

УДК 004.9:622.831

О.В. БАКАЕВ

Донбасский государственный технический университет, Алчевск

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Предложена концепция построения информационной системы мониторинга геодинамических процессов в углепородных массивах угольной шахты. Первичной информацией для этой системы является пассивная электромагнитная и сейсмоакустическая эмиссия углепородного массива, скорость газовыделения, температура угля, концентрация метана. Диагностика состояния углепородного массива позволит прогнозировать на ранней стадии газодинамические явления и оперативно управлять механизмами комплекса, что существенно повысит безопасность работы и эффективность управления.

Ключевые слова: *информационная система, мониторинг, геодинамика, углепородный массив, прогноз газодинамических явлений.*

Введение

В настоящее время добыча полезных ископаемых подземным способом, в том числе – угля, осуществляется в сложных горногеологических и горнотехнических условиях на больших глубинах [1]. Постоянное возрастание глубины разработок осложняется увеличением шахтопластов, склонных к газодинамическим явлениям (горные удары, внезапные выбросы угля и газа и т.д.) [2]. Наибольшую опасность при ведении горных работ представляют внезапные выбросы угля и газа, вследствие недостаточной изученности их природы и основ прогнозирования.

Все чаще эти процессы носят катастрофический характер и сопровождаются групповой гибелью шахтеров, а также большими материальными потерями.

Несмотря на достигнутые успехи в деле профилактики аварийных ситуаций, состояние выбросоопасности на угольных шахтах, как показывает анализ и практика, требует дальнейшего теоретического изучения и совершенствования методов и средств прогноза для профилактики опасных явлений.

В этих условиях решение указанных задач осложняется следующими факторами:

- объект техногенного воздействия – углепородный массив имеет значительные структурные и силовые неоднородности;
- физико-механические свойства углепородного массива изменчивы и представлены различными структурными неоднородностями;
- взаимодействие тектонических и техногенных напряжений характеризуются сложным взаимо-

действием и различной динамикой скрытого трещинообразования;

– скорость газовыделения имеет различную динамику и зависит от многих факторов, определяющих геодинамические процессы;

Совершенствование методов прогноза газодинамических явлений должно идти по пути комплексного подхода к изучению трех основных факторов, определяющих выбросоопасность углепородного массива, – газ, горное давление, физико-механические свойства углепородного массива.

В связи с этим разработка информационной системы (ИС) мониторинга геодинамического состояния углепородного массива для прогноза газодинамических явлений на ранней стадии развития представляет собой актуальную научную проблему, решение которой направлено на повышение уровня безопасности при ведении горных работ на выбросоопасных пластах.

1. Требования к предлагаемой ИС

Построение ИС мониторинга геодинамических процессов в углепородном массиве возможно только при наличии надежных и достаточно точных средств измерений скорости газовыделения, концентрации метана в рудничной атмосфере, распределения горного давления и физико-механических свойств угля в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя и подготовительных горных выработок. Причем все измерения должны синхронизироваться и выполняться в режиме реального времени с минимальным транспортным запаздыванием.

В настоящий момент существующие методы контроля скорости газовыделения трудоемки и но-

сят периодический характер - один раз в сутки, причем контроль ведется только в подготовительных горных выработках, контроль же горного давления практически отсутствует. В таком же состоянии находится и контроль физико-механических свойств углепородного массива. Что касается контроля рудной атмосферы в горных выработках, то он выполняется в соответствии с требованиями ТБ и служит, главным образом, для автоматического отключения горнодобывающего оборудования при превышении максимально допустимой концентрации метана.

В настоящее время сейсмоакустический контроль является единственным, реально действующим, для пластов опасных по внезапным выбросам угля и газа. Он позволяет регистрировать в режиме реального времени интегральную интенсивность скрытого трещинообразования. Этот метод не позволяет определять зоны с повышенной концентрацией напряжений, и как следствие, зоны с повышенным трещинообразованием, то есть определять места интенсивного разрушения.

