

C.H. МУЛЕВ

Instytut Naukowo-Badawczy Geomechaniki Górniczej i Miernictwa Górniczego VNIMI

ОАО "Научно-исследовательский институт горной геомеханики

и маркшейдерского дела - Межотраслевой научный центр ВНИМИ"

dr D.V. СИДОРОВ

Sankt-Petersburski Państwowy Uniwersytet Górniczy

Санкт-Петербургский государственный горный университет

System regionalnego prognozowania zagrożenia tąpnięciami w kopalniach Rosji

Система регионального прогноза удароопасности на шахтах и рудниках России

Rozpatrzono dane techniczne i funkcjonalne możliwości systemu regionalnego prognozowania (kontroli) zagrożenia tąpnięciami pól górniczych, wykorzystywanego podczas eksploatacji zagrożonych tąpnięciami złóż rudnych i węglowych w Rosji. Pokazano doświadczenie z zastosowania systemu monitoringu sejsmicznego pól górniczych do wykrywania stref najbardziej zagrożonych tąpnięciami.

Рассмотрены технические данные и функциональные возможности системы регионального прогноза (контроля) удароопасности шахтных полей применяемых при разработке удароопасных рудных и угольных месторождений в России. Показан опыт применения системы сейсмического мониторинга шахтных полей для выявления наиболее удароопасных зон.

Regionalne prognozowanie zagrożonych tąpnięciami obszarów górniczych służy do wykrywania stref zagrożonych tąpnięciami w granicach obszaru górniczego lub całego złoża i opiera się na ciągłym pomiarze naturalnej aktywności sejsmicznej z zastosowaniem automatycznego systemu kontroli ciśnienia górotworu (ASKCD). System ten zbudowany jest w postaci sieci punktów sejsmicznych, powiązanych w jednolity system (stację sejsmiczną), który pozwala wykrywać w granicach obszaru górniczego strefy zagrożone tąpnięciami, na podstawie ciągłej rejestracji parametrów aktywności sejsmicznej [1, 2]. W granicach konkretnego obszaru górniczego regionalne prognozowanie pozwala: wykrywać najbardziej zagrożone tąpnięciami strefy, ocenić stopień ich zagrożenia, kontrolować efektywność regionalnych środków zapobiegania tąpnięciom [3].

Региональный прогноз удароопасности шахтных полей предназначен для выявления удароопасных зон в пределах шахтного поля или месторождения и основан на непрерывном измерении естественных сейсмических полей с применением автоматизированной системы контроля горного давления (АСКГД). Автоматизированная система включает сеть сейсмических пунктов, связанных в единую систему (сейсмостанцию), которая позволяет выявлять в пределах шахтного поля зоны, опасные по горным ударам, на основе непрерывной регистрации параметров сейсмической активности [1,2]. В пределах отдельного шахтного поля региональный прогноз позволяет: выявить наиболее удароопасные зоны, оценить степень их удароопасности, контролировать эффективность региональных мер предотвращения горных ударов [3].

Z udziałem specjalistów VNIMI, Centrum Naukowego Geomechaniki i Problemów Górnictwa Sankt-Petersburskiego Państwowego Uniwersytetu Górniczego (SPPUG) oraz szeregu innych instytucji naukowo-badawczych i projektowych zostały zbudowane i oddane do eksploatacji w kopalniach rud i węgla Rosji stacje sejsmiczne: „Siewierouralsk” w kopalni boksytu w Siewierouralsku, „Tashtagol” w kopalni rudy w Tasztagole, „Norilsk” w kopalniach rudy „Oktiabrskij” i „Tajmyrskij”, „Don” w kopalni węgla „Jużnaja”, w kopalni węgla Nr 1-5 w Barentsburgu (Szpicbergen), poligon geodynamiczny w kopalni „Sudżenskaja”, kopalniach „Komsomolskaja” i „Siewiernaja” spółki akcyjnej ОАО „Workutaugol”.

