

Общее снижение упругих свойств отмечается в восточной части площади работ в районе панельного вентиляционного штрека, где прогнозируются «литологические» причины. При этом наиболее контрастное негативное изменение скоростей распространения упругих волн отмечается на северо-востоке площади работ в интервале верхней части продуктивной толщи Ек-ПКСк. Здесь же отмечается локальное понижение гипсометрии выделенных отражающих горизонтов.

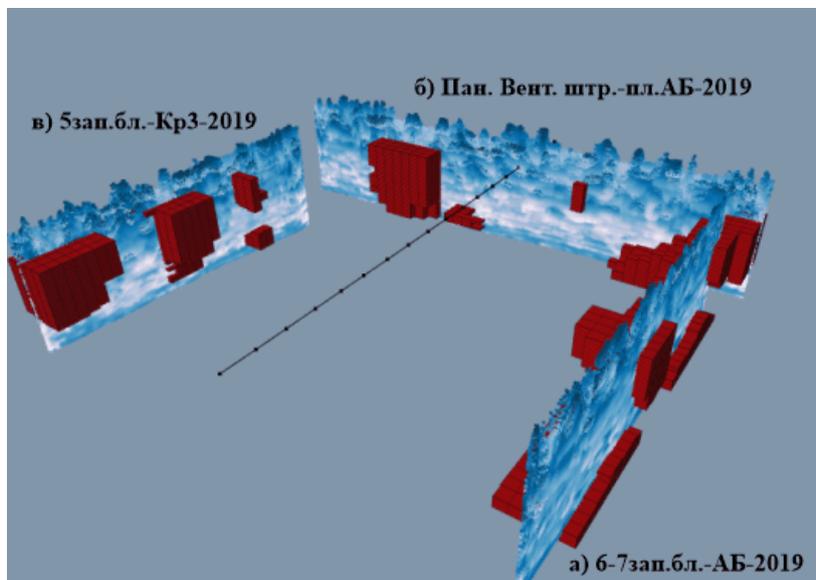


Рис. 4. Объемное представление зон разуплотнения горной породы

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / под ред. Н.М. Джиноридзе. – СПб; Соликамск, 2000. – 400 с.
2. Санфиоров И.А., Погребинский М.С. Интерпретация спектральных характеристик отраженных волн в зонах выклинивания // Геофизические методы поисков и разведки месторождений нефти и газа: межвуз. сб. науч. тр. / ПГУ. – Пермь, 1986. – С. 86-92.

УДК 550.834

DOI:10.7242/echo.2019.3.18

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СИГНАЛА ПОРОХОВОГО ИСТОЧНИКА

В.Ю. БОБРОВ, Е.Н. ВИНОГРАДОВ

*Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

**Аннотация:** Рассматривается возможность обработки сейсморазведочных профилей пороховым источником упругих колебаний без использования скважинного пространства на примере сейсморазведочных работ в условиях Верхнекамского месторождения солей.

**Ключевые слова:** малоглубинная сейсморазведка, импульсный пороховой источник упругих колебаний.

При проведении сейсморазведочного мониторинга, важным условием является статичность пунктов возбуждения (ПВ) и пунктов приема (ПП) при каждой обработке профильной линии через установленный промежуток времени. Так как мониторинг выполняется круглогодично, условия обработки профилей в зимний период имеет ряд особенностей, которые негативно влияют на оперативность и результаты работы. В частности, это отсутствие возможности бурения скважин для импульсного порохового источника упругих колебаний в условиях большого снежного покрова и промерзлого грунта. Следовательно, возникают пропуски ПВ, что негативно сказывается на конечном качестве материалов [1-3].

В качестве эксперимента предложено произвести возбуждение упругих колебаний в снег, с углублением сейсморужья до твердого грунта.

Полевой эксперимент проводился при обработке двух продольных и одной непродольной профильных линии с разной длиной расстановки, на разных площадях. Период проведения – февраль-март. Высота снежного покрова варьировалась от 80 см в лесной зоне, до 130 см на открытых участках. Отношение плотности снежного покрова к плотности грунта в данное время года составило  $1/3$ . Для прослеживания динамики энергии каждого сигнала, на одном ПВ производились выстрелы пороховым источником:

- 2 накопления в скважины;
- 2 накопления в снег;
- 4 накопления в снег.

Обработано 4 физических точки. На каждой записано по 3 сейсмограммы соответственно (Рис. 1).

