

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ОТРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ
ВОРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
НА СЕЙСМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МАССИВА**

Семинар № 3

Эксплуатация Воркутского угольного месторождения осложнена наличием многих негативных факторов, которые создают геомеханические условия для проявления геодинамики массива горных пород. К таким негативным факторам относятся:

- тектоническая нарушенность с активными разрывными нарушениями;
- блочная структура недр;
- большая глубина ведения горных работ;
- высокая газоносность;
- ударо-выбросоопасность угольных пластов;
- формирование больших выработанных пространств на сближенных пластах с оставлением целиков;
- наличие в кровле и почве пластов мощных прослоев песчаников и т.п.

Приуроченность динамических явлений к тектоническим нарушениям, к участкам выработок с наличием в их почве прочных породных прослоев (песчаников), к зонам ПГД и т.п. требует детального изучения этих условий на стадии прогнозирования с получением качественного и надежного исходного материала о структуре и состоянии массива горных пород и угольного пласта на подготавливаемых к выемке блоках.

В настоящее время, с учетом данных сейсмической активности Воркутской мульды, проведена работы по раскройке приосевой части Воркутской мульды (рис. 1), предусматривающей рациональное развитие горных работ и обеспечивающей геодинамическую безопасность при их производстве. Ведение горных работ, особенно на больших глубинах обуславливает разработку пластов, находящихся в сложном напряженно-деформированном состоянии. Поле напряжений сформировано генетически и является неоднородным в результате влияния тектонических нарушений, изменения литологии и физико-механических свойств вмещающих пород, водо-газонасыщенности и т.д. Кроме того, поле напряжений угольного пласта претерпевает изменения под влиянием капитальных и подготовительных выработок, под- и надработки целиков и т.п.

Вследствие естественных природных факторов и техногенных процессов в пласте и вмещающих породах происходит образование зон аномалий напряженного состояния, которые оказывают существенное воздействие на такие параметры, как устойчивость пород, вероятность газодинамических явлений, горных ударов и т.п. Аномалии напряженного состояния