W Rosji najczęściej stosowany i zalecany [2] przez federalną służbę nadzoru technicznego Rostiechnadzor do stosowania w kopalniach węgla, eksploatujących pokłady węglowe skłonne do tupań, jest system monitoringu sejsmicznego GITS (Geo Info Trans System) – geofizyczny system informacyjno-transmisyjny, stanowiący kompleks programowo-techniczny, przeznaczony do ciągłej kontroli przestrzeni obszaru górniczego lub innych obiektów, z wykrywaniem rejonów i stref aktywacji w górotworze naturalnych i technogennych procesów geomechanicznych i sejsmicznych, przy pomocy przestrzennej sieci sejsmicznych i innych czujników, w celu sterowania i kontrolowania procesów technologicznych.

System GITS posiada telemetryczny kanał transmisji i obróbki informacji. Mogą być do niego podłączone różne przetworniki pomiarowe, przetwarzające wielkości fizyczne w sygnał elektryczny, w szczególności – przetworniki wibracyjne drgań sejsmicznych, umieszczane na obszarze objętym monitoringiem. Działanie systemu GITS polega na rejestracji i obróbce zapisów wstrząsów sejsmicznych o określonej energii, a w efekcie końcowym – określeniu stref o podwyższonym zagrożeniu sejsmicznym. Mapa stref intensywności stanowi materiał wyjściowy do ilościowej oceny sytuacji w kontrolowanym regionie. Zapewnienie ciągłej kontroli (monitoringu) zachowania stref podwyższonej intensywności pozwala prognozować i oceniać możliwość wystąpienia zjawisk dynamicznych w górotworze.

W celu prowadzenia monitoringu sejsmicznego w konkretnym regionie rozwija się sieć odbiorników (czujników). W systemie GITS wykorzystuje się wysokoczułe przetworniki wibracyjne DRC-11, odbierające drgania w trójosiowym układzie współrzędnych prostokątnych.

С участием специалистов ВНИМИ, Научного центра геомеханики и проблем горного производства СПГУ и ряда других научно-исследовательских и проектных институтов были построены и введены в эксплуатацию на рудниках и угольных шахтах России сейсмостанции: «Североуральск» на Североуральском бокситовом руднике, «Таштагол» на Таштагольском руднике, «Норильск» на рудниках «Октябрьский» и «Таймырский», «Дон» на угольной шахте «Южная», на угольной шахте № 1-5 рудника Баренцбург (арх. Шпицберген), геодинамический полигон на шахте «Судженская», шахтах «Комсомольская» и «Северная» ОАО «Воркутауголь».

В России наиболее широко применяемой и рекомендованной Ростехнадзором к применению на угольных шахтах, разрабатывающих угольные пласты склонные к горным ударам [2] является система сейсмического мониторинга ГИТС (GITS – Geo Info Trans Sistem) – геофизическая информационно-передающая система, представляет собой программно-технический комплекс, предназначена для непрерывного контроля объема шахтного поля или других объектов с выявлением участков и зон активизации естественных и техногенных геомеханических и сейсмических процессов в горном массиве, посредством пространственно распределенной сети сейсмических или других датчиков, для управления и контроля над технологическими процессами.

Система ГИТС состоит из телеметрического канала передачи и обработки информации. К нему могут быть подключены различные измерительные преобразователи физических величин в электрический сигнал, в частном случае – вибропреобразователи сейсмических колебаний, устанавливаемые на площади охватываемой мониторинг. Работа системы ГИТС основана на регистрации и обработке сейсмических толчков определенной энергии, в конечном итоге определение зон повышенной сейсмоопасности. Карта зон интенсивности является исходным материалом количественной оценки ситуации в контролируемом регионе. Обеспечение непрерывного контроля (мониторинга) за поведением зон повышенной интенсивности позволяет прогнозировать и оценивать возможности динамических проявлений в массиве горных пород.

