УДК 658.012.23

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ РАЗВЕДКИ МАЛОАМПЛИТУДНОЙ НАРУШЕННОСТИ

В.В.НАЗИМКО, *д-р техн. наук, профессор, victor_nazimko@mail.ru*
Донецкий национальный технический университет, Украина

Установлено, что отработка угольных пластов, поврежденных малоамплитудной нарушенностью, происходит в условиях воздействия комплекса факторов, усиливающих геологическую, технологическую, психологическую, экономическую и организационную неопределенность. Предложено отработку и разведку нарушенных пластов осуществлять в режиме оперативного проектно-ориентированного управления.

Ключевые слова: разведка малоамплитудных нарушений, оперативное управление проектом, информационное обеспечение.

Подземные угольные месторождения еще длительное время будут выполнять важную роль источников энергетических и сырьевых ресурсов. Однако больше трети из них интенсивно повреждены малоамплитудными нарушениями. Существующие технологии разведки таких нарушений требуют совершенствования и пока не обеспечивают высокий уровень надежности результатов. Переход или обход малоамплитудных нарушений (МАН) связан со значительными убытками из-за снижения темпов подвигания длинных очистных забоев, повышенного износа очистного оборудования, травматизма, аварий и ухудшения качества добываемого угля из-за засорения пустой породой в результате обрушений неустойчивой кровли в зоне нарушений. Фрагмент плана горных выработок на рис.1 иллюстрирует сказанное. Пологий угольный пласт мощностью 1,7-1,9 м отрабатывался на глубине 790 м механизированным комплексом 3КД90. Темпы подвигания 6-й южной лавы составляли от 120 до 250 м/мес., что обеспечивало высокую рентабельность угледобычи.

При входе в зону МАН 1 и 2 седьмая и восьмая лавы замедлили темпы подвигания на порядок, причем угольный пласт в зоне нарушения 1 удалось частично отработать. Попытка отработать пласт в области негативного влияния нарушения 2 не удалась, в результате чего были понесены значительные потери не только от падения темпов отработки запасов, но и от оставления подготовленных запасов в целике вокруг МАН.

Несмотря на разнообразие технологий разведки [1, 4], угольные пласты в подавляющем большинстве случаев отрабатывают в зонах МАН вслепую. Анализ показывает, что отсутствие интереса к технологиям разведки и прогнозирования зон нарушенности обусловлено не только недостаточной надежностью методов (рис.2). Вескими причинами оказались психологические факторы, прежде всего стремление к экономии любой ценой и нежелание признать ошибки. Специалист по рискам Д.Хаббард неоднократно подчеркивает, что даже известные бизнесмены готовы сэкономить несколько десятков тысяч на прогнозировании риска, несмотря на то, что в случае, когда рисковая ситуация возникнет, будут потеряны миллионы [2]. Такой парадокс обусловлен особенностями человеческой психики и с ним нужно считаться. Нежелание признать ошибки или неудачи является естественной реакцией человека. Работа выемочного участка осуществляется под руководством конкретных руководителей: начальника участка и его заместителей, главного инженера угольной шахты и директора. Все они в той или иной степени отвечают за успешную работу шахты и ее подразделений (выемочных участков). Несмотря на то, что процесс перехода МАН даже при детальной разведке – дело рискованное, а успех или степень неудач в процессе перехода объективно является случайным событием,

