выработанные пространства, т.е. сопровождением пожара экзогенного пожаром эндогенным, для каждого случая возможного загорания составляется отдельная позиция ПЛА с оригинальным набором организационных и технических решений по принятию противоаварийных мер.

Из сказанного можно сделать вывод о том, что основным направлением работ по организации все более входящего в горную терминологию термина СПАЗШ (система противоаварийной защиты шахты) является проведение противопожарных мероприятий. Собственно, так оно и было в соответствии с требованиями существующих Правил безопасности [2]. Причем, в связи с внедрением в горной промышленности новых информационно-аналитических технологий и установке на шахтах и в проектных организациях систем ПЭВМ, предпринимались многочисленные попытки [3,4,5] автоматизированного расчета мероприятий ПЛА, связанных с ликвидацией пожаров. Результаты, однако, оказались недостаточно эффективными. Как показала многолетняя практика работы многих исследователей, среди которых можно назвать и сотрудников ИГТМ НАН Украины [6,7,8], для правильного выбора мероприятий ПЛА необходим учет слишком большого количества параметров (по материалам НИИГД, количество параметров, характеризующих горную выработку и в принципе необходимых для правильной оценки ее функционирования в аварийных условиях, превышает 120). Причем среди них есть ряд неформализуемых, а также недоступных для получения и использования. Составитель ПЛА в нынешних условиях, используя инженерный опыт и интуицию, учитывает многие из указанных показателей косвенно. При этом, конечно, точность выбора противоаварийных мероприятий при составлении и использовании ПЛА несколько уменьшается, однако путей ее увеличения на основе использования точных аналитических методов и ПЭВМ нет. Причина – неполнота информации о состоянии аварийного объекта, которая в объеме, необходимом для точного аналитического прогнозирования выполнимости (и выполнения) мероприятий ПЛА, принципиально неразрешима.

Работа на старых (называвшихся в 70-80-е годы прошлого столетия «большими») ЭВМ типа ЕС показывала, что возможным для решения перечисленных выше задач был лишь пакетный режим, когда в ЭВМ закладывался весь возможный объем исходной информации, и на его основе принимались проектные либо текущие технологические решения. Они, практически, являлись окончательно возможными, поскольку оперативный диалог «пользователь-ЭВМ» с целью текущей корректировки не устраивающих пользователя результатов и проведения повторных расчетов был весьма ограничен (более подробно с системой диалоговой работы с «большими» ЭВМ можно ознакомиться в работе [9]). Поэтому предпринятые в 80-е годы прошлого столетия попытки автоматизированного составления оперативной части ПЛА на ЭВМ не нашли широкого применения. Получив расчетные материалы, составитель ПЛА вынужден был их корректировать в соответствии с возможным учетом ряда технологических, а то и вовсе неформализуемых, факторов, после чего ПЛА, фактически, пересоставлялся заново. В настоящее время автоматизация составления ПЛА сводится к выбору отдельных его мероприятий на ПЭВМ [9,10] с последующей передачей полученных результатов составителю ПЛА конкретной шахты. Для формирования текстовой части ПЛА (как планировалось в ходе проведения совместных работ ВНИИГД и ИГТМ АН УССР в 80-е годы) ПЭВМ в настоящее время не используется, поскольку выявился ряд лингвистических трудностей.

Были исследованы, в связи с этим, новые возможности компьютерных систем, заключающихся в решении задачи: как совместить аналитические и расчетные возможности ПЭВМ с опытом составителя и пользователя ПЛА. И такие возможности появились в связи с широким внедрением в практику использования ПЭВМ термина «интерактивный режим работы».

Поскольку термин не имеет общепринятой трактовки, в соответствии с [11], отметим, что в дальнейшем изложении под «интерактивным режимом работы» будем понимать режим работы «пользователь-ПЭВМ», при котором пользователь, получив расчетные результаты (преимущественно в экранном режиме), анализирует их и, с использованием стандартных и оригинальных средств, корректирует исходную информацию и повторяет расчеты. Процесс повторяется до получения приемлемого решения.