При ведении очистных работ призабойная часть угольного пласта испытывает дополнительные периодические нагрузки от зависания и разрушения пород кровли [1 – 3]. Вследствие этого изменяются условия перераспределения напряжений, вызванные

подвиганием угольного забоя. Происходит также хрупкое разрушение угля и пород, которое сопровождается выделением энергии в широком спектре частот акустических и электромагнитных волн. На основании этого эффекта был предложен метод контроля распределения интенсивности скрытого трещинообразования в углепородном массиве в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя и подготовительных горных выработок [4-6].

Кроме того, в работе [7] показана возможность определения структурных неоднородностей угольного пласта с помощью регистрации активных сейсмоакустических сигналов, наведенных режущим органом комбайна или струга.

Комплексное использование данных методов и средств (датчиков) способных в режиме реального времени измерять одновременно сейсмоакустическую и электромагнитную эмиссию, скорость газовыделения, температуру угольного пласта, что позволят создать эффективную ИС мониторинга геодинамических процессов в углепородных массивах шахты с несколькими добычными участками.

Основные требования, предъявляемые к ИС мониторинга геодинамических процессов, сведены в табл. 1:

Таблица 1

Основные требования, предъявляемые к ИС мониторинга геодинамических процессов в углепородных массивах шахты

№	Требования (по составляющим)
1	Обеспечение мониторинга динамики скорости газовыделения угольного пласта.
2	Обеспечение мониторинга динамики температуры угольного пласта.
3	Наличие акустического мониторинга неоднородностей сложноструктурного угольного пласта в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя .
4	Обеспечение мониторинга распределения интенсивности скрытого трещинообразования в углепородном массиве в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя и подготовительных горных выработок.
5	Обеспечение мониторинга динамики концентрации метана в рудничной атмосфере.
6	Осуществление оконной визуализации динамики всех параметров в плоскости выемочного столба с указанием местоположения датчиков.
7	Обеспечение формирования прогнозируемого признака оперативной оценки массива «Опасно».
8	Обеспечение управления угледобычными комплексами для предотвращения аварийных ситуаций.
9	Возможность формирования баз данных текущего мониторинга геодинамических процессов в углепородном массиве на добычных участках и баз знаний.

2. Концептуальная схема ИС мониторинга геодинамических процессов

На рис. 1 приведена концептуальная схема ИС с основными информационными потоками и взаи-

модействием подсистем при мониторинге геодинамических процессов в углепородном массиве добычных участков угольных шахт.

Перечень и функциональное назначение подсистем:

