

ВЛАДИКАВКАЗСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН
ЮЖНЫЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВНЦ РАН
ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВНЦ РАН
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ ИМ.О.Ю. ШМИДТА РАН

ГЕОДИНАМИКА КАВКАЗА:
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

тезисы докладов

Всероссийской научно-практической конференции

(с. Цей, 21–23 октября 2015 г.)

Владикавказ

2015

ББК 22.253.3

Г-46

Геодинамика Кавказа: инструментальные наблюдения и математическое моделирование: тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции (с. Цей, 21–23 октября 2015 г.).–Владикавказ: ВНЦ РАН, 2015.–48 с.

Сборник содержит тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции «Геодинамика Кавказа: инструментальные наблюдения и математическое моделирование» (с. Цей, 21–23 октября 2015 г.), которая проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 15-05-20914.

© Владикавказский
научный центр РАН, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	5
ТИХОЦКИЙ С.А. «Современные перспективы разведки и добычи углеводородов на территории Северного Кавказа».....	7
КУСРАЕВ А.Г. «Комплексная проблема безопасности как основа Программы развития ВНЦ РАН».....	8
ЗААЛИШВИЛИ В.Б. «Мониторинг опасных природно-техногенных процессов на территории Республики Северная Осетия-Алания»	9
ЕТИРМИШЛИ Г. Д., КАЗЫМОВА С.Э., ИСМАИЛОВА А. Т. «Геодинамика областей развития грязевых вулканов Азербайджана за период 2009-2014 гг.»	10
АЛБОРОВ И. Д., ТЕДЕЕВА Ф.Г., БУРДЗИЕВА О.Г. «Физико-химические методы улучшения качества окружающей среды при добыче руд цветных металлов на Северном Кавказе».....	12
СЕКЦИЯ I. МЕТРОЛОГИЯ И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ И ГЕОЭКОЛОГИИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА.	13
ГУРБАНОВ А.Г. «Создание модели геодинамического развития региона Большого Кавказа на основе изучения геохимии и изотопии фанерозойских (включая неоген-четвертичные) магматических комплексов и выявление их минерагенической специфики».....	15
МИЛЮКОВ В.К., МЯСНИКОВ А.В., ВОЛЬФМАН Ю.М., ПУСТОВИТЕНКО Б.Г. «Исследование взаимосвязи приливного отклика среды и сейсмичности по деформационным данным в Приэльбрусье».....	16
РОГОЖИН Е.А., ЛУТИКОВ А.И., ОВСЮЧЕНКО А.Н., ДОНЦОВА Г.Ю., КУЧАЙ М.С., РОДИНА С.Н. «Детальное сейсмическое районирование Северного Кавказа».....	17
СИРОТИНСКИЙ Ю.В., АБАТУРОВ М.А., ЦИВАДЗЕ А.Ю. «Инновационная технология разведки нефти и газа, основанная на детектировании шумовых полей».....	18
МИЛЮКОВ В.К., МЯСНИКОВ А.В. «Комплексный мониторинг состояния магматических структур Эльбрусского вулканического центра по деформационным данным».....	20
КОВАЛЕНКО Н.В., ПЕТРАКОВ Д.А., АЛЕЙНИКОВ А.А., АРИСТОВ К.А., БОЙКО Е.С., ДРОБЫШЕВ В.Н., ЧЕРНОМОРЕЦ С.С. «Гляциологический мониторинг ледника Колка в 2002-2014 гг.».....	21
ТАВАСИЕВ Р.А. «Подвижки ледников Северной Осетии»	23