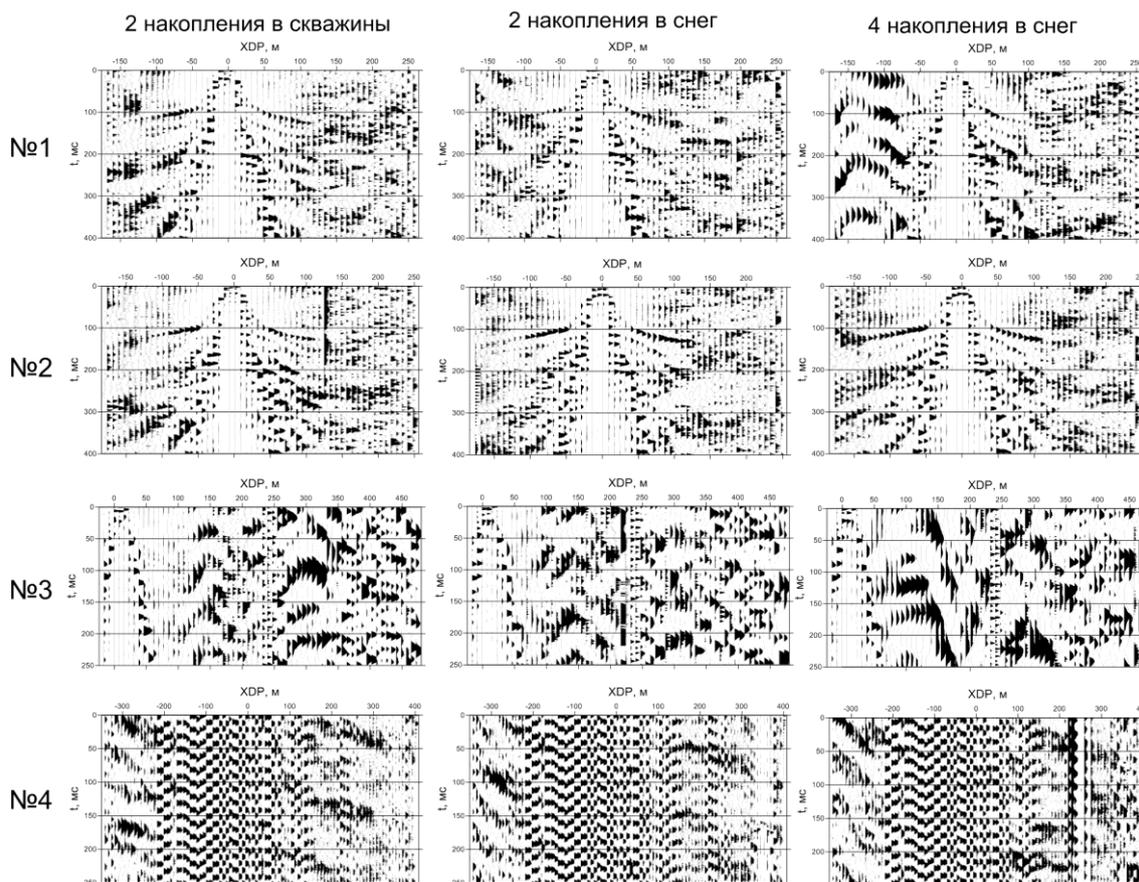


Рис.1. Сейсмограммы, полученные с физических точек №1, №2, №3, №4

Сейсмограммы с точек №1 и №2 получены с профиля, расположенного в лесном массиве, имеют более высокое качество материала (отсутствие техногенных помех), в отличие от сейсмограмм с точек №3 и №4, профиля которых располагались на территории провала СКРУ-2, отличающейся интенсивным уровнем помех, связанных с работой генераторов и крупногабаритной техники.

Амплитуда сигнала определена по амплитудному спектру сейсмограмм (Рис. 2).

Проанализировав среднее распределение амплитуд каждого спектра (Рис.3), можно сделать вывод, что динамические показатели сигнала при 2 накоплениях в лунки и 2 накоплениях в снег практически идентичны для всех исследуемых точек.

Можно заметить, что при увеличении числа накоплений, амплитуда сигнала падает. Это связано с тем, что серии выстрелов пороховым источником в снег по 2 и 4 накопления производились в одно и тоже отверстие или близкое друг к другу. В следствие чего нарушалась целостность снежного покрова, тем самым ухудшался контакт сейсморужья с земной поверхностью. Исходя из этого, увеличение числа накоплений является нецелесообразным, так как не дает положительной динамики сигнала, увеличивает стоимость расходных материалов (патронов) и временных затрат.

Таким образом, для обработки сейсморазведочных профилей без пропусков ПВ, связанной с отсутствием возможности бурения скважин в холодное время года, рекомендуется обработка точки выстрелом в подошву снега в два накопления. При данной обработке, стоит учитывать такие факторы как высота снежного покрова – она должна быть не менее 50 см и отсутствие возможности обработки механическим невзрывным источником упругих колебаний [1]. В противном случае, пропуск ПВ неизбежен.