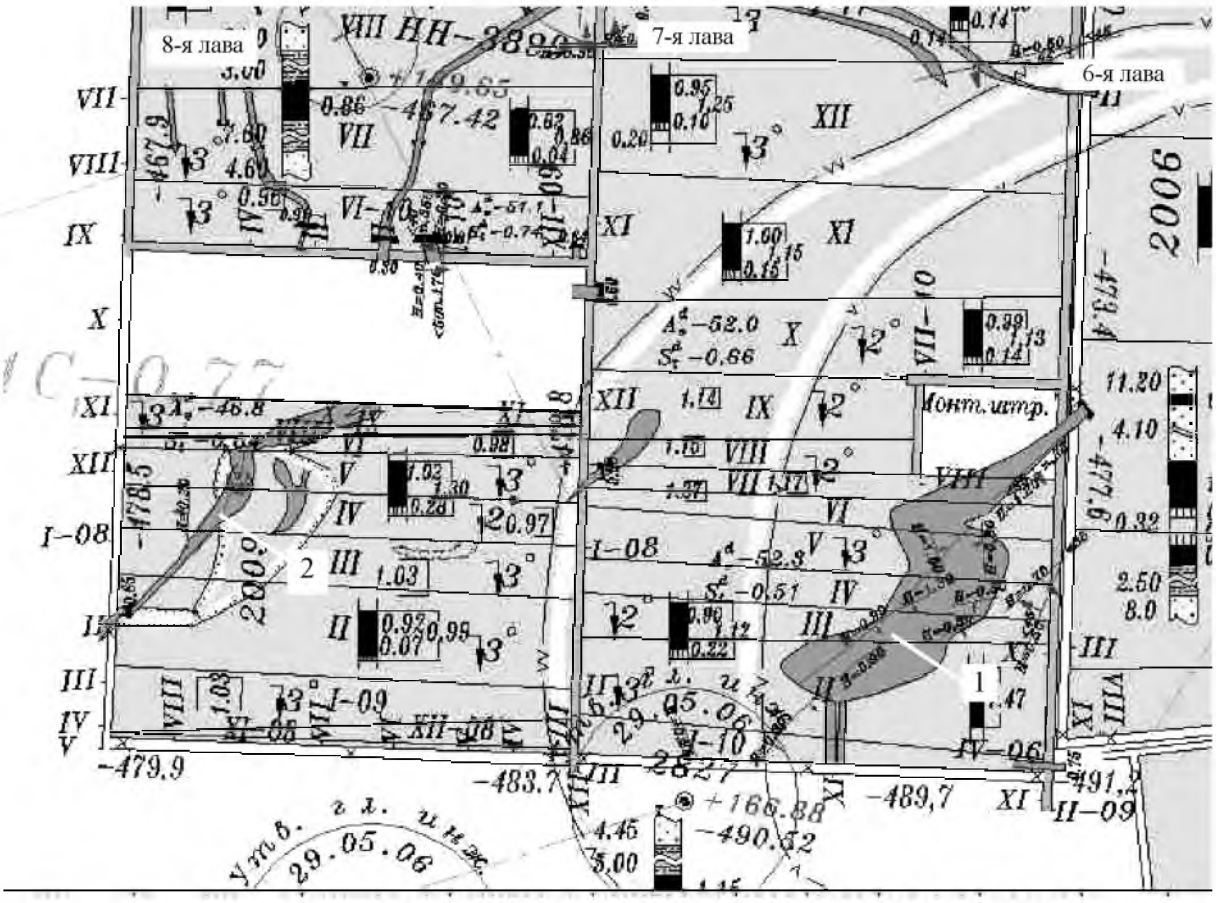


Рис.1. Примеры потерь темпов подвигания очистных забоев при переходе малоамплитудных нарушений



Рис.2. Взаимная связь факторов, определяющих отработку угольных пластов в зоне малоамплитудной нарушенности

Курсивом выделены факторы, которые имеют выраженную информационную природу

психологически руководители как нормальные люди не хотят рисковать своей карьерой и афишировать негативные последствия перехода в случае их возникновения.

Был установлен еще ряд важных факторов, которые способствуют умолчанию негативных последствий перехода зоны МАН вслепую. Эти факторы связаны с опасением не получить кредиты на подготовку и отработку выемочного столба. На сегодня почти все угольные шахты работают на условиях кредитования, которое они получают от банков или государства. Привлечению кредитов предшествует детальное обоснование проекта отработки тех или иных запасов. У лиц, которые принимают решение о выдаче кредита, также возникает естественный страх, если в бизнес-плане будет прямо указано на риск возникновения МАН и возможные негативные последствия перехода этого нарушения. Поэтому при подготовке геологического обоснования условия отработки участка, под которую планируют взять кредиты, часто изображаются более оптимистично.

Объективно широкому применению технологий разведки и прогнозирования малоамплитудной нарушенности препятствует также отсутствие методов оценки последствий перехода малоамплитудной нарушенности. Даже если параметры МАН и его координаты будут спрогнозированы или уточнены с большой достоверностью, на сегодня нет методик оценки негативных последствий перехода такого нарушения очистным забоем.

Во время перехода нарушения практики получают совершенно достоверную информацию о положении и параметрах нарушения. Если их предупреждали о том, что нарушения непереходимое, и этот прогноз оправдался в реальности, эксплуатационники будут сожалеть, что они не доверились прогнозу. С другой стороны, когда эксплуатационники, согласно рекомендациям геофизиков, обошли нарушение, у них остаются сомнения насчет обоснованности оставления значительных подготовленных запасов, поскольку удостовериться фактически о непереходимости нарушения теперь уже нельзя. Это является еще одним фактором, сдерживающим широкое применение новых технологий разведки. В случае обхода нарушения теряются значительные подготовленные запасы угля, выполняются дополнительные работы по нарезке монтажной камеры и перемонтажу очистного оборудования, останавливаются очистные работы. Это является дополнительной негативной нагрузкой на экономику угольной шахты.