ЛОЛАЕВ А.Б., ГУРБАНОВ А.Г., ЦУКАНОВА Л.Е., СЕМЕНОВА И.В., ЛЕКСИН А.Б., ДЗЕБОЕВ С.О., БАДОЕВ А.С., ОГАНЕСЯН А.Х., ИЛАЕВ В.Э. «Оценка негативного воздействия отходов Мизурской обогатительной фабрики ССЦК на воды прилегающих территорий, в частности р. Ардон и втекающих в нее рек. Анализ проб 2013-2014 годов».....	25
СОБИСЕВИЧ А.Л., СОБИСЕВИЧ Л.Е., КАНОНИДИ К.Х. «Северо-Кавказская геофизическая обсерватория: история создания и перспективы развития».....	27
РОГОЖИН Е.А., ОВСЮЧЕНКО А.Н., КУЛАНИН Н.В. «Палеосейсмические исследования на территории Северного Кавказа».....	29
МИРОНОВ А.П., МИЛЮКОВ В.К., ДРОБЫШЕВ В.Н., ХУБАЕВ Х.М., ОВСЮЧЕНКО А.Н. «Создание системы мониторинга современных движений Владикавказской разломной зоны методами спутниковой геодезии».....	30
СЕКЦИЯ II. ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА.....	31
ЛОЛАЕВ А.Б., БАДОЕВ А.С., АРУТЮНОВА А.В., ДЗЕБОЕВ С.О., ОГАНЕСЯН А.Х., ИЛАЕВ В.Э. «Применение математических методов и алгоритмов для оптимизации технологических параметров намыва хвостохранилищ и определение времени их консолидации».....	33
КАМЕНЕЦКИЙ Е.С., ЗАРИНИ А.Г. «О возможном влиянии геохимических процессов на причины схода ледника Колка.....	35
РОГОЖИН Е.А., ГОРБАТИКОВ А.В., СТЕПАНОВА М.Ю., ОВСЮЧЕНКО А.Н., АНДРЕЕВА Н.В., ХАРАЗОВА Ю.В. «Результаты исследований методом микросейсмического зондирования и моделирование глубинного строения Большого Кавказа».....	37
РАДИОНОВ А. А. «О равновесном состоянии самогравитирующей сферической вращающейся сжимаемой жидкости».....	39
КУСОВ Б.Р. «К модели прогнозирования землетрясений и других геодинамических процессов используя данные термопрофилирования».....	40
МИРОНОВ А.П., МИЛЮКОВ В.К., СТЕБЛОВ Г.М. «Расчетные и модельные скорости тектонических движений Северного Кавказа по многолетним GPS наблюдениям».....	41
ВОЛИК М.В. «Математическое моделирование аэродинамики улиц и распространения загрязняющих веществ в них.....	43
ДРОБЫШЕВ В.Н. «О новой модели прогнозирования землетрясений».....	45
ВОРОПАНОВА Л. А., КОКОЕВА Н.Б. «Моделирование процесса гидрохлорирования сульфатного цинкового спека»	47

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА.

Тихоцкий С.А.

(Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва)

Объём доказанных извлекаемых запасов (традиционных) нефти в России на 1 января 2013 г. составляет 80 млрд. баррелей. Ежегодно добывается 3,75 млрд. баррелей «легкой» нефти. Ее хватит максимум, на 22 года.

3 мая 2012 г. вышло Распоряжение Правительства РФ от N 700-р «О стимулировании реализации новых инвестиционных проектов по разработке участков недр, содержащих запасы трудноизвлекаемой нефти». Согласно этому распоряжению, в категорию ТРИЗ включены запасы нефти месторождений с проницаемостью пластов менее 2 мД. Планируется, что к 2020 г. 11% нефти в России должно добываться из нетрадиционных источников (сейчас – 0,2%).

Проблема освоения нетрадиционных резервуаров нефти является междисциплинарной и, по существу, относится к фундаментальным проблемам геологии, геофизики и математики (моделирования и высокопроизводительных вычислений). Для её успешного решения необходимо сотрудничество учёных и практиков: физиков, геофизиков, математиков и программистов, геологов, геохимиков и специалистов нефтегазовой индустрии.

Сланцевые бассейны в России широко развиты, но только незначительная часть из них интересна для изучения и освоения. Необходимые условия – наличие большого количества органического вещества, благоприятные условия захоронения, определенный тип органического вещества, определенный состав вмещающих сланцев (глин и мергелей с карбонатной составляющей) определенная зрелость.

Наши предварительные исследования показывают, что возможным новым перспективным объектом добычи органических веществ на Кавказе может явиться Хадумская свита. Для проведения соответствующих фундаментальных и прикладных исследований на указанной территории необходимым условием является наличие мощной, комплексной научно-исследовательской базы – Владикавказского геолого-геофизического полигона.

ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН»

Кусраев А.Г.

(Владикавказский научный центр РАН, г. Владикавказ)

Центральный Кавказ представляет собой уникальную природную лабораторию, это регион накопления и разрядки потенциала опасных геодинамических процессов. Проведенные рядом учреждений Российской академии наук, при участии и организационной поддержке Владикавказского научного центра, исследования в 2003-2015 гг. подтверждают активизацию геодинамических процессов в пределах Казбекского, Эльбрусского и Кельского вулканических центров.

В связи с этим особо актуальным является проведение долгосрочного комплексного мониторинга вулканических, сейсмических и гляциологических опасностей и связанных с ними возможных катастрофических событий с помощью геолого-геофизических и гляциологических исследований, направленных на обеспечение прогнозирования, предупреждения и снижения ущерба от природных и природно-техногенных катастроф. Однако, выполнение этих исследований, получения экспериментальных данных, их обработка и обсуждение научных результатов чрезвычайно затруднено отсутствием необходимой инфраструктуры – исследовательской базы в области наук о Земле.

В настоящее время Владикавказский научный центр ведет разработку проекта создания Международного исследовательского центра «Геолого-геофизический полигон» (МИЦ) на территории Республики Северная Осетия-Алания, как в интересах фундаментальной науки, так и в интересах безопасности жизнедеятельности населения региона. Такой Центр в области наук о Земле явился бы важной базовой исследовательской и образовательной структурой для институтов РАН и университетов, дополняющей сеть высокотехнологичных исследовательских центров региона Большого Кавказа.