Однако и в случае реализации описанной ситуации решение может быть получено не всегда. Прежде всего – решение в интерактивном режиме принимает один человек. Даже при условии его абсолютной грамотности в рассматриваемых вопросах принятие окончательного решения, тем более в оперативных условиях, требует обдумывания имеющейся информации, которая, в условиях оперативного ее получения, может изменяться и накапливаться. Поэтому необходим интервал приостановки принятия решений, в течение которого пользователь может, прежде всего, сам обдумать варианты предлагаемого решения, и, в случае возникновения вопросов, - привлечь к решению задачи других лиц. Решение вопроса о величине указанного интервала выходит за рамки настоящей работы, поскольку мероприятия, принимаемые, как принято в отечественной практике, «оперативным ПЛА» (т.е. меры, осуществляемые с целью ликвида-

ции аварии по окончании выполнения мероприятий ПЛА), не определены временными рамками, и могут составлять от нескольких часов до нескольких недель и более.

В ходе указанной приостановки должна быть сформирована, при необходимости, группа экспертов, которая может оказать помощь горному диспетчеру (а в дальнейшем – и ответственному руководителю работ по ликвидации аварии) квалифицированную помощь при выполнении мероприятий, последующих осуществлению перечисленных в ПЛА, а также корректировке мероприятий, которые не были выполнены либо оказались ошибочными при его составлении. Указанная группа специалистов должна сформировать оперативный ПЛА, основанный на информации о том, почему для полной ликвидации аварии недостаточно оказалось мероприятий ПЛА, в чем отличия реальной аварии от прогнозируемой при составлении ПЛА, и каковы должны быть дальнейшие действия персонала шахты и ГВГСС для скорейшего возобновления нормального функционирования горного предприятия. Для этой цели может быть, по нашему мнению, использован аппарат экспертных систем, правда, на первом этапе, в несколько измененном виде.

Как уже отмечалось в [12], экспертные системы в начале 1980-х годов начали активно внедряться в практику принятия решений об анализируемом объекте на основе неполной или неточной информации о его состоянии. Горное предприятие именно и относится к классу таких систем. Однако пока экспертные системы не нашли достаточно эффективного применения в практике анализа состояния ШВС в период протекания аварийной ситуации.

В основе экспертных систем, в принятом смысле этого слова, лежит понятие искусственного интеллекта. Иными словами, в них закладываются [12] все имеющиеся знания по рассматриваемому вопросу, и дается «ключ» к их использованию. При этом имеется ввиду использование узкоспециальных программ, которые помогут экспертной системе отсортировать необходимые для решения рассматриваемой задачи материалы, проанализировать их на соответствие полученных применяемыми расчетными методами результатов полученным экспериментальным путем, и сформулировать рекомендации по их совершенствованию. Мировой опыт показывает, что применение экспертных систем эффективно. Однако – лишь в областях техники, где решение задачи может быть произведено исчерпывающе, и имеется достаточный набор информации для принятия определенного решения. В случае решения горнотехнических задач такое не представляется возможным. Искусственный интеллект, как он понимается и используется в настоящее время, не является «электронным мозгом», который мог бы обладать способностью к самосовершенствованию и обновлению знаний на основе полученного опыта решения ранее поставленных задач. Для его использования необходим опять таки интерактивный режим работы «пользователь - ПЭВМ», в результате использования которого экспертная система будет «учиться», на первом этапе, решению, на основе использования неполной и неточной информации о текущем состоянии анализируемого объекта, последующих задач. Но окончательное решение все же останется за коллек-

тивом экспертов, способным принимать неординарные, но эффективные, решения.

Иначе говоря, экспертная система, в указанном понимании скорее называемая системой экспертных оценок, может взять на себя функции, выполнение которых обычно требует привлечения опыта коллектива специалистов, и играть роль для него ассистента при принятии решения. Система, требующая принятия решения, может получить его непосредственно от информационно-аналитической системы или через промежуточное звено – человека, который общается с ее программами. Принимающие решение эксперты обладают своими собственными правами, и в этом случае программа оправдывает свое существование, повышая эффективность их работы. С другой стороны, эксперты, работающие с такой программой, могут добиться с ее помощью результатов более высокого качества за счет более точного совместного учета высказанных ими мнений на основе применения специальных многокритериальных методов оценок, одним из которых может быть, например, широко применяемый за рубежом Т. Саати метод анализа иерархий. Нами исследованы возможности его применения при решении горнотехнических задач [13,14], которые показали удовлетворительное соответствие полученных результатов используемым в практике работы горных предприятий.

Таким образом, правильное распределение функций между экспертом и ПЭВМ является одним из ключевых условий повышения эффективности использования систем экспертных оценок.