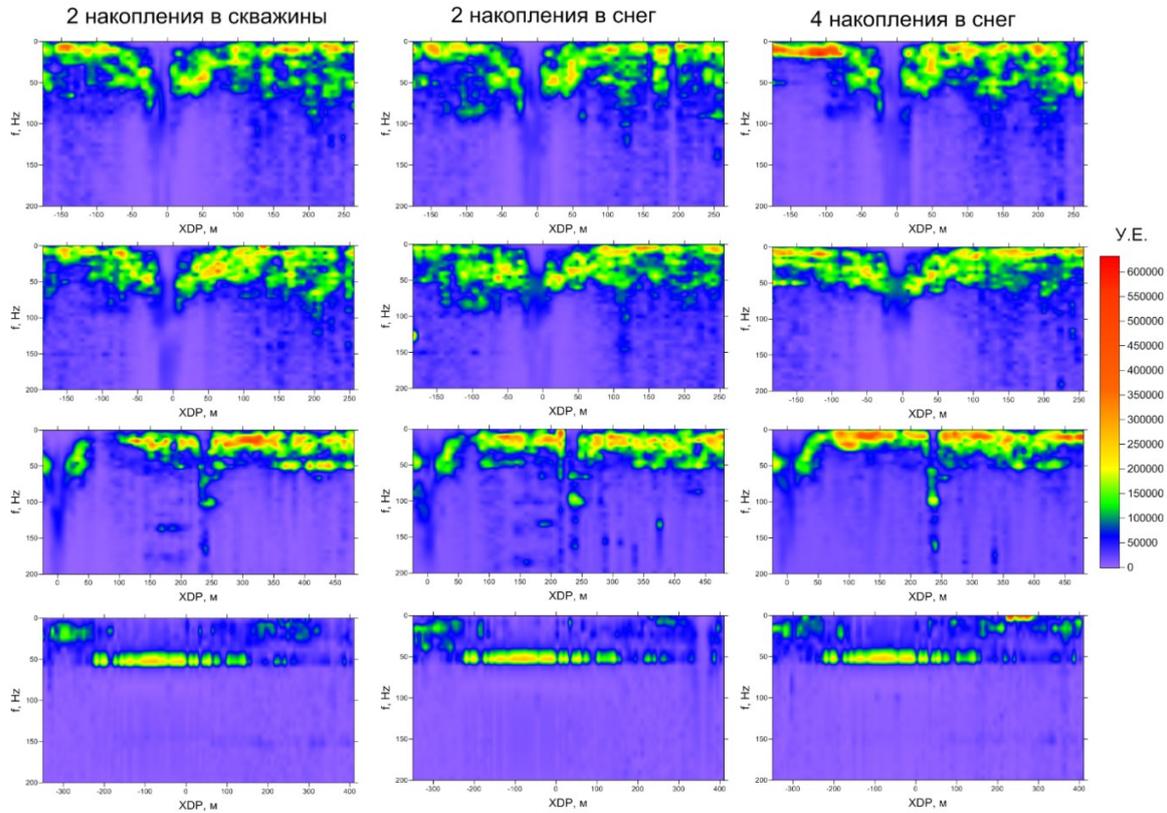


Рис.2. Амплитудные спектры сейсмограмм с физических точек №1, №2, №3, №4

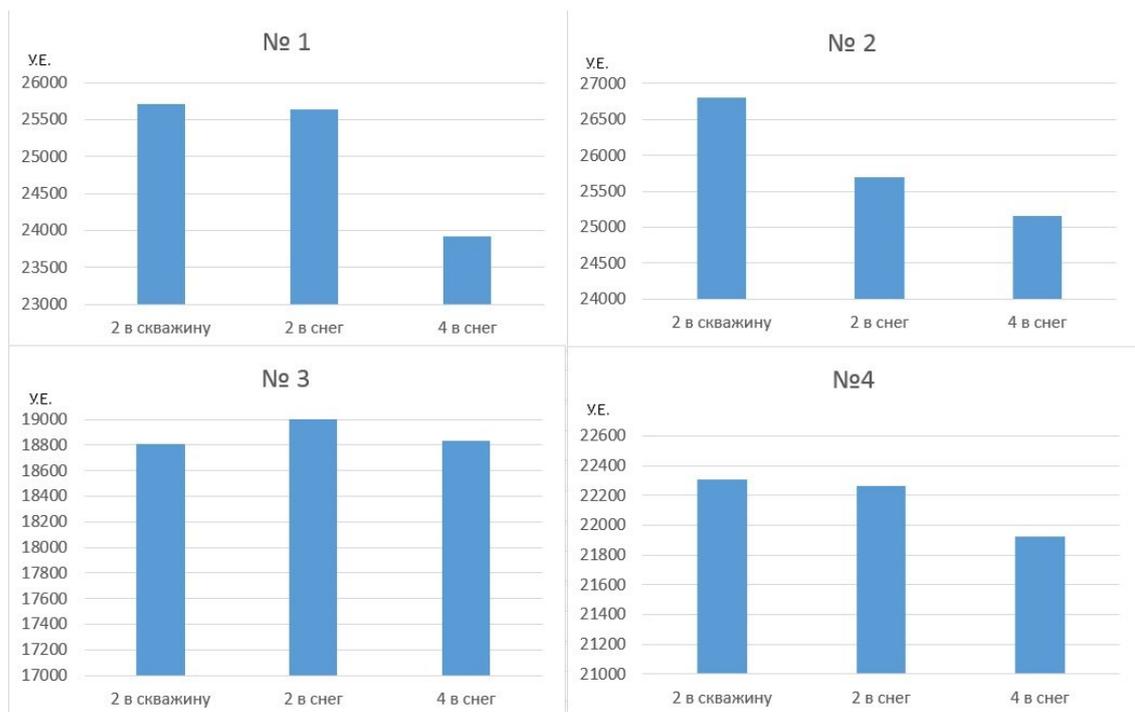


Рис. 3. Графики распределения средних значений амплитуд

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Санфиров И.А., Ярославцев А.Г., Жикин А.А., Глебов С.В., Герасимова И.Ю. О перспективах малоглубинной сейсморазведки 3D на Верхнекамском месторождении солей // Геофизика. – 2015. – № 5. – С. 6-11.
2. Санфиров И.А., Ярославцев А.Г. Опыт применения сейсморазведки ОГТ для решения инженерно-геологических задач // Геофизика. – 2004. – № 3. – С. 27-30.
3. Санфиров И.А., Ярославцев А.Г., Бабкин А.И. О результатах применения малоглубинной сейсморазведки МОГТ на территории ВКМКС // ГеоЕвразия 2018. Современные методы изучения и освоения недр Евразии: тр. Междунар. геолого-геофизич. конф., 05-08 февр. 2018 г. / ООО «Центр анализа сейсмологич. данных МГУ». – М., 2018. – С. 664-668.
4. Бобров В. Ю. Сравнительный анализ источников упругих колебаний для инженерных сейсморазведочных работ // XIX Уральская молодежная научная школа по геофизике: сб. науч. материалов / ИГФ УрО РАН [и др.]. – Екатеринбург, 2018. – С.27-29.

РУДНИЧНАЯ АЭРОГАЗОДИНАМИКА  
И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

УДК 622.253

DOI:10.7242/echo.2019.3.19

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Л.Ю. ЛЕВИН

*Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

**Аннотация:** В работе описано два примера внедрения систем мониторинга в горной промышленности специалистами отдела Аэрологии и теплофизики: интеллектуальная система мониторинга состояния замороженного породного массива при проходке стволов в сложных гидрогеологических условиях и автоматизированная система мониторинга аэрогазодинамических параметров рудничной атмосферы. Описаны основные комплексы измерительного оборудования, средств передачи и обработки сигналов и программное обеспечение для интерпретации и визуализации данных мониторинга.