Существенную роль в замалчивании проблемы перехода малоамплитудных нарушений играет также отсутствие информации для широкого круга специалистов о последствиях перехода вслепую.

Итак, анализ показывает, что масштабные потери, обусловленные переходом МАН, являются следствием целого ряда причин и факторов, которые выходят за рамки низкой достоверности технологий разведки и прогнозирования зон малоамплитудной нарушенности. Эти причины имеют не только и не столько технический характер, они обусловлены особенностями человеческой психологии, экономикой, организацией и управлением.

Именно поэтому проблему разведки МАН предлагается решать на основе проектно-ориентированного подхода. Проект оперативного управления разведкой МАН привязывается к проекту отработки выемочного столба, поскольку оба проекта имеют выраженные признаки уникальности, ограниченности во времени, управляются, имеют четкую цель и реализуются в условиях сильной неопределенности. Удовлетворительная надежность результатов разведки параметров МАН достигается только с примыкающих горных выработок. Таким образом, управление проектом разведки МАН является оперативным, поскольку выполняется по ходу отработки выемочного столба.

Преимущество проектного подхода к управлению разведкой МАН обусловлено стандартом управления проектом [2], который предусматривает интенсивное использование информационных ресурсов для управления и построен на четких процедурах управления. Одной из таких процедур является пополнение актива проекта архивом опыта управления, что обеспечивает накопление информации и возможность ее использования при развитии проекта, а также в процессе последующих реализаций проекта на других объектах.

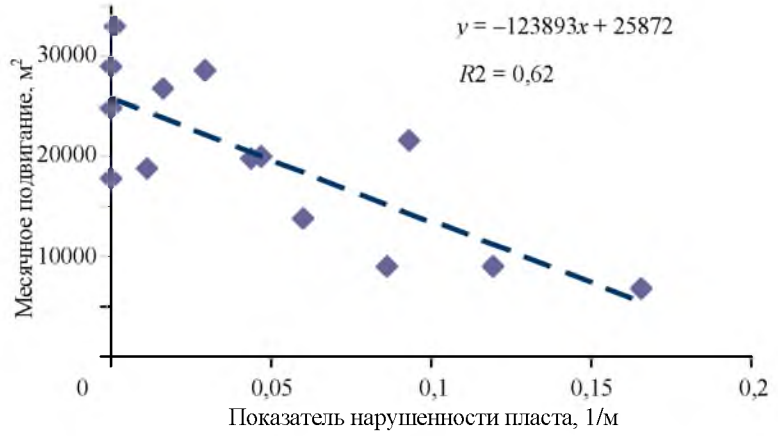


Рис. 3. Зависимость темпов отработки запасов от комплексного показателя нарушенности

Накопление информации снимает многие проблемы, в том числе снижается недоверие к технологиям разведки, а также появляется возможность обоснованного запроса на резервирование бюджета проекта для компенсации рисков при переходе МАН. На рис.3 показан график зависимости месячных темпов добычи от приведенного критерия малоамплитудной нарушенности *f*. Данная информационная модель получена в процессе оперативного управления проектом при отработке конкретного шахтопласта. Объем добычи выражен в площади отрабатываемого в течение месяца участка, а для выражения степени нарушенности были разработаны специальные модели. Для дизъюнктива модель имеет такой вид:

$$f_p = \frac{\sum_{i=1}^{N} l_i \left(k_{\alpha} \frac{h_i}{m_i} + \cos\alpha_i \right)}{S}, \quad (1)$$

где l – протяженность разрывного МАН; k – эмпирический коэффициент; h – амплитуда разрывного МАН; m – вынимаемая мощность пласта; α – угол встречи линии очистного забоя с МАН; S – площадь, в пределах которой определяют суммарный показатель нарушенности.

Пликативная нарушенность или аномалии в виде замещения описываются следующей зависимостью:

$$f_r = \frac{\sum_{i=1}^{N} \left(k_r \frac{a_i}{d_i} \right)}{S}, \quad (2)$$

где a – площадь элементарных участков нарушений; d – высота аномалии.

Суммарное значение показателя нарушенности интегрируется по всей площади месячного подвигания лавы. Как видим из графика на рис.3, получена статистически значимая обратная зависимость подвигания лавы от интегральной степени нарушенности пласта. Указанная модель используется для оперативного принятия решения о продолжении перехода МАН или изменении тактики путем частичного обхода нарушения за счет сокращения лавы или оставления целика в зоне нарушенного пласта и перемонтажа добычного комплекса.