Важной особенностью системы экспертных оценок является тот факт, что многие ее правила являются эвристическими, т.е. эмпирическими правилами или упрощениями, которые эффективно ограничивают поиск решения. Поиск решения происходит в ней не на основе перебора вариантов (называемых, в зависимости от типа анализируемой системы, "случайным поиском", "локальным поиском", «целенаправленным поиском» и т.д.), а отбором, на основе знаний специалистов-экспертов, некоторого подмножества вариантов, характеризуемого качеством "подозрительности на оптимальность". Анализ этих вариантов, тем более в условиях неполноты и неточности получаемой информации, приводит к получению эффективного решения значительно быстрее, чем анализ всех возможных вариантов протекания аварийных ситуаций, поскольку, за счет учета опять-таки человеческого фактора, основанного на возможной интуитивной нелогичности принимаемых решений, круг их значительно сужается. Использование в системе экспертных оценок эвристического подхода обусловлено тем, что задачи, которые она должна решать, трудны, не до конца понятны и не поддаются, как отмечалось выше, строгому математическому анализу и алгоритмическому представлению. Алгоритмический метод гарантирует корректное или даже оптимальное, при условии полноты и точности информации и правильных методов, решение задачи, тогда как эвристика дает приемлемое, в большинстве случаев, решение, но на основе гораздо более доступной и ограниченной исходной информации.

Для иллюстрации последнего утверждения может быть приведен следующий пример из практики горного производства. Пусть при ликвидации аварийной ситуации (в нашем случае - экзогенного пожара) на свежей струе воздуха и наличии трех вентиляторов главного проветривания (ВГП) в ПЛА предусматривается реверсивный режим проветривания. Под таким режимом понимается в отдельных случаях не только режим, связанный с реверсированием всех ВГП, но и режимы, при которых часть их работает в нормальном режиме или остановлены (правда, в практике угольной промышленности Украины такие случаи редки). Алгоритмическое решение предполагает анализ всех возможных вариантов, что влечет исследование ряда заведомо неэффективных режимов проветривания. Например, режим остановки всех ВГП и проветривания шахты за счет лишь естественной тяги вообще абсурден; в ПЛА он может быть предусмотрен лишь на случай стихийного бедствия или природной катастрофы, повлекшей отключение электроэнергии в масштабах региона. Значительно улучшить качество получаемого решения способен предварительный анализ и выбор, на основе его, сокращенного перечня режимов проветривания, которые, по мнению коллектива экспертов, "подозрительны на оптимальность" при осуществлении аварийного вентиляционного режима, и выбор лучшего из их числа.

В то же время важным является вопрос: насколько уместно использовать систему экспертных оценок при ликвидации аварийной ситуации? Ведь для ее эффективного функционирования необходимо создать коллектив экспертов, отвлекая их от основной производственной деятельности, а цели могут быть и сомнительными.

Основные рекомендации при этом можно подытожить следующим образом: *прибегать к использованию системы экспертных оценок следует только тогда, когда разработка ее возможна, оправдана и уместна.*

Удовлетворяются ли эти требования при разработке систем экспертных оценок, направленных на решение эффективности функционирования СПАЗШ?

Ответ на этот вопрос далеко не однозначен. Одни специалисты считают, что шахты располагают достаточной информацией для решения вопросов, возникающих в аварийной ситуации, без привлечения эвристических методов. Другие, наоборот, предлагают отказаться, при условии выполнения требований ПЛА, от использования в дальнейшем расчетных данных и данных моделирования, дав возможность пользователю, в ходе интерактивного режима работы с ПЭВМ, выбирать наиболее эффективные мероприятия на основе эвристики. Выбор разумной альтернативы и выработка обоснованного подхода к использованию необходимой системы экспертных оценок является в каждом конкретном случае предметом отдельного рассмотрения. Тем более, что коллектив возможных экспертов составляют люди, знания, поведение и действия которых при выработке решения не подлежат точной оценке даже с привлечением эвристических методов.

Прежде всего, что означает в рассматриваемом случае возможность использования системы экспертных оценок?

Анализ подходов к использованию методов экспертных оценок позволяет сформулировать такие основные показатели, характеризующие ответ на этот вопрос:

1. Задача не ограничивается общедоступными знаниями. В нашем случае, например, решение задачи расчета аварийного воздухораспределения, с определенными ограничениями, представляет собой решение комбинированной системы линейных и нелинейных уравнений, которое успешно реализуется известными итерационными методами. Естественно, привлечение к ее решению специалистов-экспертов абсолютно ненужно. Они могут лишь констатировать правильность (либо ошибочность) полученного решения, обосновав свою точку зрения, в последнем случае, на основании конкретных данных о состоянии проветривания интересующих их участков-потребителей шахты; но это уже относится к вопросам правильности подготовки исходной информации для проведения вентиляционных расчетов.