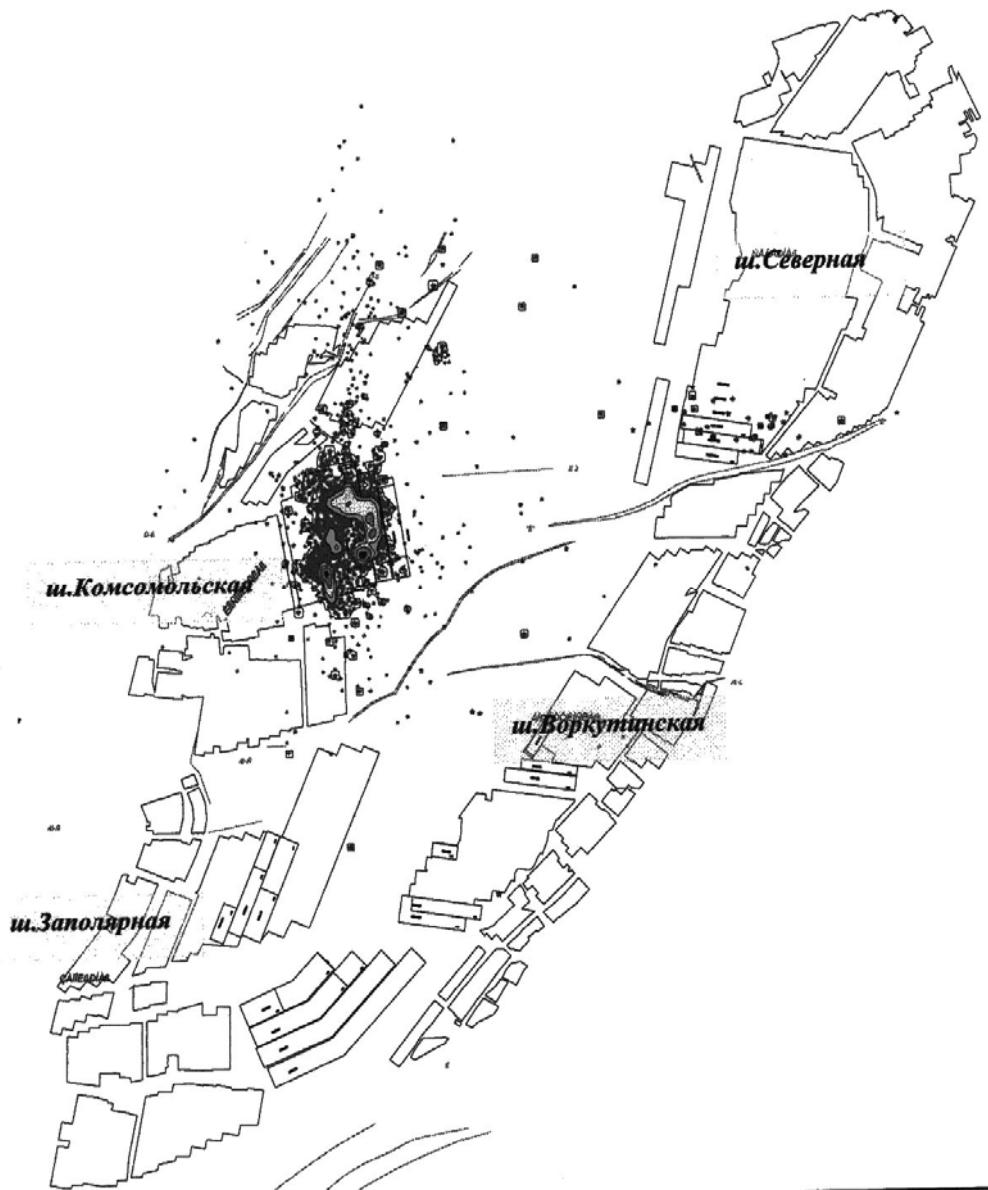


Рис. 1. Карта сейсмической активности мульды Воркутского угольного месторождения по данным системы геодинамического и сейсмического контроля (ГИСС) (период наблюдений: март—декабрь 2006 г.)

пласта и вмещающих пород — один из негативных факторов проявлений газодинамических явлений и горных ударов, ведущих к снижению уровня нагрузки на очистной забой.

Геодинамические явления (выбросы угля и газа, горные и горнотектонические подвижки и удары и др.) являются прежде всего результатом толчкообразного хрупкого раз-

рушения зон или участков горного массива в результате действия накопленной внутренней энергии очаговой области или в результате потери устойчивого состояния из-за проведенных ранее или проводимых технологических процессов. Распространение энергии в массиве вызывает сейсмический отклик среды, проявления которого регистрируются в виде природной и наведенной сейсмической активности. Проблема региональной (в пределах шахтного поля) геодинамической безопасности решается путем контроля и изучения сейсмических процессов с помощью специально рассчитанной на основе сформированной пространственной модели напряженно-деформированного состояния массива горных пород сейсмической сети и базируется на кинематических и динамических особенностях сейсмических волн. Использование кинематических параметров позволяет определить координаты очага сейсмического (динамического) события, скорость распространения сейсмических волн и др. Динамические параметры сейсмических волн используются при расчете сейсмической энергии динамического проявления, оценки характера действующих сил и разрывов в очаге.

Для практической реализации метода геодинамического контроля на основе регистрации происходящих в горном массиве сейсмических процессов, институт ФГУП ВНИМИ разработал аппаратно-программный комплекс GeoInfoTransSistem-Seismic (ГИТС), предназначенный для выявления и непрерывного контроля за поведением зон повышенной интенсивности геодинамических процессов. Обеспечение непрерывного контроля позволяет своевременно спрогнозировать и предупредить аварийную ситуацию, проводя необходимые профилактические мероприятия.

Основной задачей системы ГИТС, установленной на ш. «Комсомольская» является: — обеспечение непрерывного контроля за поведением зон повышенной интенсивности сейсмических явлений с целью прогноза и оценки возможных динамических проявлений движения горного массива, выявление связи между геодинамической активностью (горных ударов) с технологическими работами. Что позволит выбрать наиболее благоприятные с точки зрения горной геомеханики направления ведения очистных работ и проведения профилактических мероприятий по разгрузке напряженных участков шахтного поля.

Разносторонний анализ предварительных результатов работы системы ГИТС опытного периода выявил прямую зависимость сейсмической активности массива шахтного поля от техногенного воздействия на него ведением очистных работ.