Основной задачей МИЦ будет инфраструктурное, материально-техническое, метрологическое, организационное, финансовое и информационное обеспечение российских и международных научно-исследовательских коллективов, экспедиций, работающих в пределах Казбекского, Кельского и Эльбрусского вулканических центров, а также поддержка других форм международного сотрудничества.

МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

Заалишвили В.Б.

(Геофизический институт ВНИЦ РАН, г. Владикавказ)

Территория Северной Осетии подвержена воздействию опасных природно-техногенных процессов, наиболее разрушительным из которых по масштабу возможных последствий является сейсмическая опасность. Наибольшую опасность в силу своей близости к территории г. Владикавказ представляет Владикавказский разлом, сейсмический потенциал которого оценивается $M=7.1$. В связи с этим, а также учитывая активизацию других опасных природных процессов на Кавказе, в том числе, неожиданный сход ледника Колка 20 сентября 2002 года, в конце 2003 года существующая Республиканская сейсмическая сеть наблюдений Центра была преобразована в сеть комплексных наблюдений «Кармадонский параметрический полигон». Была поставлена задача организации современной системы сейсмологических, геодинамических и гравиметрических наблюдений. В стратегическом плане целью создания сети является разработка концепции безопасности населения горных регионов и создание эталонных сценариев опасных геологических процессов (оползни, движения ледников, землетрясения и т.д.). Именно для этих целей в сентябре 2003 г. была организована базовая станция в п. Кармадон. В 2012 году непосредственно в районе ледника Колка была организована соответствующая станция. Станция работает в непрерывном режиме и полностью зафиксировала процесс движения лавинообразного потока 17 мая 2014 г., основные этапы движения которого во многом схожи с Кармадонской катастрофой 2002 г. Выполнен предварительный анализ полученных данных.

ГЕОДИНАМИКА ОБЛАСТЕЙ РАЗВИТИЯ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ ЗА ПЕРИОД 2009-2014 ГГ.

Етирмишли Г.Дж., Казымова С.Э., Исмаилова А.Т.

*(Национальная Академия Наук Азербайджана,
Республиканский Центр Сейсмологической Службы, Баку)*

Грязевые вулканы являются одним из природных достояний Азербайджана, по количеству которых наша страна занимает первое место в мире. Естественно, и в их изучении накоплен немалый опыт. Исследование областей развития грязевых вулканов, а также сейсмичности в этих областях, относится к числу актуальных и недостаточно хорошо исследованных вопросов наук о Земле. Очевидно, что эта проблема имеет важное как научное, так и практическое значение. С фундаментальной точки зрения такие исследования необходимы для понимания условий и механизма формирования грязевых вулканов. С практической точки зрения они интересны в связи с проблемой оценки сейсмической угрозы, включающей общее сейсмическое районирование, детальное сейсмическое районирование и микрорайонирование. Особое значение данная тема приобретает на современном этапе, когда проектируется интенсивная разработка нефтегазовых месторождений, развитие агропромышленного комплекса и городских агломераций Азербайджана.

В Азербайджане ежегодно происходит 3-4 извержения вулканов, а за последние годы наблюдалось пробуждение самых активных из них. В 2011 году бурно извергался самый активный в Гобустане вулкан Шихзаирли, следом за ним – Дашмардан, который проявляет себя очень редко, в последний раз – 25 лет тому назад. Один из самых активных вулканов, расположенных на Абшеронском полуострове – Локбатан. Он вновь дал о себе знать через два года после последнего извержения в 2010 году – осенью 2012-го. 1 апреля – один из крупных вулканов Азербайджана Ахтармапашалы. Последнее его извержение было в 1986 году, и вдруг 27 лет спустя он вновь заговорил. Извержение Шихзаирли и Дашмардана произошло после серии слабых подземных толчков в Ширване и Гаджигабуле.