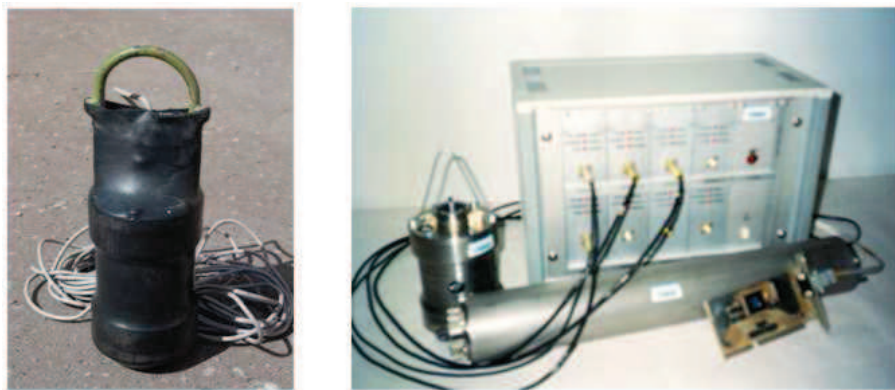
Для проведения сейсмического мониторинга в конкретном регионе разворачивается сеть приёмников (датчиков). В системе ГИТС использованы высокочувствительные вибропреобразователи ДРЦ-11, воспринимающие колебания по трем направлениям в декартовой системе координат.

Na rysunkach 1-3 pokazano podstawowe elementy składowe, niezbędne do funkcjonowania stacji sejsmicznej (czujnik, aparatura, kompleks powierzchniowy, algorytm oprogramowania).

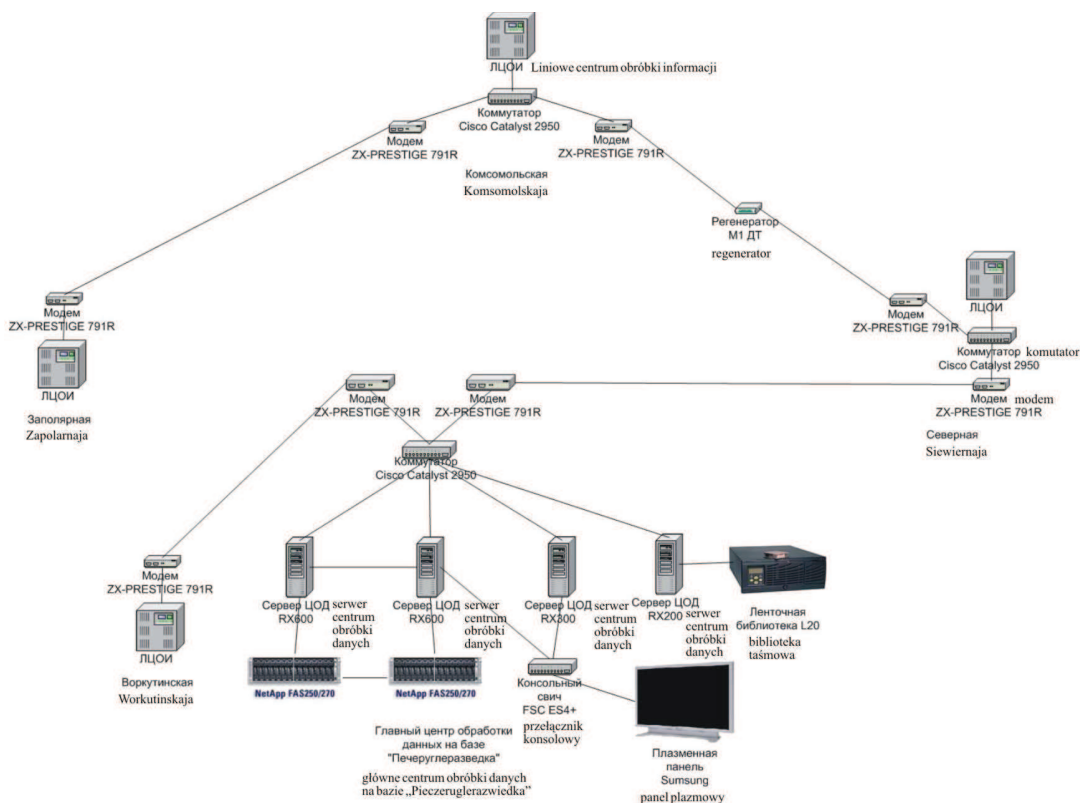
Aparatura systemu GITS posiada budowę przeciwybuchową z poziomem i rodzajem ochrony „PH1” i w wykonaniu pyło-wodoszczelnym ze stopniem ochrony IP54 wg GOST 14254-80 oraz posiada certyfikat zgodności systemu certyfikacji GOST R oraz zezwolenie na stosowanie w kopalniach z zagrożeniem gazowym (metanowym) i pyłowym, wydane przez Rostiechnadzor.