На картах сейсмической активности расположение гипоцентров сейсмических событий (рис. 2) имеет определенную упорядоченность в пространстве и во времени.

Обобщенный анализ циклов горных работ и природно-наведенной сейсмичности показал наличие их тесной взаимосвязи. По оценке количественного влияния горных работ, установлено, что в пределах разрабатываемых участков шахтного поля происходит всех событий до 50 %, 33 % — на прилегающих к горным работам зонам до 200 м вглубь массива. Остальные 17 % можно отнести к различным динамическим процессам, происходящим в массиве.

На обобщенном графике сейсмических событий (рис. 3) за весь период наблюдений представлены четыре энергетических уровня сейсмических проявлений. Данные уровни отражают следующие формы деформационных

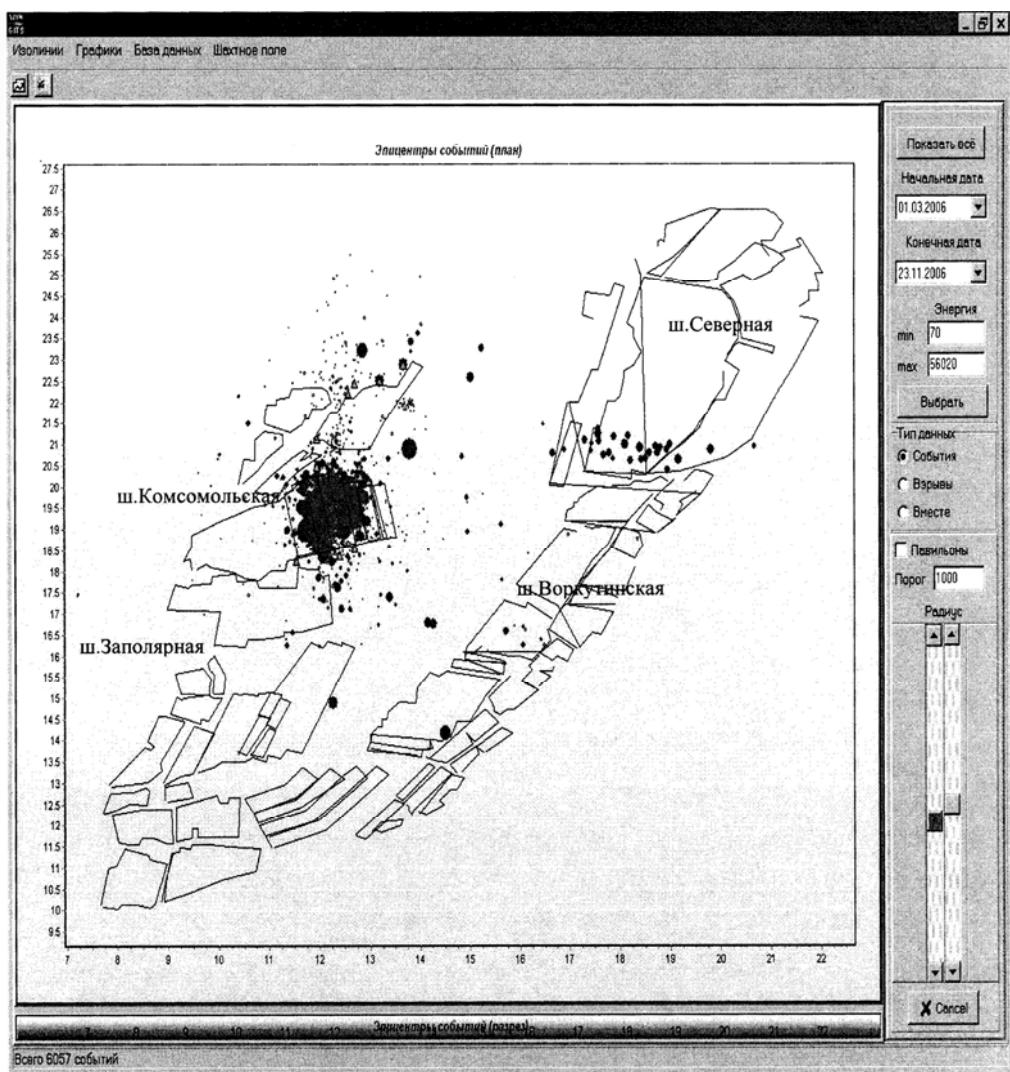


Рис. 2. Эпицентры сейсмических событий

процессов, происходящих в пределах горного массива шахтного поля:

I - естественная фоновая активность с $E < 1000$ Дж

II - разрушения в при контурном массиве горных выработок с $E > 3500$ Дж

III - влияние очистных работ при выемке угля с $E > 6000$ Дж,

IV - динамические проявления, вызванные литолого-тектоническими

особенностями участков шахтного поля) с $E > 10000$ Дж.