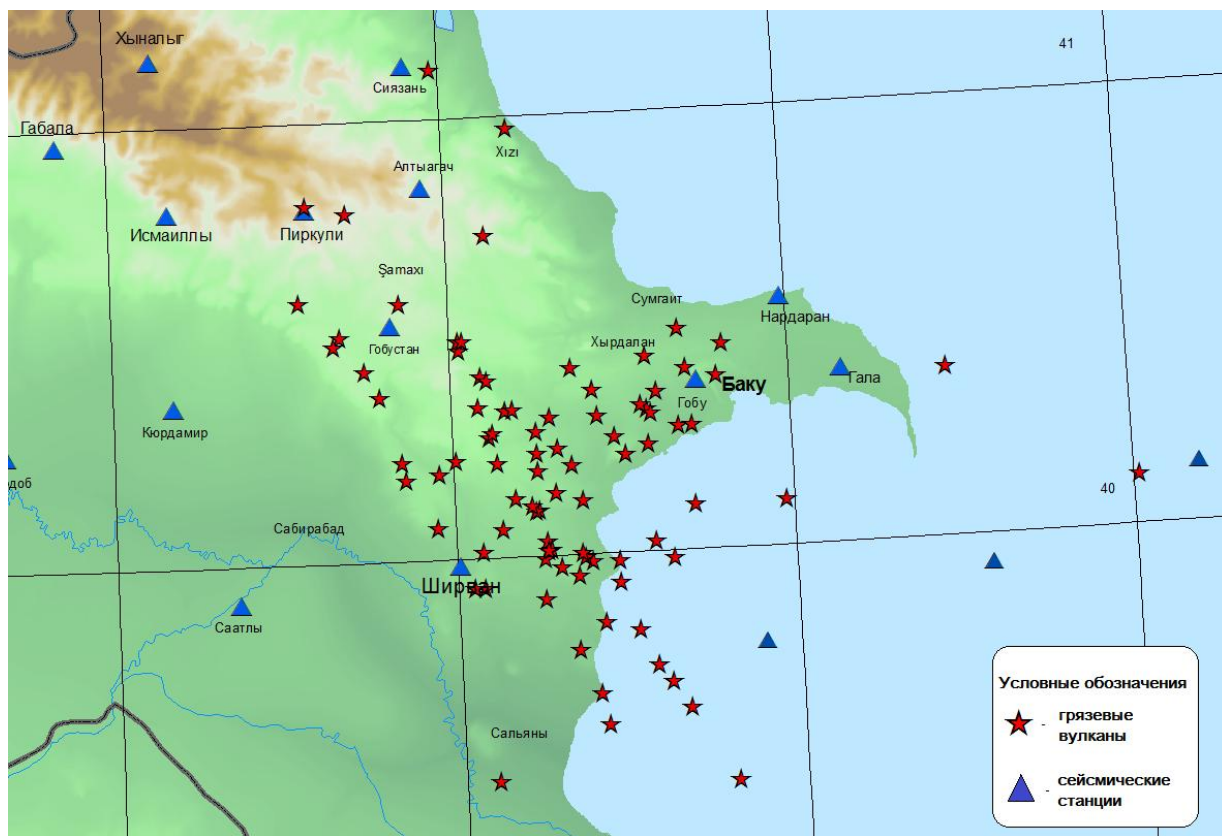


Рис.1. Карта распределения грязевых вулканов и цифровых сейсмических станций.

Благодаря высокой разрешающей способности цифровой сейсмической аппаратуры производства «Кинеметрикс» (США) стало возможным регистрировать и анализировать записи извержений грязевых вулканов, а именно определять время и продолжительность, количество фаз, глубину очага (жерла) и энергию извержения грязевого вулкана.

Таким образом, целью данных исследований является изучение геодинамических областей развития и определение очагов извержений грязевых вулканов по данным записей цифровых сейсмических станций за период 2009-2014 гг.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ РУД ЦВЕТНЫХ
МЕТАЛЛОВ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ**

Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Бурдзиева, О.Г.

*(Северокавказский горно-металлургический институт (ГТУ),
г. Владикавказ; Геофизический институт ВНЦ РАН, г. Владикавказ)*

В работе изучалось экологическое состояние атмосферного воздуха в зоне деятельности горнодобывающих предприятий Северного Кавказа. По результатам исследований построены диаграммы распределения плотности пылевого загрязнения атмосферы на территории, прилегающей к зонам добычи и транспортировки руды а также динамика пылевого загрязнения в течение суток

Приведены результаты полупромышленных испытаний по снижению пылевого загрязнения территорий на горнодобывающих объектах и на карьерных автодорогах при использовании водных растворов с различными химически активными добавками, а также обработанными в магнитном и электрическом полях, при их внесении в почву перед взрывными работами и нанесении на дорожное полотно.

Исследованиями установлено, что наиболее эффективным средством подавления пылевого загрязнения воздушной среды являются водные растворы полиакриламида ($\approx 0,5\%$), подвергнутые магнитной обработке.

СЕКЦИЯ I

**МЕТРОЛОГИЯ И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ
ГЕОДИНАМИКИ И ГЕОЭКОЛОГИИ БОЛЬШОГО КAVKAZA**

**СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА
БОЛЬШОГО КАВКАЗА НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ И ИЗО-
ТОПИИ ФАНЕРОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
И ВЫЯВЛЕНИЕ ИХ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИКИ**

Гурбанов А.Г., Газеев В.М., А.Б. Лексин

*(Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, г. Москва;
Владикавказский научный центр РАН, г. Владикавказ)*

По результатам проведенных в регионе Большого Кавказа геохимических и минералогических исследований можно полагать, что породы фанерозойских магматических комплексов потенциально рудоносны на полиметаллическое с вольфрамом оруденение.