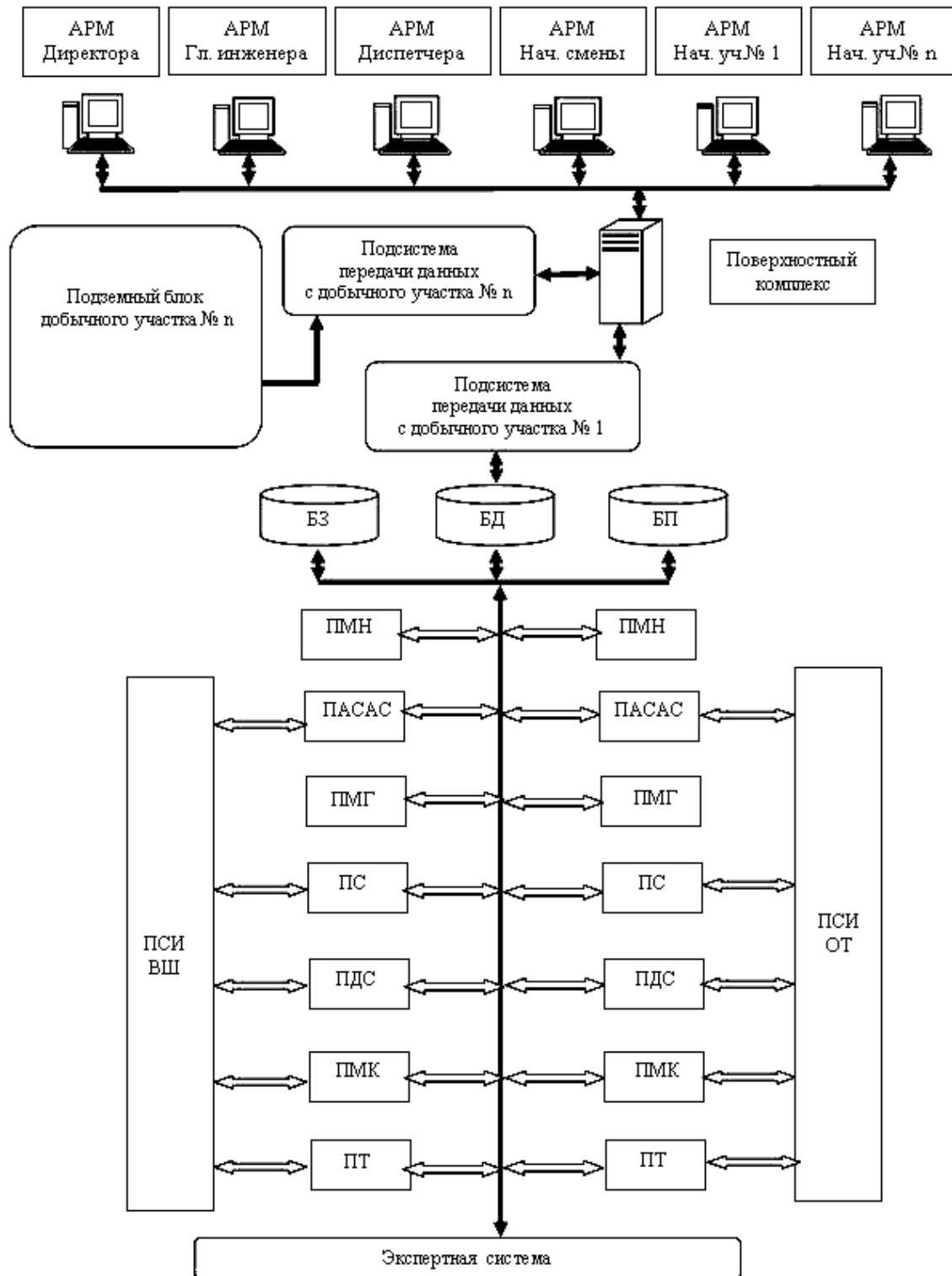


Рис. 1. Концептуальная схема мониторинга геодинамических процессов в углеродном массиве добычных участков шахты

– ПСИ-подсистема измерений в углеродном массиве со стороны откаточного штрека (подсистема предназначена для получения предварительно обработанной информации с комплексных датчиков, установленных по периметру угольного пласта со стороны откаточного штрека);

– ПСИ-подсистема измерений в углеродном массиве со стороны вентиляционного штрека (подсистема предназначена для получения предварительно обработанной информации с комплексных датчиков, установленных по периметру угольного пласта со стороны вентиляционного штрека);

– ПА САС-подсистема анализа сейсмоакустических сигналов (подсистема предназначена для выделения информационных сигналов на фоне техногенных шумов);

– ПС-подсистема синхронизации (подсистема предназначена для синхронизации по времени информационных потоков сейсмоакустической и электромагнитной эмиссии);

– ПМТ-подсистема мониторинга интенсивности скрытого трещинообразования в углепородном массиве (подсистема предназначена для получения информации о распределении интенсивности скрытого трещинообразования в плоскости выемочного столба впереди очистной горной выработки);