На основании данного анализа, были получены распределения сейсмической активности, позволившие выделить прогностические критерии удароопасности массива, в виде ежемесячных сводных карт зон активации геомеханических процессов, обусловленных сейсмобытиями первого уровня и карт удароопасного состояния

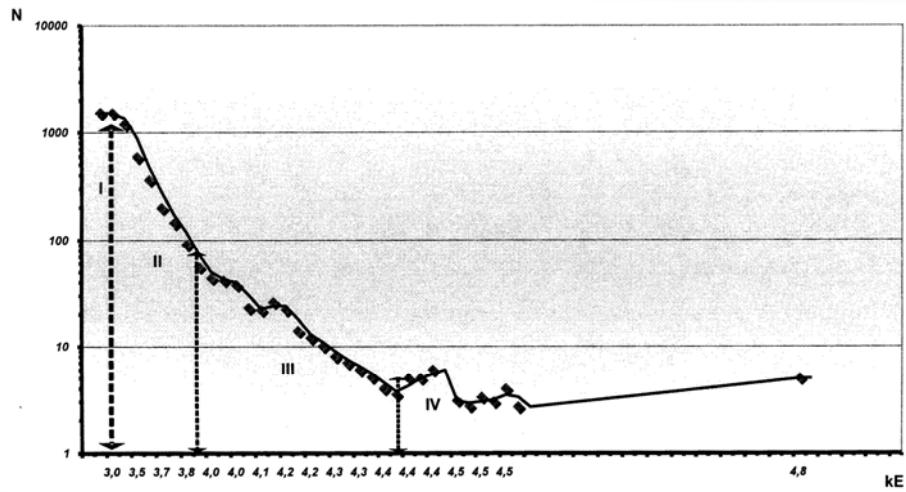


Рис. 3. График сейсмических событий

**Карта сейсмической активности массива
Зоны напряженного состояния массива за период
14.11.2006 - 19.11.2006**



Рис. 4. Пример построения карты прогноза удароопасного состояния массива

massiva по данным третьего и четвертого уровней (рис. 4).

Выделенные на картах зоны являются только «предвестниками» ударо-

опасного состояния. Кроме того, совместный анализ сейсмического и геологического материала позволил выявить корреляционную зависимость от наличия в кровле и почве пластов мощных пачек песчаника (рис. 5 а, б). Подвижки, происходящие в крепких песчаниках, под действием поля напряжений (вызванных также и очистными работами) вызывают упругую реакцию массива в виде высокоэнергетических сейсмических толчков на соответствующих горизонтах (рис.5в). Превышение допустимого значения предварительно установленного параметра F в расчетном блоке-матрице с $L=120\times30$ м шахтного поля и привело к образованию «зон-предвестников» удароопасного состояния некоторых участков шахтного поля. Данные участки приурочены к сопряжению вент. штрека 312-С пл. Тройного и забоя лавы и впереди забоя лавы 612-С пл. Четвертого. Размеры зон не более $0.5L$ лавы (рис. 5 в).

Установленные зависимости между периодами посадки основной кровли и активностью массива, которые позволяют вносить корректизы в геологические и горнотехнические прогнозы паспортов отработки очистных забоев, а это в свою очередь, обеспечит более безопасное ведение работ и оптимизирует процесс выемки запасов угля (рис. 6). Критерием в этой случае может стать количество и энергия сейсмособытий в период, предшествующий посадке основной кровли. Предварительно установлено, что за 1,5—2 суток массив «затихает» — кол-во событий минимально и их энергия ниже фоновых значений на 15—20 %.