Последовательность работ проекта целесообразно представить в виде укрупненного «дерева» решений (рис.4). События указаны метками, работы проекта – стрелками. На прединвестиционной фазе проекта прогноза и разведки МАН определяется целесообразность его реализации в полном объеме. В результате исследований наступает событие 2, которое в зависимости от результатов может закончиться отказом от проекта или его продолжением.

Вероятности исхода определяются достоверностью информации о горно-геологических условиях разработки. Большинство пластов уже в той или иной мере испытаны горными работами, а в исследованиях, предшествующих инвестиционной фазе проекта, наверняка участвовали шахты, которые уже столкнулись с проблемами перехода непредвиденных МАН. Поэтому вероятность принятия решения о продолжении проекта достаточно велика и в среднем составит не менее 0,8.

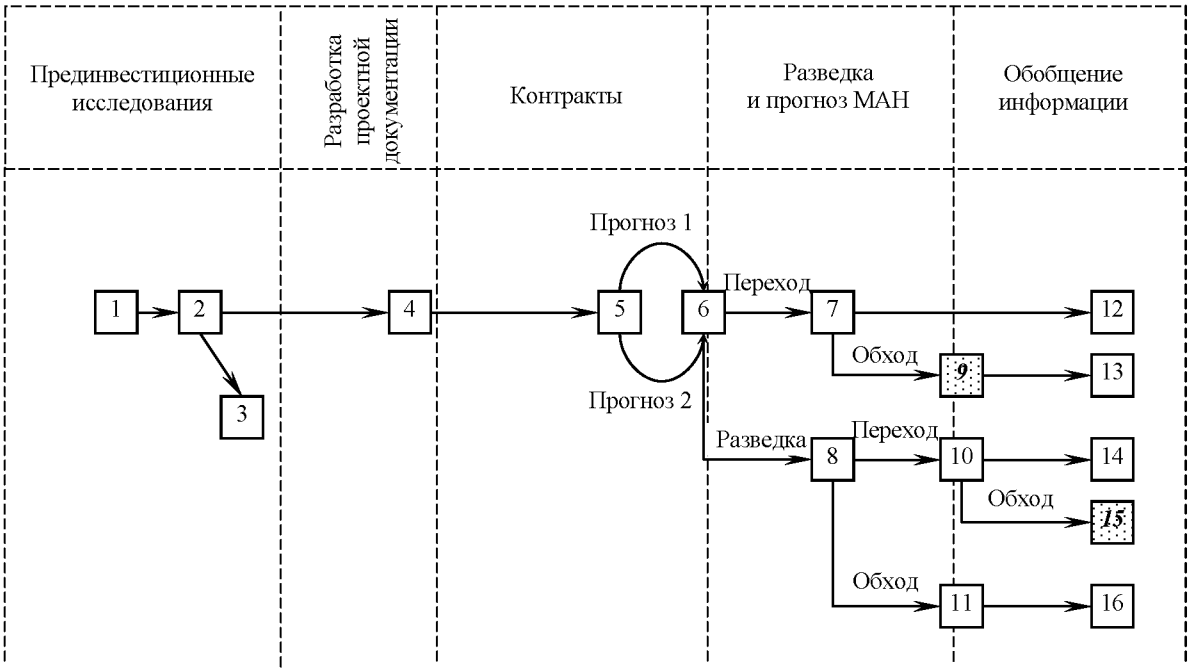


Рис.4. «Дерево» решений

Ветвления вариантов развития проекта возникает после события 5, когда будут заключены контракты с фирмами, выполняющими прогноз и разведку МАН. Работы, связанные с прогнозом МАН, завершаются оценкой целесообразности или нецелесообразности перехода МАН. Оценка о нецелесообразности перехода очистным забоем прогнозируется двумя независимыми методами. Такое нарушение надо обходить, а следовательно, необходимо идти на потери подготовленных запасов. Именно в этом случае принимается решение о проведении дополнительной разведки МАН.

Предельные вероятности этих вариантов определяются плотностью и амплитудой нарушений, которые непригодны для перехода. Соответствие фактических значений вероятностей предельным является максимальным в конце отработки выемочного столба, когда накапливается наибольший объем информации и модели прогноза приобретают максимальную достоверность. На начальной стадии отработки столба отклонения фактических частот принятия решений от предельных могут быть существенными. Поэтому переход МАН (работа между событиями 6 и 7) может не закончиться успешно. Напомним, такая неопределенность обусловлена сильной нестационарностью геологической среды и ограниченностью возможностей современных технологий разведки и прогноза МАН.