Исходя из полученных новых данных сделан вывод о том, что выявленная новая и известная на рудопроявлениях Арсиком-Калдыком вольфрамовая минерализация жильного типа может быть оценена как промышленно перспективная.

Резко повышенные содержания золота (от 0.2 до 3 – 7,1 г/т) в лиственитизированных серпентинитах, позволили предполагать, что выявлен новый для Большого Кавказа золото-лиственитовый тип рудной минерализации.

Изучение изотопии свинца в галените из рудопроявления Нижний Арсиком показало, что он имеет коровый источник с модельным возрастом ~ 308 млн. лет, каковым могли быть позднепалеозойские гранитоиды.

Следовательно, рудопроявления Арсиком, Калдыком, ассоциирующие с вулканитами ФК, по-видимому, образовались в результате переотложения рудных элементов, часть из которых (W, Pb) могла быть мобилизована из палеозойского фундамента. Структурная связь оруденения с вулканитами, обусловлена различиями их физико-механическими свойствами по сравнению с пластичными вмещающими глинистыми осадками.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИЛИВНОГО ОТКЛИКА СРЕДЫ И СЕЙСМИЧНОСТИ ПО ДЕФОРМАЦИОННЫМ ДАННЫМ В ПРИЭЛЬБРУСЬЕ¹

Милюков В.К., Мясников А.В., Вольфман Ю.М., Пустовитенко Б.Г.

(Государственный астрономический институт

им. П.К. Штернберга МГУ, г. Москва;

Владикавказский научный центр РАН РСО-Алания, г. Владикавказ;

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь)

С 2004 года на Северном Кавказе (КБР, п. Нейтрино) проводятся долговременные наблюдения литосферной деформации с помощью прецизионного лазерного интерферометра-деформографа в широком частотном диапазоне (0-10 Гц). Оценка сейсмичности данного региона проводилась на основе оригинальных записей сейсмических событий, регистрируемых региональными системами сейсмологических наблюдений ГС РАН в районе 70-ти километровой зоны с центром в точке размещения интерферометра. Таким образом, была создана унифицированная база данных литосферных деформаций и сейсмичности конкретного региона. Основное внимание было уделено вопросу о взаимном влиянии полей напряжения и деформации геофизической среды. Для этой цели был проведен сравнительный анализ уровня сейсмичности региона и изменения приливного отклика среды. В качестве основного приливного параметра использовалась главная полусуточная лунная волна M_2 . На основе 16-ти локальных землетрясений была выявлена значимая связь временных вариаций амплитуд приливных деформаций (как мерой изменения упругих модулей среды) и региональной сейсмической активностью. Это еще раз подчеркивает актуальную идею использования величины приливного отклика среды в качестве прогностического признака.

¹ Работа поддержана грантом РФФИ № 14-05-90411.

**ДЕТАЛЬНОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ
СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

**Рогожин Е.А., Лутиков А.И., Овсяченко А.Н., Донцова Г.Ю.,
Кучай М.С., Родина С.Н.**

(Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва)

Приводятся результаты нового обобщения данных о сейсмической опасности Северного Кавказа. Подготовлен принципиально новый макет сейсмотектонической основы для карты сейсмической опасности региона. На базе этого макета проводятся расчеты сейсмических воздействий на вероятностной основе. На составленных картах Северный Кавказ выглядит сейсмоопасной областью, где уровень сейсмических воздействий достигает 8.5 баллов по картам А, В и несколько превышает 9 баллов по карте С. В то же время, по сравнению с данными карты ОСР-97 полученные результаты выглядят более дифференцировано и в целом заметно понижают уровень сейсмической опасности региона. Работа важна с методической точки зрения в свете перспектив составления новой карты общего сейсмического районирования для территории России.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА, ОСНОВАННАЯ НА ДЕТЕКТИРОВАНИИ ШУМОВЫХ ПОЛЕЙ²

Сиротинский Ю.В., Абатуров М.А., Цивадзе А.Ю.

*(Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина РАН, г. Москва)*

Известно природное явление микросейсмической эмиссии, характерное для углеводородных залежей. Научное обоснование этого явления было дано с помощью капельно-пузырьковой модели. В модели рассматривается многокомпонентная система залежи, находящейся в гетерогенной среде, в которой возникают процессы локальных множественных фазовых переходов. Эти процессы сопровождаются микросейсмической эмиссией с формированием специфического шумового поля. Указанная модель позволила нам создать инновационную технологию поиска нефти и газа, основанную на детектировании шумового поля (ДШП). Идентификация залежи производится в результате последующей статистической обработки случайных сигналов микросейсмиков с применением спектрального анализа. Обычно, нефтегазовые микросейсмические проявления проявляются в виде колоколообразного максимума в диапазоне 2...4 Гц.

