

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И МЕТОДИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ ГЕОСРЕД

Терешкин А.А., Аникин П.А., Мигунов Д.С., Рассказов М.И.

*Институт горного дела – обособленное подразделение ХФИЦ ДВО РАН
(ИГД ДВО РАН), г. Хабаровск
andrey.tereshkin@bk.ru*

Современные подходы в области мониторинга динамики геосред включает в себя разработку все более эффективных и достоверных методов регистрации и анализа основных физико-механических параметров исследуемых объектов [1]. Среди основных, выделяются прочностные, деформационные, а также акустические параметры на основании исследования, которых, возможен заблаговременный прогноз и предотвращение последствий аварий, в том числе на особо опасных объектах.

Разработка технических и программных средств мониторинга природных и техногенных объектов, является основным направлением лаборатории геомеханики ИГД ДВО РАН. К основным разработкам по данному направлению относятся:

- акустическая система контроля горного давления (АСКГД) «Prognoz-ADS», позволяющая производить акустический мониторинг объектов с выдачей прогнозных оценок динамики развития очаговых зон, формирующихся при повышенном горном давлении [2];

- прибор локального контроля удароопасности «Prognoz-L» и «Prognoz-L2» проводит оценку акустической активности участков массива горных пород [3];

- система лазерного деформометра «Prognoz-D» регистрирует длинноволновые региональные колебания горного массива и проводит статистический анализ изменений деформаций в заданном периоде времени [4];

- лабораторная система исследования акустических и деформационных параметров «Prognoz-Lab» позволяет производить комплексные испытания и изучение поведения образцов пород ис-

следуемого месторождения с моделированием параметров их природного залегания;

– комплекс программных средств регистрации, обработки и анализа акустических данных «GeoAcoustics», «GeoControl», «GEOACOUSTICS3DVIEU», «GEOACOUSTICS M» «GEOFILTRATION» [5] позволяет производить обработку и анализ зарегистрированных АЭ событий, расчет показателей степени удароопасности, выдачу прогнозных оценок и миграции напряжений в виде графиков, карт, 3D моделей.

За 2 года работы лаборатории, разработанные системы и средства претерпели ряд изменений, направленных на повышение достоверности регистрации событий, повышение эффективности обработки данных с применением алгоритмов машинного обучения, совершенствования критериев оценки геодинамического состояния посредством проведения комплексного анализа натуральных и лабораторных данных.

Среди основных этапов модернизации АСКГД «Prognoz-ADS» выделяется:

– Разработка модели интеллектуального анализа для автоматической фильтрации техногенных сигналов;

– Разработка алгоритмов для автоматизации процессов выделения и визуализации акустически активных зон, триггерных событий, афтершоков и др., регистрируемых в процессе проведения сейсмоакустического мониторинга

Модернизация «Prognoz-L2»:

– Разработка и программная реализация алгоритмов выделения и сохранения в базы данных отдельных импульсов АЭ из звуковой дорожки флс прибора «Prognoz-L2»;

– Разработка системы дистанционного управления прибором локального контроля удароопасности при помощи программы «PROGNOZ-L2-REMOTE»

Модернизация программных средств:

– Доработка программы «GEOACOUSTICS-3DVIEW» по со-
вмещению результатов измерения прибора «Prognoz-L2» с 3D моделью объекта мониторинга;

Так же в 2024 году была разработана пилотная версия лабораторной акустической системы «Prognoz-Lab» работающая в комплексе с установкой АСИС СПЕЦ ГЕОТЕК, позволяющий

единовременно проводить прочностные, деформационные и акустические испытания образца в режиме осесимметричного сжатия.

Разработанные и модернизированные средства мониторинга успешно применяются на месторождениях Дальнего Востока, Забайкалья, Сибири, Кольского полуострова, ближнего зарубежья, отрабатываемых подземных и открытых способом. Алгоритмы выделения и анализа импульсов АЭ, а также оценочные критерии адаптированы под горные породы склонные к хрупкому разрушению. Анализ научных исследования с применением метода акустической эмиссии показал, что данный подход имеет довольно широкое применение в области изучения геофизических, химических и механических процессов переходных зон [6-11]. Таким образом, применение и адаптация разработанных технических средств и методов акустического и деформационного анализа возможна, для процессов, имеющих физическую волновую характеристику.

Литература

1. Рассказов И.Ю., Федотова Ю.В., Сидляр А.В., Потапчук М.И. Анализ проявлений техногенной сейсмичности в удароопасном массиве пород Николаевского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 11. С. 46-56.
2. Rasskazov M., Tereshkin A., Tsoi D. [et al.]. Research of the formation of zones of stress concentration and dynamic manifestations based on seismoacoustic monitoring data in the fields of the Kola Peninsula // E3S Web of Conferences: 8, Khabarovsk, 08–10 сентября 2020 года. Khabarovsk, 2020. P. 01009.
3. Терешкин А.А., Мигунов Д.С., Аникин П.А. [и др.]. Оценка геомеханического состояния удароопасного массива горных пород по данным локального геоакустического контроля // Проблемы недропользования. 2017. № 1(12). С. 72-80.
4. Цой Д.И., Рассказов М. И., Терешкин А.А. Технические возможности лазерного деформографа при размещении в подземной горной выработке // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр, Москва, 25–29 июня 2018 года. Москва: Институт проблем комплексного освоения недр РАН, 2018. С. 136-139.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667159 Российская Федерация. GeoFiltration: № 2023665959: заявл. 28.07.2023; опубл. 10.08.2023 / А.В. Константинов, А.П. Грунин, А.В. Сидляр; заявитель Федеральное государственное учреждение науки Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук.

6. Dolgikh G.I., Dolgikh S.G., Pivovarov A.A. [et al.]. A hydroacoustic system that radiates at frequencies of 19–26 Hz // *Instruments and Experimental Techniques*. 2017. Vol. 60. No. 4. P. 596-599.
7. Alekseev A.V., Valentin D.I., Dolgikh G.I. [et al.]. Registration of infragravity waves at the hydrosphere-lithosphere boundary using coastal laser strainmeter // *Doklady Earth Sciences*. 2003. Vol. 389. No. 2. P. 291-293.
8. Буланов А.В. Ультразвуковая лазерно-искровая спектроскопия для оперативного анализа химических элементов в морских акваториях // *Подводные исследования и робототехника*. 2023. № 4(46). С. 70-77.
9. Черных Д.В., Саломатин А.С., Юсупов В.И. [и др.]. Акустические исследования глубоководных газовых факелов Охотского моря // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2021. Т. 332. № 10. С. 57-68.
10. Черных Д.В. Разработка методов и программных средств акустического зондирования водной толщи и дна океана в зонах разгрузки метана: специальность 25.00.28 «Океанология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Черных Денис Вячеславович, 2014. 167 с.
11. Купцов А.В. Исследование сейсмоакустических сигналов камчатских землетрясений с использованием векторных гидроакустических приемников // *Солнечно-земные связи и электромагнитные предвестники землетрясений, село Паратунка, Камчатский край, 14–19 августа 2001 года. село Паратунка, Камчатский край: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук*, 2001. С. 60-61.