Решение о прекращении перехода принимается в оперативном порядке с помощью моделей (1) и (2) и с учетом следующих факторов: ожидаемой тенденции изменения параметров МАН, степени изношенности механизированного комплекса, организованности коллектива выемочного участка и экономического состояния предприятия.

С помощью этой же методики определяют целесообразность разведки МАН, т.е. выполнения работы 6→8. В зависимости от ее результатов «дерево» решений может распадаться еще на несколько вариантов: переход МАН (работа 8→10), обход МАН (работа 8→11). Причем переход может не завершиться успешно и в итоге будет включен вариант запоздалого обхода (работа 10→15). Именно оперативное управление проектом должно минимизировать вероятность возникновения нежелательных вариантов (9→13) и (10→15) вследствие ошибочных решений на этапах (7→9) и (8→10).

Другими словами, для обхода опасного нарушения нужно пройти дополнительные подготовительные выработки за пределами этого нарушения. Когда размеры опасного нарушения будут недооценены, дополнительные подготовительные выработки будут пройде-

ны в рамках негативного влияния указанного нарушения. Поэтому потребуется перепроходка части дополнительных выработок, что приведет к дополнительным непроизводительным затратам, задержке времени выполнения календарного плана проекта, а также повышению себестоимости угля.

Таким образом, оперативное управление проектом прогноза и разведки позволит реализовать проект по сценариям 6→7→12, 6→8→10→14 или 6→8→11→16 и минимизировать вероятность непроизводительных вариантов 9→13 и 10→15.

Был разработан и апробирован еще ряд методов управления проектом разведки, которые основаны на привлечении дополнительных информационных ресурсов в виде статей в журналах, в которых опубликованы результаты применения той или иной технологии разведки МАН, причем учитывается импакт-фактор журнала. Проконтролирована целесообразность проверки технологий разведки на пробных контрольных участках, где параметры МАН достоверно известны. Получение указанной информации оговаривается в контрактах на выполнение работ по дополнительной разведке нарушений, а в бюджет проекта закладываются соответствующие расходы. При традиционном подходе получить неплановые финансовые средства на выполнение разведки весьма сложно. Опыт проектного управления процессом разведки МАН доказал целесообразность разделения рисков между соседними шахтами, а также перспективу страхования рисков перехода МАН.

Практический опыт применения проектно-ориентированного оперативного управления разведкой МАН в угольной промышленности демонстрирует высокую рентабельность такого подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Панфилов А.Л.* Характер и структура геологической информации // Прогрессивные технологии производства и обработки маркшейдерских и геологических съемок: Сб. научн. тр. / ВНИМИ. СПб, 1995. С.72-75.

2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide, 2008). Fourth Edition. Project Management Institute, 2008. 459 p.

3. *Hubbard D.W.* How to Measure Anything: Finding the Value of «Intangibles» in Business. Second Edition // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010. 323 p.

4. *Wang J.* Channel Wave Tomography for Detecting Inhomogeneties in Coal Seam – A Real Dataset Example/ J.Wang, W.K.Lu and J.Y.Cheng // 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. P.243-248.

REFERENCES

1. *Panfilov A.L.* Kharakter i struktura geologicheskoi informatsii (*Pattern and structure of geologic information*). Progressivnye tekhnologii proizvodstva i obrabotki marksheiderskikh i geologicheskikh s"emok. VNIMI. St Petersburg, 1995, p.72-75.

2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide, 2008). Fourth Edition. Project Management Institute, 2008, p.459.

3. *Hubbard D.W.* How to Measure Anything: Finding the Value of «Intangibles» in Business. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010, p.323.

4. *Wang J., Lu W.K.* and *Cheng J.Y.* Channel Wave Tomography for Detecting Inhomogeneties in Coal Seam – A Real Dataset Example. 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013, p.243-248.

INFORMATIONAL SUPPORT FOR PROMPT PROJECT MANAGEMENT OF MICROFAULT EXPLORATION

V.V.NAZIMKO, *Dr. of Engineering Sciences, Professor, victor_nazimko@mail.ru*
Donetsk National Technical University, Ukraine

Geologic, technological, psychological, economic and organizational uncertainty impede extraction from coal seams that are corrupted by microfaults. We propose the exploration and extraction from the corrupted coal seams in a project management mode.

Key words: geologic microfault, exploration, prompt project management, informational support.