При реализации этого способа необходимо учитывать исключительно малый уровень информационного сигнала, сопровождаемого множественными случайными микросейсмическими событиями. В нашей разработке был применен целый ряд решений, основанных на авторских ноу-хау. Аппаратура и программное обеспечение защищены авторскими правами. Имеется, также, свидетельство об открытии данного явления. Полевые работы проводились совместно с НТК АНЧАР

Эффективность ДШП-технологии была подтверждена многочисленными исследованиями на месторождениях различного типа. Способ отличается высокой достоверностью прогноза (80%), позволяющей во многих случаях предвидеть сухие ловушки и, таким образом, исключить их из разведочного

² Представленная работа поддержана Программой фундаментальных исследований Президиума РАН (№П.3.П), грантом РФФИ (№16-03-00066) и договором ИФХЭ РАН (НИР №2-12).

бурения. Кроме того, технология позволяет делать подробное картирование как отдельных участков залежи, так и территории нефтегазоносной провинции в целом. Способ отличается исключительной оперативностью, мобильностью, экологической безопасностью, и, в тоже время, экономически малозатратен.

В условиях повышенной сейсмоактивности Северного Кавказа применение ДШП-технологии представляет определенный методологический интерес. Кроме того, технология может быть востребована для решения чисто практических задач непосредственно в нефтяном промысле Северной Осетии, как на осваиваемых месторождениях, так и в доразведке уже эксплуатируемых залежей. Например, в перспективной провинции Ольгинская планируется разведка древней Девонской нефти и закладка глубокой разведочной скважины 5000...7000 м (ООО «Алания-Ойл»). Наша технология позволила бы существенно повысить обоснованность выбора конкретной точки и значительно снизить соответствующие риски. Подробное ДШП-картирование позволит сделать оценку общих запасов провинции. При проведении этих работ были бы исключительно полезны рекомендаций специалистов Геофизического института ВНЦ РАН, занимающихся фундаментальными исследованиями геологии этого региона.

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЭЛЬБРУССКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ПО ДЕФОРМАЦИОННЫМ ДАННЫМ³

Милюков В.К., Мясников А.В.

*(Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга МГУ, г. Москва,
Владикавказский научный центр РАН, г. Владикавказ)*

Рассмотрен комплексный подход для изучения и мониторинга внутреннего состояния вулкана Эльбрус на основе записи (2004 -2015гг.) литосферной деформации лазерным интерферометром-деформографом, расположенным в 18км от вулкана.

Специально созданный высокочастотный канал «тремор» в частотном диапазоне 1-10 Гц предназначен для осуществления краткосрочного прогноза активизации вулкана. Мониторинг осуществляется путем вычисления оценки дисперсии сигнала в этом частотном диапазоне. Превышение этой оценки заранее заданного уровня может быть рассмотрена как признак подъема магмы.

Второй деформационный «геофизический» канал позволил выявить повторяющиеся моды спектра сигнала в диапазоне 55-70 Гц возбужденные после каждого сильного землетрясения. Оценка добротности этих мод показала, что с большой долей вероятности эти моды возбуждаются близповерхностной магматической камерой обладающей резонансными свойствами, характерными для всех вулканов центрального типа. По самой низкочастотной резонансной моде, из всех обнаруженных, ($f=67.8$ Гц) была сделана оценка максимального размера магматической камеры, в соответствии со сферической моделью, что составило порядка 9 км. Динамика добротности резонансных мод за одиннадцатилетний период дает возможность количественной оценки изменения физико-механических свойств магмы и степени процесса газовыделения растворенных в ней летучих, содержание которых порядка 30-70%. Оценки последних лет (2008 – 2015гг.) показывают, что этот процесс имеет тенденцию к переходу в квазистойчивое состояние термодинамического равновесия.

³ Работа поддержана грантом РФФИ № 14-05-90411.

**ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ЛЕДНИКА КОЛКА В 2002-2014 гг.**

**Коваленко Н.В., Петраков Д.А., Алейников А.А., Аристов К.А.,
Бойко Е.С., Черноморец С.С., Дробышев В.Н.,**

(Московский государственный университет

им. М.В. Ломоносова, г. Москва;

ИТЦ «СканЭкс», г. Москва;

ЗАО «СевКавТИСИЗ», г. Краснодар;

Владикавказский научный центр РАН г. Владикавказ)

В августе 2014 года проведены очередные съемки местности в цирке ледника Колка. В состав наземных работ входили топографическая съемка масштаба 1:5000, цифровая стереосъемка калиброванными фотокамерами и цифровая стереосъемка с беспилотного летательного аппарата, а также космическая стереосъемка сенсором SPOT-6.

Проведено сопоставление и анализ преимуществ и недостатков различных методов съемки местности в горных условиях. Совместное использование традиционных и инновационных методов съемки местности позволяет максимально точно закартировать современную поверхность ледника, оценить текущие темпы восстановления ледника Колка и уточнить прогноз событий, подобных катастрофе 2002 г.