На рисунках 1-3 показаны основные компоненты, необходимые для функционирования сейсмостанции (датчик, аппаратура, поверхностный комплекс, алгоритм программного обеспечения).

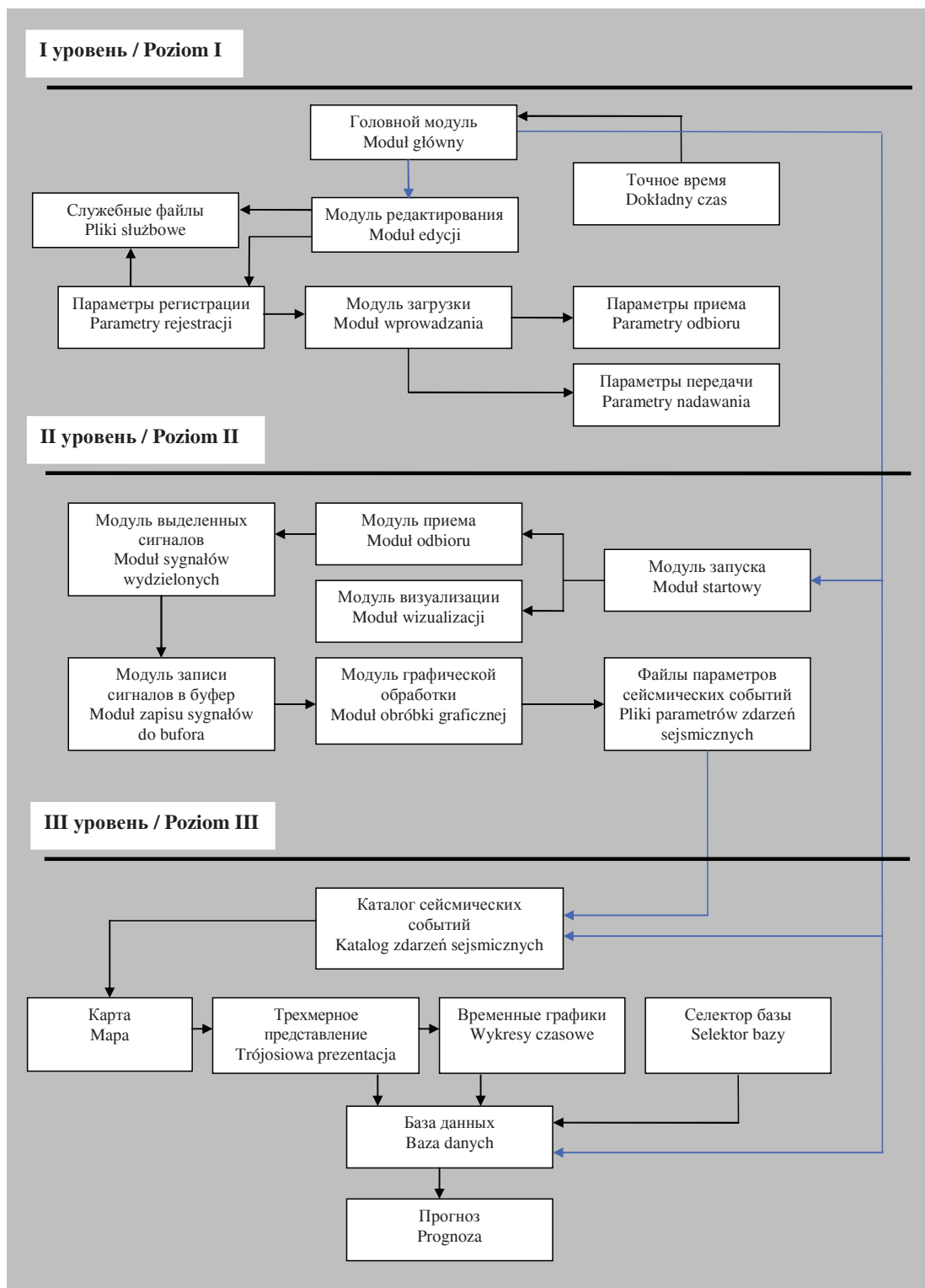
Аппаратура системы ГИТС выполнена во взрывозащищенном исполнении с уровнем и видом взрывозащиты "PH1" и пылевлагозащищенном IP54 по ГОСТ 14254-80 и имеет Сертификат соответствия системы сертификации ГОСТ Р и Разрешение на применение в шахтах опасных по газу (метану) и пыли, выданное Ростехнадзором.