– ПМН-подсистема мониторинга неоднородностей в угольном пласте (подсистема предназначена для получения информации о структурных неоднородностях в угольном пласте в плоскости выемочного столба впереди очистной горной выработки);

– ПДС-подсистема мониторинга динамики скорости газовыделения в угольном пласте (подсистема предназначена для получения информации о динамике скорости газовыделения в угольном пласте);

– ПМК-подсистема мониторинга динамики концентрации метана в рудничной атмосфере (подсистема предназначена для получения информации о динамике концентрации метана в рудничной атмосфере);

– ПТ-подсистема мониторинга динамики температуры угольного пласта (подсистема предназначена для получения информации о динамике температуры угольного пласта);

– ПЭО-подсистема экспертной оценки (подсистема предназначена для анализа, обработанной информации, и выработки информационных и управляющих сигналов);

– ПХИ-подсистема хранения информации (подсистема предназначена для оконной визуализации динамики всех параметров в плоскости выемочного столба с указанием местоположения датчиков);

– ППИ-подсистема искробезопасной передачи информации;

– ПОИ-подсистема отображения информации (подсистема предназначена для оконной визуализации динамики всех параметров в плоскости выемочного столба с указанием местоположения датчиков).

3. Предлагаемая к реализации ИС

Структурная схема предлагаемой для реализации ИС мониторинга геодинамических процессов в углепородных массивах добычных участков угольной шахты показана на рис. 2.

ИС состоит из следующих основных частей:

– подземного комплекса оборудования, установленного на каждом добычном участке;

– искробезопасных цифровых систем передачи данных на поверхность с каждого добычного участка;

– поверхностного комплекса оборудования.

Подземный комплекс оборудования, установленный на добычном участке, осуществляет в автоматическом режиме мониторинг геодинамических процессов, происходящих в углепородном массиве этого участка. Кроме того, осуществляет передачу информации на поверхность. Подземный комплекс состоит из следующих основных частей:

– комплексных датчиков;

– газоанализаторов;

– дальномеров;

– блоков обработки информации;

– блоков цифровой передачи информации;

– сервера.

Поверхностный комплекс оборудования предназначен для обработки и хранения информации, поступающей от подземных блоков. Он формирует управляющие сигналы на горнодобывающее оборудование в случае получения сигнала «Опасно».

Кроме того, осуществляет управление автоматизированными рабочими местами, соответствующих служб шахты, где осуществляется визуализация данных мониторинга геодинамических процессов, которые возникают в углепородном массиве добычных участков.

Заключение

Информационная система мониторинга геодинамических процессов, концепция которой предложена в статье, позволит:

1. автоматизировать процесс регистрации и обработки первичной информации о состоянии углепородного массива на различных добычных участках шахты;

2. осуществлять в режиме реального времени мониторинг интенсивности скрытого трещинообразования в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя и подготовительных горных выработок.

3. Осуществлять в режиме реального времени мониторинг скорости газовыделения и температуру угля выемочного столба, а также концентрации метана в рудничной атмосфере.

4. Использование современных сетевых технологий позволяет легко интегрировать предложенную автоматизированную систему в системы более высокого уровня (автоматизированные системы управления шахтами, объединениями, отраслью), а также выполнить систему по типу клиент-серверной технологии.

