

Президента Российской Федерации

Проект Автоматизация обработки данных геофизических исследований в скважинах автономной аппаратурой с использованием акселерометров скважинного комплекса(14.W01/15/3659-МК, срок действия – 2015-2016 гг., руководитель – к.ф.-м.н. А.А. Власов).

Конечная цель исследований состоит в повышении качества каротажного материала для скважин с коллекторами малой мощности путём более точного перевода данных из временной шкалы в шкалу глубин.

Сформулированы следующие этапы решения поставленной задачи:

- 1) разработать технологию проведения автономного каротажа на буровых трубах с целью последующей привязки данных с учётом акселерометров каротажного комплекса;
- 2) реализовать алгоритм перевода данных из временной шкалы в шкалу глубин с учётом данных скважинной аппаратуры;
- 3) произвести проверку работы алгоритма на данных полученных в реальных условиях каротажа на буровых трубах.

На первом этапе работы по гранту были проанализированы технические характеристики скважинной аппаратуры автономного каротажа на буровых трубах. В рамках работы были определены интересующие характеристики (частота опроса, погрешность измерения, время реакции) применяемых модулей продольных акселерометров, являющихся частью модулей инклинометрии (измерение углов положения прибора в пространстве), и модули ударных акселерометров, регистрирующие внешнее воздействие на аппаратуру. Такие модули измеряют проекцию ускорения прибора на вектор ускорения свободного падения.

На втором этапе были проанализированы технические характеристики скважинной аппаратуры каротажа в процессе бурения и возможности регистрации сигналов продольных акселерометров. Разработанные алгоритмы были реализованы как встраиваемый программный модуль в систему Realdepth 5 предназначенную для выполнения каротажа на буровых трубах и в процессе бурения. Проведено опытное апробирование созданной технологии на экспериментальном материале совместно с представителями завода изготовителя аппаратуры ООО НПП ГА «Луч» и нефтегазовой компании ОАО «Сургутнефтегаз». Созданная технология позволила существенно улучшить качество геофизического материала для каротажа на буровых трубах, зарегистрированного в сложных условиях, что даёт предпосылки для дальнейшего промышленного внедрения.

По итогам работы была подготовлена статья «Гармонические колебания в движении низа при равномерном перемещении верха буровой колонны» в журнал «Геология и геофизика». Также результаты вошли в разделы двух учебных пособий:

1. Ельцов И.Н., Власов А.А., Соболев А.Ю., Фаге А.Н., Байкова М.А. «Обработка, визуализация и интерпретация геофизических исследований в скважинах в системе» EMF Pro: учеб. пособие // 2016. – С. 101 с.;
2. Ельцов И.Н., Власов А.А. «Информационная модель в скважинной геофизике и комплекс программ для предобработки, интерпретации и анализа геофизических данных» //2016. — С. 205 с.

Полученные результаты были использованы в двух квалификационных работах бакалавров защищенных под руководством А.А. Власова и Д.В. Тейтельбаума на кафедре систем информатики ФИТ НГУ в июне 2016:

1. Косогова Н.О. «Разработка информационного средства хранения и доступа к данным забойной телеметрической системы измерений в процессе бурения»;
2. Баранов Д.В. «Разработка программного средства контроля траектории бурения скважин на основе данных забойной телесистемы».

Проект Гео-техногенные системы: механизмы миграции и осаждения химических элементов по геохимическим данным и результатам электроразведки. (МК-6654.2016.5, срок действия 2016-2017 гг., руководитель – к.г.-м.н. Юркевич Н.В.)

Научное исследование направлено на выяснение механизмов миграции химических элементов из складированных сульфид-содержащих отходов горнорудного производства с водными потоками и условий осаждения на природных геохимических барьерах при помощи геохимических и геофизических методов. Рассматриваются шесть хвостохранилищ переработки руд полиметаллических и золоторудных месторождений в Кемеровской области и Забайкальском крае: 1) Отходы флотации, складированные в отвалах переработки кварц-турмалин-сульфидных руд Ключевского золоторудного месторождения и молибденитовых руд Шахтаминского молибденового месторождения в Забайкальском крае, Белоключевского медно-колчеданного месторождения (пос. Урск) в Кемеровской области; 2) Отходы цианирования золото-молибденитовых руд Давендинского и Александровского комплексных месторождений (Забайкальский край) и золото-арсенопирит-кварцевых руд Комсомольского золоторудного месторождения (Кемеровская область), содержащие высокие концентрации анионогенного мышьяка.

Планируется на основе данных полевых электроразведочных измерений, лабораторных и натуральных экспериментов 1) уточнить интерпретацию гео-электрических разрезов, получаемых при помощи электротомографии и электро-магнитного сканирования техногенных систем с учетом электропроводности сульфидных и вторичных сульфатных минералов, порового раствора; 2) определить зоны формирования природных геохимических барьеров, 3) выявить оптимальные условия для электрохимического извлечения металлов (Ag, Au, Cu, Zn) из дренажных растворов.