Rys. 1. Czujnik DRC-11, aparatura GITS
Рис. 1. Датчик ДРЦ-11, аппаратура ГИТС



Rys. 2. Комплекс поверхностный GITS
Рис. 2. Поверхностный комплекс ГИТС



Rys. 3. Algorytm działania oprogramowania GITS
 Рис. 3. Алгоритм функционирования программного обеспечения ГИТС

Charakterystyka techniczna systemu GITS: zakres częstotliwości procesów odbieranych przez system GITS mieści się w granicach od 1 do 800 Hz; zakres sygnałów wejściowych od 0,01 mV do 2 V; zakres dynamiki rejestracji wynosi co najmniej 66 dB, długość pojedynczej linii telemetrycznej nie większa niż 8,5 km.

Технические характеристики системы ГИТС: частотный диапазон процессов, воспринимаемых системой ГИТС, лежит в пределах от 1 до 800 Гц; диапазон входных сигналов от 0,01 мВ до 2 В, динамический диапазон регистрации составляет не менее 66 db, длина отдельной телеметрической линии связи не более 8,5 км.

Wykonanie klimatyczne bloków podziemnych – U5 wg GOST 15150 dla temperatury otaczającego powietrza od -5°C do $+50^{\circ}\text{C}$ i względnej wilgotności do 100% przy temperaturze $+35^{\circ}\text{C}$.

Oprogramowanie GITS pozwala: sterować z powierzchni trybami pracy podziemnych bloków; określać współrzędne i parametry energetyczne rejestrowanych zjawisk (zdarzeń); przetwarzać informacje i dokonywać oceny bieżącego rozmieszczenia stref niebezpiecznego oddziaływania na stan górotworu, sporządzać schematy i mapy przyporządkowane do współrzędnych pól górniczych w przekroju pionowym lub w planie określać położenie linii granic promieni stref niebezpiecznego oddziaływania zdarzeń.

Wskaźniki niezawodności systemu GITS: czas bezawaryjnej pracy – co najmniej 4000 godz., średni czas odtworzenia – nie więcej niż 8 godz., średni czas użytkowania – co najmniej 10 lat.

W wielu kopalniach Rosji także z powodzeniem stosowane są systemy analogiczne do GITS.