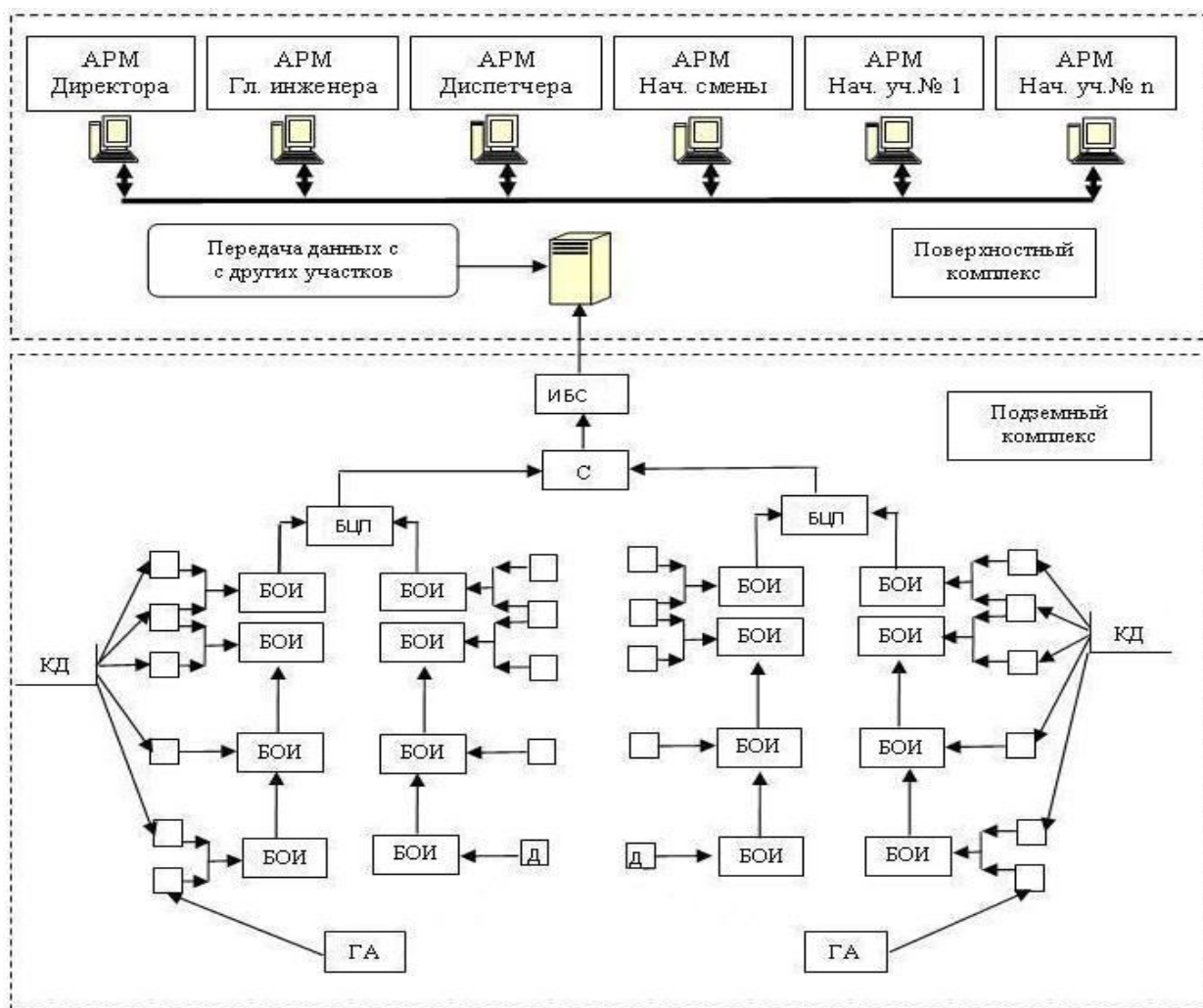


Рис. 2. Структурная схема реализации мониторинга геодинамических процессов в углеродных массивах добычных лав угольной шахты:

КД – комплексный датчик для регистрации сейсмоакустической и электромагнитной эмиссии, скорости газовыделения метана и температуры в угольном пласте; Д – дальномер;
 ГА – газовый анализатор концентрации метана в рудной атмосфере горных выработок;
 БОИ – блок обработки информации; ИБС – искробезопасный блок связи;
 С – сервер; БЦП – блок цифровой передачи

5. Диагностировать состояние углеродного массива добычного участка шахты и прогнозировать на ранней стадии газодинамические явления, а также оперативно управлять механизмами комплекса, что существенно повысит безопасность работы и эффективность управления.