2. Задача требует только интеллектуальных навыков. Большинство задач практики ликвидации аварийных ситуаций как раз и являются такими, поскольку, как уже отмечалось, они базируются на использовании неполной и неточной информации об объекте исследований и не подлежат достаточной формализации и аналитическому решению.

3. Существуют подлинные эксперты в рассматриваемой области. Требование не подлежит сомнению: в ликвидации аварийных ситуаций участвуют лучшие специалисты горного предприятия и обслуживающего его подразделения ГВГСС; если их квалификация не соответствует предъявляемым требованиям - теряется вообще смысл понятия экспертной оценки протекания аварийной ситуации.

4. Эксперты могут описать свои методы. Их оценки правильности выбора решения и его точности должны в основном совпадать, в противном случае качество экспертных оценок может быть поставлено под сомнение. Собственно, такое классическое требование противоречиво, поскольку большинство экспертов не имеют четко определенных методов. Если бы они были, можно было бы поставить вопрос об их алгоритмизации с последующим включением в классическую экспертную систему; в настоящее же время приходится ограничиваться системой экспертных оценок, основанной на инженерном опыте и интуиции коллектива экспертов без использования четко определенных методов.

5. Эксперты единодушны относительно принимаемых решений. Требование это определяется теми соображениями, что изначальное несоответствие мнений экспертов не исключает выработки более или менее приемлемого решения; предполагается, что в ходе ознакомления с особенностями аварийной ситуации они, в силу профессиональной компетентности, способны учесть ранее неизвестные им и изложенные соисполнителями факторы развития аварийной ситуации, и изменить существующее ранее позитивное (или негативное) решение относительно принятия тех или иных противоаварийных мер.

6. Задача слишком трудна, т.е. для ее решения требуется не эвристика, а просто более глубокая проработка вопроса. Это требование связано с тем, что,

если задача столь нова или столь плохо понятна, что необходимы основательные исследования для нахождения решения, подход инженерии знаний неприменим. Например, решение задачи учета при проектировании вентиляционной системы всех вредностей техногенного характера (тепловых, газовых, пылевых и т.д.) встречает непреодолимые объективные трудности, которые могут быть устранены лишь методом последовательного снятия ограничений, накладываемых на условия решения задачи. Эти вопросы вполне могут быть решены аналитически, однако правомерность введения или снятия тех или иных ограничений может быть определена лишь на основе решения коллектива экспертов.

7. Задача вполне понятна. Это требование обусловлено тем, что в противном случае теряется смысл экспертизы: если невозможно сформулировать задачи экспертов, необходимо либо отменить экспертную оценку вообще, либо обосновать возможность обойтись без нее и решить задачу аналитическими методами. Естественно, при решении ее должно быть, хотя бы в качестве рекомендательного, принято мнение экспертов о понятности задачи.

Что включается в понятие "*оправданность использования системы экспертных оценок*"?

Этот показатель характеризуется следующими неформальными параметрами:

1. Получение решения должно быть высокорентабельным. Если получение решения относится к узко-конкретным областям применения (касается лишь отдельных областей производства или отдельных горных предприятий, не учитывающих общих закономерностей горного производства), необходимо, перед привлечением к решению задачи коллектива высококвалифицированных экспертов, оценить необходимость и рентабельность решения указанной задачи и затрачиваемых для этой цели материальных ресурсов. Собственно, в случае ликвидации аварийной ситуации это требование также очевидно: как можно говорить о рентабельности привлечения к решению задачи пусть даже высокооплачиваемого коллектива специалистов, если ставится вопрос о значительных материальных убытках от снижения угледобычи, повреждения дорогостоящего горношахтного оборудования, не говоря уже о возможных человеческих жертвах...

2. Опыт экспертов необходимо применять во враждебных человеку условиях. Это требование актуально в условиях выработки экспертных оценок для ликвидации аварийных ситуаций, поскольку анализ создающейся в ходе развития аварии ситуации не всегда базируется на оперативной информации, получить которую зачастую затруднительно.