Jednocześnie, jak wskazuje na to wieloletnie doświadczenie praktyczne [3], tendencja aparaturowo-przyrządowa w zwalczaniu tąpnięć nie jest w stanie w pełni zapewnić bezpieczeństwa prowadzenia robót górniczych w warunkach zagrożenia tąpnięciami. Główny ciężar problemu spoczywa na poprawnym inżynieryjno-technologicznym uzasadnieniu sposobów i kolejności wybierania w strefach zagrożonych tąpnięciami tak, aby wykluczyć zjawiska dynamicznego oddziaływania ciśnienia górotworu.

Literatura

1. Instrukcja bezpiecznego prowadzenia robót górniczych w złożach rudnych i nierudnych, obiektach budowy budowli podziemnych, skłonnych i zagrożonych tąpnięciami (RD 06-329-99). Moskwa. Państwowe Przedsiębiorstwo Unitarne „Naukowo-Techniczne Centrum Bezpieczeństwa Przemysłu Państwowego Urzędu Dozoru Technicznego i Górniczego Gosgortiechnadzor Rosji”, 2003.
2. Zapobieganie zjawiskom gazodynamicznym w kopalniach węgla (Zbiór dokumentów). Zespół autorski. Moskwa. Przedsiębiorstwo Państwowe „Naukowo-Techniczne Centrum Bezpieczeństwa Przemysłu Państwowego Urzędu Dozoru Technicznego i Górniczego Gosgortiechnadzor Rosji”, 2000. 320 str.
3. Sielwoniuk W.G., Wojnow K.A.: Doświadczenia prowadzenia robót górniczych w warunkach zagrożenia tąpnięciami. Gornyj Żurnal, Nr 3, 2004.

Artykuł został zrecenzowany przez dwóch niezależnych recenzentów

Климатическое исполнение подземных блоков – У5 по ГОСТ 15150 для температур окружающего воздуха от минус 5°C до плюс 50°C и относительной влажности до 100% при температуре плюс 35°C .

Программное обеспечение ГИТС позволяет: управлять с поверхности режимами работы подземных блоков; определять координаты и энергетические параметры регистрируемых явлений (событий); обрабатывать информацию и производить оценку текущего положения зон опасного влияния на состояние массива, составлять схемы и карты, привязанные к координатам шахтных полей в вертикальном разрезе или плане положение линий границ радиальных зон опасного влияния событий.

Показатели надежности системы ГИТС: наработка на отказ не менее 4000 часов, среднее время восстановления не более 8 часов, средний срок службы не менее 10 лет.

На ряде угольных шахт и рудников России также успешно применяются аналоги системы ГИТС.

Вместе с тем, как показывает многолетний практический опыт [3], аппаратурно-приборная тенденция в борьбе с горными ударами не способна полностью решить задачу безопасного ведения горных работ в удароопасных условиях. Основная тяжесть проблемы лежит на грамотном инженерно-технологическом обосновании способов и порядка отработки удароопасных участков, исключая динамические проявления горного давления.

Литература

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подъемных сооружений, склонных и опасных по горным ударам (РД 06-329-99). — М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности промышленности Госгортехнадзора России», 2003.
2. Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах (Сборник документов) / Кол.авт. — М.: Государственное предприятие НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000. — 320 с.
3. Селивоник В.Г., Воинов К.А.: Опыт ведения горных работ в удароопасных условиях. Горный журнал, № 3, 2004.

Статья прорецензирована двумя независимыми рецензентами

SYSTEM OF REGIONAL FORECAST OF ROCKBURST-HAZARDOUS AT MINES RUSSIA

Reviewed the technical data and features regional prediction system (control) rockburst-hazardous mine fields used in the development of rockburst-hazardous of coal and ore deposits in Russia. The experience of seismic monitoring system of mine fields to identify the most rockburst-hazardous zones.