На основании данных мониторинговых наблюдений был предложен к применению прогностический параметр, оценивающий удароопасность

массива F , являющийся интегральным параметром, обобщающим сведения о параметрах N (суммарное количество событий) и E (суммарное энерговыделение, Дж). Данные величины параметров являются универсальными на элемент объема массива (блока) с характерным размером матрицы L . Критическим энергетическим порогом сейсмического события, определяющим удароопасность массива — $E=35,0$ кДж.

Кроме того, данные по отработке лав центрального блока ш. «Комсомольская» в сопоставлении с регистрируемой сейсмической активностью, свидетельствуют о том, что активизация газодинамической активности, повышение напряжений в их краевых частях и целиках происходит в результате наложения техногенных напряжений на уже существующие в массиве тектонические напряжения. Эти напряжения вызваны зависанием консолей пород основной кровли как за лавой, так и над монтажными камерами с пригрузкой вышележащих целиков. Все последующие посадки пород основной кровли также сопровождаются перераспределением напряжений в массиве, что и провоцирует усиление сейсмической активности. Полученный опыт на стадии адаптации системы ГИТС к условиям шахтного поля при деформировании подрабатываемых массивов, обусловленной выемкой и передвижением значительной горной массы, позволил обозначить направления будущего развития системы: это и определение показателей, базирующихся на оценках горизонтальной протяженности и динамических размеров очага, сейсмического момента, и фрактальных, численных моделирований прогноза деформаций и параметров геофизических полей.