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, мониторинг температур, мониторинг расходов воздуха, аэрогазодинамическая безопасность, рудничная вентиляционная сеть, шахтный ствол, ледопородное ограждение, искусственное замораживание пород.

**Введение**

В последние годы в различных областях промышленности все более активно начинают внедряться системы мониторинга и управления различными технологическими процессами [1, 2]. Это обусловлено развитием методов измерения, передачи, обработки и визуализации различных данных о параметрах физических и технологических процессов и является одним из аспектов перехода к цифровой экономике [3] и одним из приоритетов экономической политики России. Конечной целью внедрения систем мониторинга и управления технологическими процессами следует считать повышение энергоэффективности и безопасности функционирования производства.

Системы мониторинга в общем случае могут быть классифицированы на несколько видов в зависимости от задач, накладываемых на них, и функций, оставленных на выполнение человеку-оператору:

- 1) автоматизированная,
- 2) автоматическая,
- 3) интеллектуализированная,
- 4) интеллектуальная.

Если *автоматизированная* система допускает выполнение человеком-оператором некоторых функций (наиболее общего, целеполагающего характера или же не поддающихся автоматизации), то *автоматическая* система обрабатывает информацию, формирует команды и преобразовывает их в воздействия на управляемый объект без участия человека. В случае, если автоматизированная система при обработке и анализе измеряемых данных использует методы искусственного интеллекта, то такую систему правильнее называть *интеллектуализированной*. При этом *интеллектуальной* системой является система, использующая методы искусственного интеллекта и не предполагающая участия человека-оператора.

Под методами искусственного интеллекта здесь понимаются различные методы решения творческих, плохо формализуемых задач [4]. Такими творческими задачами могут быть, к при-