Установлено, что в 2004–2014 гг. на фоне неблагоприятных для кавказского оледенения климатических условий в цирке ледника Колка накопилось около 30 млн. м³ льда, а фронт новообразованного ледника продвинулся на 800 м. Это единственный на Кавказе случай значительного наступания ледников в XXI в.

Быстрое восстановление ледника продолжается, несмотря на неблагоприятную в целом для кавказского оледенения климатическую ситуацию. При сохранении современных темпов накопления льда на Колке ледник сможет практически восстановить предкатастрофический объем уже к 2025-2030 гг.

Применение описанных новых методов мониторинга изменений высоты ледниковой поверхности в областях развития горного оледенения открывает широкие, ранее недоступные возможности для исследователей. Детальность и достоверность ЦМР, построенных на основе стереосъемок, в перспективе может качественно превосходить результаты наземных топографических съемок, прове-

дение которых в труднодоступной высокогорной местности сопряжено с рядом проблем.

Преимущества апробированных технологий сбора данных особенно актуальны для таких ледников как Колка, поскольку позволяют обеспечить повышение частоты выполняемых наблюдений без существенного увеличения временных затрат и оперативность получения актуальных обработанных данных о состоянии ледника.

О НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕДНИКОВ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ.

Тавасиев Р.А.

*(Северо-Осетинский поисково-спасательный
отряд МЧС РОССИИ, г. Владикавказ)*

В последние десятилетия во всем мире возрастает дефицит чистой пресной воды. Чистая пресная вода имеет решающее значение для жизнеобеспечения населения Земли. В то же время как во многих районах мира все сильнее ощущается дефицит этого важнейшего экологического фактора. Главными и основными источниками пресной воды в Республике Северная Осетия-Алания (Центральный Кавказ) являются ледники.

В течение прошедших десяти лет нами проводились исследования современного оледенения республики, представленного ледниками и каменными глетчерами. В процессе исследований были уточнены размеры и количество ледников, их границы и динамика. В каталоге ледников СССР в Северной Осетии на 1976 – 1977 гг. числились 231 ледник.

Нами были исследованы 131 ледник. В связи с устойчивым потеплением климата наблюдается уменьшение оледенения. Из 131 исследованных ледников за прошедшие годы 9 ледников растаяли полностью. Из оставшихся 127 ледников при деградации отчленились и стали самостоятельными 56 ледников. Кроме этого, выявлены 4 ранее не указанных ледника. Отмечена устойчивая тенденция к сокращению площади ледников. Впервые для республики в процессе проведения исследований выявлено 137 приледниковых озер размером от 15 до 300 м.

Особый интерес представляют пульсирующие ледники и катастрофические обвалы с ледников (Колка в 2002 г. и Девдорак в 2014 г.) На основании собранных данных можно сделать вывод, что обе катастрофы произошли из-за активизации спящего вулкана Казбек.

Новым объектом для исследования в республике, привлечшем наше внимание, стали каменные глетчеры. К настоящему времени выявлено около 170 этих криогенных образований. Установлено, что каменные глетчеры, расположенные на ригелях горных долин, являются очагами зарождения селевых потоков. А каменные глетчеры, расположенные на днищах горных долин, являются

источниками чистой пресной воды. Вода с этих источников не требует фильтрации и очистки.

Для дальнейшего проведения исследований необходимо включение ледников и каменных глетчеров в планы научных исследований горных территорий Республики Северная Осетия-Алания.

**ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ (ГОК) КОМБИНАТОВ
СЕВЕРНОГО КАВКАЗА НА ЭКОСИСТЕМУ РЕГИОНА И
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИХ ПОЛНОЙ УТИЛИЗАЦИИ**

**Гурбанов А.Г., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С., Кусраев А.Г., Газеев В.М.,
Винокуров С.Ф., Лексин А.Б., Шевченко А.В., Долов С.М., Дударов З.И.,
Цуканова Л.Е., Лолаев А.Б., Оганесян А.Х., Дзедобоев С. Н., Илаев В.Э.**

*(Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, г. Москва;*

*Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик;*

*НИИ «Физики» Южного федерального университета, г. Ростов на Дону;
Владикавказский научный центр РАН, г. Владикавказ)*

В последние годы в мире явно наметилась тенденция вовлечения в промышленную переработку «вторичных» месторождений. Переработка таких отходов позволила бы при разработке новых технологий доизвлечь значительное количество металлов из хвостов и получить огромные объемы экологически чистого сырья для производства различных видов стройматериалов, а также решить экологические (загрязнение окружающей среды) и социальные (рабочие места) проблемы региона.

В 2015 г. начаты работы по изучению геохимических особенностей захороненных промышленных отходов (бурение скважин и отбором из керна проб) Мизурской и Фиагдонской обогатительных фабрик полиметаллического Садонского ГОКа; оценке их негативного воздействия на экосистему прилегающих территорий.