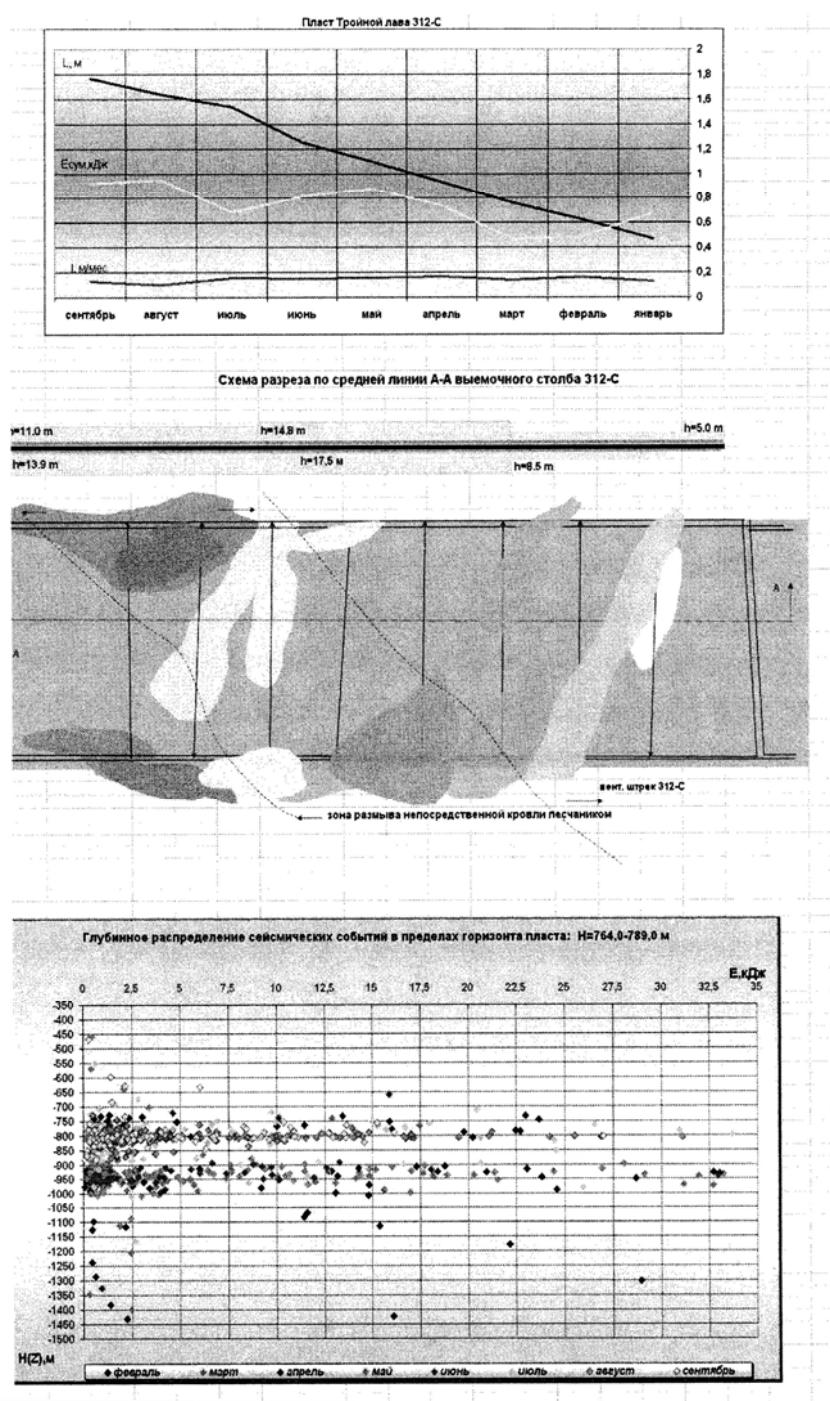


Рис. 5. Анализ распространения сейсмических событий по лаве 312-С пл. Тройной шахты «Комсомольская» при ведении очистных работ

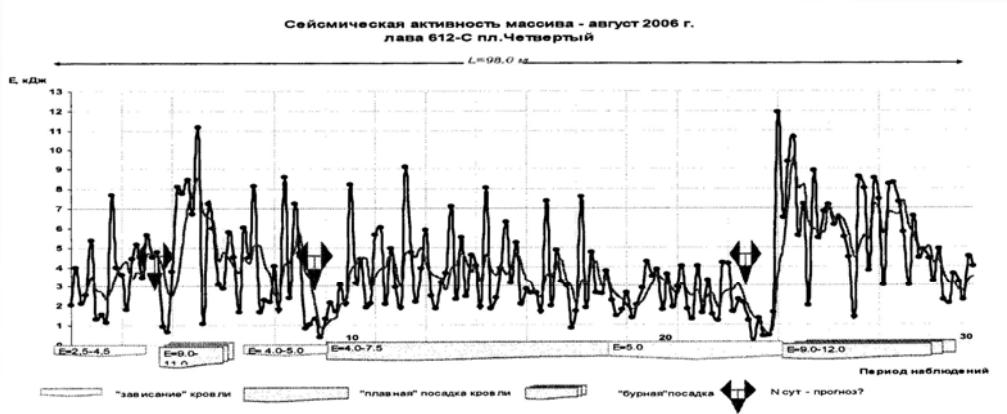


Рис. 6. Примеры сейсмической активности массива в периоды «посадки» кровли

Выводы

Получаемая информация о местах концентрации очагов сейсмособытий и динамики изменения их энергетических показателей могут стать в современных условиях неотъемлемыми как для выбора технологических схем ве-

дения горных работ, так и принятия решения по осуществлению профилактических мероприятий, связанных с разгрузкой проблемных участков с повышенной концентрацией напряжений в массиве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев Д.В., Исаев Ю.С., Мулев С.Н. и др. «Аппаратно-программный комплекс «GejInfo Trans Sistem (GITS) в системах геодинамического и экологического мониторинга», Междун.конф. «Горная геофизика», 22—25 июня 1998 г. С-Пб, ВНИМИ.
2. Физические основы прогнозирования разрушения горных пород, Материалы 1-й Междунар. школы-семинара, 9—15 сентября 2001 г. Красноярск, СибГУ, 2002.
3. Логинов А.К. Современные технологические и технические решения отработки угольных пластов. — М.: МГТУ, 2006. с. 13—20.
4. Николаев А.В. Проблемы наведенной сейсмичности. — Сб-к. «Проблемы наведенной сейсмичности». — М.: Наука, 1994.— с.5—15.
5. Дягилев Р.А. «Сейсмологический прогноз на рудниках и шахтах Западного Урала. Материалы научной сессии Горного института УрОРАН, Пермь. 1998 г. с.98—101. ГИАБ

Коротко об авторах —

Агарков А.В. – кандидат технических наук, заместитель технического директора по геолого-геофизическому и экологическому обеспечению ОАО «Воркутауголь»,
Беляева Л.И. – главный геофизик ОАО «Воркутауголь»,
Гусельников Л.М. – заведующий лаборатории геомеханики института «ПечорНИИ-проект ОАО «Воркутауголь».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 3 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Л. Шкуратник.