Когда применение системы экспертных оценок разумно? Когда:

1. Задача требует оперирования символами. Если для решения задачи не хватает пригодного для использования математического аппарата, как это в большинстве случаев характерно для горнотехнических задач, необходима разработка системы символьных рассуждений. Иными словами, необходимо разработать систему понятий, использование которых позволит унифицировать работу интерфейса «пользователь-ПЭВМ» решения задач ликвидации аварий-

ных ситуаций в интерактивном режиме и обеспечить эффективную работу пользователя без привлечения специальных знаний по системному и проблемному программированию на ПЭВМ.

Помимо этого, большинство задач горнотехнической практики являются эвристическими по своей природе, то есть требуют использования эвристических правил для принятия приемлемого решения, когда проблемы, решаемые посредством алгоритмов, недостаточно эффективны. Если задача может быть решена алгоритмически – использование таких методов не нужно. Если нет – использование системы экспертных оценок разумно.

2. Задача не слишком проста. Вопрос не требует комментариев: если задача недостаточно трудна (следует отметить, что задачи горнотехнической практики к таким не относятся в принципе вследствие всех вышеперечисленных причин) – затраты на разработку и использование для ее решения системы экспертных оценок попросту являются неоправданными.

3. Постановка задачи должна обладать надлежащей широтой. Она должна быть достаточно узкой, чтобы с ней можно было справиться, и достаточно широкой, чтобы представлять практический интерес. Например, организация СПАЗШ требует решения вопросов оптимизации базиса аэродинамических параметров средств местного регулирования вентиляционных потоков, базирующейся на оперативной информации об их реальном состоянии. Получение таких данных не всегда возможно, поэтому применение методов экспертных оценок, при условии привлечения экспертов, знающих реальную аэродинамическую обстановку в шахте, достаточно правомерно.

Из всего вышеизложенного может быть сделан вывод о том, что для принятия мер по оперативной ликвидации аварийных ситуаций и оценки эффективности функционирования СПАЗШ необходима, в дополнение к системе получения оперативной информации о состоянии аварийной ситуации и методам имитационного моделирования противоаварийных мероприятий, разработка оригинальной системы экспертных оценок проявления факторов, недостаточно формализованных. В ходе ликвидации аварийных ситуаций на горных предприятиях, по крайней мере в Украине, таковые не применяются. Причин этому много. Главным образом они состоят в недостаточной изученности вопросов функционирования СПАЗШ, что не позволяет поручить искусственному интеллекту их решение. На первом этапе более эффективным является использование совместной работы коллектива специалистов-экспертов и ПЭВМ (в качестве советчика экспертов) при принятии решения, когда есть информация для расчетов, достаточно формализуемая. Это оправдывается теми соображениями, что человек-эксперт способен воспринимать весь комплекс используемой входной информации, а в распоряжении системы экспертных оценок есть лишь символы, через которые представлены концепции базы знаний. Эксперты-люди способны охватить вопросы в целом, исследовать все аспекты проблемы и понять, как они относятся к основной задаче. Система же экспертных оценок, включающая участие ПЭВМ в процесс принятия решений по ликвидации аварий, стремится сосредоточить все внимание на основной задаче, игнорируя те

аспекты, которые, хотя и связаны с самой задачей, но не входят в нее явно. В качестве примера, когда подходы искусственного интеллекта не могут дать приемлемого практического результата, может быть приведена следующая ситуация.

Аварийная эвакуация горнорабочих производится по маршрутам, максимально свободным от воздействия поражающих факторов аварии. Это – аксиома. Поэтому искусственный интеллект не способен нарушить это правило. Подвергая экспертизе варианты развития аварийной ситуации, можно получить, по мнению экспертной системы, оптимальный результат: горнорабочие могут вполне комфортно и абсолютно безопасно эвакуироваться из угрожаемого участка, скажем, за 1,5 часа. Но при этом, как это принято при составлении ПЛА, учитывается наихудшая ситуация протекания аварии, когда к моменту начала осуществления аварийной эвакуации зоны загазирования выработок шахты продуктами горения достигли максимального размера. Но как это соотносится с требованием скорейшей ликвидации аварии и значением оперативного времени ПЛА, равным 1 часу?! Эксперт, руководствуясь здравым смыслом, просто проанализирует, насколько вероятно возникновение опасной ситуации на более коротком маршруте, и рекомендует решение на основании, скажем так, не совсем корректной, но приемлемой информации.