Задачи в рамках сформулированной проблемы заключаются в 1) оконтуривании тела техногенной системы, определение зональности хвостохранилища и путей распространения дренажных потоков геофизическими методами; 2) геохимическом опробовании вещества отходов с учетом гео-электрических свойств среды и измерения *in-situ* физико-химических параметров исследуемого вещества; 3) построении модели строения хвостохранилищ с учетом установленных зависимостей между геоэлектрическими и геохимическими параметрами среды, 4) оценке экологического ущерба водным и земельным ресурсам.

В результате проведенных полевых, теоретических, лабораторных и экспериментальных работ получены следующие результаты:

– по данным электротомографии построены гео-электрические разрезы Шахтаминского хвостохранилища переработки руд Мо-месторождения (Забайкальский край), определена мощность техногенных отложений и оконтурена зона разлома. Среди техногенных отложений определены сезонномёрзлые супеси с температурой около -0.5° и относительно высокими удельными электрическими сопротивлениями (до 870 Ом·м);

- процессы окисления и химического выветривания вещества отходов приводят к интенсивному выносу широкого спектра химических элементов (Cu, Zn, Cd, As, Sb, Pb, Te, Ag) из вещества отходов. Анионогены и комплексообразователи Ti, Mn, V, U, Au склонны к накоплению в техногенном теле;

- наличие естественных геологических разломов в зонах распространения дренажных потоков приводит к миграции высокоминерализованных растворов в глубокие подземные горизонты. Примером служит дренажная система Шахтаминского хвостохранилища. Результаты гидрохимического опробования поверхностных и подземных вод вблизи Шахтаминского хвостохранилища свидетельствуют о миграции широкого спектра элементов, в частности – токсичного мышьяка, концентрация которого в питьевой скважине в пос. Вершино-Шахтаминский превышает кларковое содержание более чем в 500 раз;

- в природно-техногенной Дарасунской гидросистеме обнаружен широкий спектр химических элементов в концентрациях, существенно превышающих кларковые, фоновые значения для речных вод. Сопоставление геохимических ассоциаций в веществе отходов и в растворе дает основание полагать, что основной фактор формирования состава поверхностных вод в исследуемом районе – техногенный;
- обнаружена значимая корреляция электропроводности отходов, измеренной прямым экспресс-методом в пастах в полевых условиях, с их химическим составом: кислотностью, содержанием металлов, сульфатной и сульфидной серы. Кроме того, электропроводность имеет обратную корреляцию с удельным электрическим сопротивлением, полученным при помощи электромагнитного сканирования;
- обоснована эффективность осаждения мышьяка из многокомпонентных дренажных растворов с исходным рН=2.1 и содержаниями As 1.35 г/л, Fe 8.1 г/л при помощи химических реагентов (барьеров): известкового молока, гидроксида натрия, сульфида натрия.

Проект Разработка комплексного метода малоуглубинной сейсморазведки по данным преломленных, отраженных и поверхностных волн (МК-7778.2016.5, срок действия 2016-2017 гг., руководитель – к.ф.-м.н. Сердюков А.С.)

В проекте проводились исследования, направленные на решение проблемы повышения эффективности определения строения и свойств верхней части геологического разреза (ВЧР) глубиной до 100м., путем совместного использования данных объемных и поверхностных сейсмических волн. Рассматривались две группы методов. Первая группа - это подходы, основанные на обработке данных (как правило времен пробега) объемных волн: метод преломленных волн (МПВ) и метод сейсмической томографии на рефрагированных волнах. Вторая группа алгоритмов основана на обработке данных поверхностных волн. Был разработан и реализован новый алгоритм на основе комбинирования новой модификации метода полей времен пробега (МПВ) в неоднородных средах (с использованием численного решения уравнения эйконала) и метода сейсмической томографии. Исследовался метод многоканального анализа поверхностных волн (MASW). На основе проведения серии экспериментов с использованием синтетических данных было показано, что результаты восстановления свойств ВЧР существенно зависят от выбора начального приближения – при неправильном выборе «стартовой» модели получаются не достоверные результаты. Предлагается способ построения стартовой модели, обеспечивающий сходимость решения. Другой проблемой MASW является выделение дисперсионных кривых из зашумленных сейсмограмм. Был предложена и опробована на реальных данных методика улучшения результатов спектрального анализа, основанная на применении гладких оконных преобразований. Реализация MASW была неоднократно испытана при обработке реальных данных. Результаты хорошо согласуются с результатами других исследований ВЧР на рассмотренных объектах. На основе разработанных методов была предложена методика комплексирования результатов, полученных на основе объемных и поверхностных волн, для решения задачи восстановления физико-механических свойств путем использования корреляционных зависимостей.

результатами первого года (этапа) выполнения проекта являются:

- Разработана новый алгоритм многоканального анализа поверхностных волн
- Предложена методика определения физико-механических свойств
- Разработан и реализован метод полей времен пробега в неоднородных средах
- Проведены полевые работы, получены и обработаны реальные сейсмические данные.