Литература

1. Спужакін А.І. Визначення напруженого стану масиву гірної виробки / А.І. Спужакін, О.В. Бакаєв // Фізико-технічні проблеми гірничого виробництва: під загальною редакцією А.Д. Алексєєва. – Донецьк: Інститут гірничих процесів НАН України, 2005. – С. 179-185.

2. Курленя М.В. О прогнозе разрушения горных пород на основе регистрации импульсов электро-

магнитного излучения. / М.В. Курленя, А.Г. Вострецов, Г.Е. Кулаков, Г.Е. Яковицкая – ФТПРПИ. – 2001. – № 3. – С. 41-52.

3. Туманов В.В. Оценка геодинамического строения шахтных полей геофизическими методами. / В.В. Туманов, А.В. Савченко, М.Ю. Богак, С.А. Шурховецкий // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – Донецьк, 2007. – № 1. – С. 115-127.

4. Бакаєв О.В. Інформаційна система контролю напружено-деформованого стану вугільного пласта. / О.В. Бакаєв // Труды 11-й международной научно-технической конференции «Системный анализ и информационные технологии – 2009». – К., 2009. – С. 455.

5. Бакаєв О.В. Інформаційна модель системи контролю напружено-деформованого стану вугільного пласта. / О.В. Бакаєв // Труды международной научно-практической конференции «Инфор-

мационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании – 2009». – Севастополь – 2009. – С. 317.

6. Бакаев О.В. Информационная модель мониторинга скрытого трещинообразования в углеородном массиве при техногенном воздействии. / О.В. Бакаев // Труды международной научно-технической конфе-

ренции «Интегрированные компьютерные технологии в машиностроении-2009». Т. 2. –Х., 2009. – С. 144.

7. Ларин В.Ю. Разработка математической модели системы определения неоднородности угольного пласта. / В.Ю. Ларин, М.А. Кириченко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 3 (30). – С. 52-55

Поступила в редакцию 26.02.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., директор ГМЦ «Орион» Ю.С. Денищик, Донбасский государственный университет, Алчевск, Украина.

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ВУГЛЕПОРІДНОМУ МАСИВІ ШАХТ

О.В.Бакаєв

Запропонована концепція побудови інформаційної системи моніторингу геодинамічних процесів в вуглепорідному масиві вугільних шахт. Первинною інформацією для цієї системи є пасивна електромагнітна та сейсмоакустична емісія вуглепорідного масива, швидкість газовиділення та температура вугілля, концентрація метану. Діагностика стану вуглепорідного масиву дозволить прогнозувати на ранній стадії газодинамічні явища та оперативно управляти механізмами комплексу, що істотно підвищить безпеку роботи та ефективність управління.

Ключові слова: інформаційна система, моніторинг, геодинаміка, вуглепорідний масив, прогноз газодинамічних явищ.

CONCEPTION OF CONSTRUCTION MONITORING INFORMATION SYSTEM OF GEODYNAMIC PROCESSES IN COAL CONTAINING MASSIF OF COAL MINES

O.V. Bakaev

The issue under consideration conception of construction of the monitoring information system of geodynamic processes in coal containing massif of coal mines. The primary information for this system is passive electromagnetic and seismic emission of coal containing massif, speed of gas emission and coal temperature, methane concentration. Diagnostics of the state of coal containing massif will allow to forecast the gas-dynamics phenomena on the early stage and handle efficiently all of mechanisms of complex, it will considerably increase safety of work and management efficiency.

Keywords: information system, monitoring, geodynamics, coal containing massif, prognosis of the gas-dynamic phenomena forecast.

Бакаев Олег Викторович – директор государственного НПП «Фотон», старший преподаватель кафедры специализированных компьютерных систем Донбасского государственного технического университета, Алчевск, Украина, e-mail: foton_777@mail.ru.