Из вышеприведенных соображений можно сделать следующие выводы:

1. Экспертные системы, если даже они найдут место в практике работы лиц, участвующих в ликвидации аварийной ситуации, долго еще будут использоваться не в качестве самостоятельного субъекта, принимающего окончательные решения, а как консультант или советчик, оказывающий в интерактивном режиме взаимодействия помощь экспертам в соответствующей предметной области. И связано это с тем, что предстоит еще многое сделать в области получения полного понятия о представлении неопределенности в сложных технических системах.

2. В этой связи представляет определенный интерес следующая практическая разработка. Пусть собрался коллектив экспертов, вызванный для решения (заблаговременного или оперативного) конкретной задачи по ликвидации аварийной ситуации. Перед ним поставлена задача, результат решения которой должен быть ими как-либо представлен и обоснован. Возникает вопрос: как привести их мнения, если можно так сказать, к общему знаменателю, и насколько правомерны сделанные ими выводы? Решение этого вопроса требует использования специальных аналитических методов. Одним из приемлемых, по нашему мнению, является широко используемый за рубежом и, к сожалению, не нашедший пока должного применения в Украине, метод анализа иерархий, о котором уже упоминалось выше [13,14]. Предложения эксперта по принятию того или иного решения оцениваются по разработанной шкале весовых коэффициентов, и на основе численной обработки полученных результатов выбирается оптимальное решение. Такой подход может уже служить первым шагом на пути создания системы экспертных оценок, а в дальнейшем – и экспертных сис-

тем, возможного протекания аварийных ситуаций и оценки эффективности функционирования СПАЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чумаченко О.М. Каким должен быть план ликвидации аварий.- Безопасность труда в промышленности.- 1963.- №7.- с. 5-6.
2. НПАОП 10.0-1.01-05. Правила безпеки у вугільних шахтах. Затверджено Державним комітетом України з нагляду за охороною праці 16.11.2004 № 257.- Київ, 2005.- 198 с.
3. Тянь Р.Б., Потемкин В.Я. Управление проветриванием шахт.- К.: Наук. думка, 1977.- 204 с.
4. Осипов С.Н., Жадан В.М. Вентиляция шахт при подземных пожарах.- М.: Недра, 1973.- 152 с.
5. Временное руководство по составлению на ЭВМ оперативной части планов ликвидации аварий шахт и рудников Минцветмета СРСР// Ротапринт КМЛ НГМК.- 1983.- 85 с.
6. Теория и практика изменения вентиляционных режимов угольных шахт в чрезвычайных ситуациях / Вяльцев В.М., Вяльцев М.В., Меркулов А.В.// Горн. инф.-анал.бюл./ Моск. горн. ун-т.- 1997.-№ 3.-с.136-141.
7. Эффективность мероприятий в аварийных ситуациях/ Мохирев Н.Н., Медведев И.И. // Безопасность труда в промышленности.- 1995.- №8.- с. 45-46.
8. К вопросу о составлении оперативного плана ликвидации аварий / Кокоулин И.Е. // Геотехнічна механіка. Між від. зб. наук праць. Ін-т геотехн. мех.. НАН України.- Дніпропетровськ, 2002.- Вип.. 35.- с. 135-140.
9. Автоматизация составления оперативной части планов ликвидации паприй на шахтах и рудниках / В.Я. Потемкин, Е.А. Козлов, И.Е. Кокоулин.- К.: Техника, 1991.- 125 с.
10. Кравченко Н.М., Кравченко М.В., Лебедев В.И., Ревякин А.В., Каргин А.В., Саевич П.М. Программный комплекс «Вентиляция шахт». Руководство пользователя по решению задач проветривания шшахт на ПЭВМ.- Донецк, 2001.- 63 с.
11. ДСТУ 1.2:2003. Національна стандартизація. Основні положення. К.: Держспоживстандарт України , 2003.
12. Состояние техники безопасности и эффективность функционирования ролтивоаварийной защиты угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Фичев, И.А. Ященко, В.Г. Красник, Н.Б. Левкин, И.Е. Кокоулин, Т.В. Бунько, Н.С. Кузьменко.- Днепропетровск, 2005.- 266 с.
13. Применение метода анализа иерархий для принятия решений при возникновении чрезвычайных ситуаций / И.Е. Кокоулин, В.Я. Потемки, И.А. Юшина// Безопасность труда в промышленности.- 1994.- №3.- с. 34-37.
14. Анализ иерархий в задачах плана ликвидации аварий / И.Е. Кокоулин // Безопасность труда в промышленности.- 1994.- №3.- с. 34-37.