По завершении этих исследований и составления детальных карт вещественного состава техногенных месторождений планируется приступить к разработке комплексной, вариативной технологии переработки хвостов, с подстройкой параметров под вещественный состав данного участка техногенного месторождения.

Разработанные методы и технологии полной утилизации промышленных отходов, в дальнейшем, могут адаптироваться для утилизации промышленных отходов многочисленных ГОКов на территории РФ.

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ: ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Канониди К.Х.

(Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва)

Для проведения комплексных геологических, геохимических, сейсмо-тектонических, геофизических и гляциологических исследований, направленных на выявление возможности возобновления вулканической и сейсмической активности и сопровождающих их катастрофических явлений в пределах Эльбрусского вулканического центра (ЭВЦ) и на прилегающих территориях была создана Баксанская нейтринная обсерватория – уникальное подземное сооружение, построенное специально для проведения фундаментальных научных исследований (изучение Солнечных нейтрино, космических лучей, физики элементарных частиц и др.).

Были созданы 5 лабораторий:

- Лаборатория №1. Обеспечивает регистрацию горных ударов, удалённых и местных землетрясений, снежных лавин и сейсмических сигналов, связанных с процессами в леднике;
- Лаборатория № 2. Обеспечивает в непрерывном режиме работу линейной сейсмической группы с апертурой 2.5 км из шести трёхкомпонентных сейсмоприемников СК-1П с автономными цифровыми регистраторами «Байкал»;
- Лаборатория №3. В специально оборудованном термостабилизированном помещении работают: стационарный кварцевый гравиметр, кварцевые наклонометры, магнитометры, сейсмостанция ГС РАН (индекс NCK);
- Лаборатория № 4. Ведутся наблюдения с помощью магнитовариационной станции, размещённой на выделенном постаменте, наклонометров и температурных и гидроакустических датчиков, расположенных в 100-метровой скважине;
- Лаборатория №5. Основная задача – выполнение режимных магнитовариационных наблюдений. В 2009 году Лаборатория №5 включена в систему наблюдений на базе СКГО.

Развитие сети геофизических лабораторий, объединённых в Северокавказскую обсерваторию открыло широкие возможности мониторинга опасных природных процессов в режиме близком к реальному времени.

Новые научные результаты, полученные на базе Северокавказской геофизической обсерватории, позволят определить пути снижения негативных последствий вулканических извержений с выходом на оценки геоэкологической уязвимости отдельных регионов Северного Кавказа и юга Европейской части России.

**ПАЛЕОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА****Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Куланин Н.В.***(Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва)*

Некоторые районы Северного Кавказа не демонстрируют на нынешний день проявлений сильной сейсмичности. Здесь регистрируются в основном слабые сейсмические события или вообще наблюдается сейсмическое затишье. К таким районам относится практически весь Центральный Кавказ – Приэльбрусье и Северная и Южная Осетия, а также Северо–Западный Кавказ на участке от Новороссийска до Туапсе. По Карте ОСР–97 эти территории относятся в восьми–девятибалльным зонам сейсмических воздействий. Оценки сейсмического потенциала с применением внерегионального сейсмотектонического метода свидетельствуют о наличии на этих участках потенциальных очагов землетрясений с $M_{\text{макс}}=7.0\pm 0.2$. Следовательно, здесь могут быть очаги сильных землетрясений, которые на протяжении истории сейсмических наблюдений не реализовались. Поскольку получивший в настоящее время во всем мире и в нашей стране палеосейсмологический метод позволяет обнаружить на местности следы доисторических сильных землетрясений, а также определить время возникновения этих сейсмических событий, такие исследования были осуществлены во всех основных районах Большого Кавказа в первую декаду XXI века. Использование палеосейсмогеологического метода дало возможность выявить положение сейсмоопасных зон, определить сейсмический потенциал (максимальную возможную магнитуду ожидаемых землетрясений) малоизученных с сейсмологической точки зрения зон Большого Кавказа, оценить период повторяемости землетрясений разной силы. Изучение палеосейсмодислокаций в траншеях позволило оценить возраст древних землетрясений. Период повторяемости таких сейсмических событий на Северо-Западном Кавказе составляет примерно 1300–1500 лет, в Приэльбрусье – 1500-2000 лет, в Осетинском секторе - от 500 до 1500 лет. Эти данные, наряду с материалами исторических и инструментальных каталогов, позволяют провести реконструкцию долговременного сейсмического режима и оценить сейсмическую опасность для территории Северного Кавказа в целом на детальном уровне.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ВЛАДИКАВКАЗСКОЙ РАЗЛОМНОЙ ЗОНЫ МЕТОДАМИ СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИИ⁴

**Миронов А.П., Милюков В.К., Дробышев В.Н.,
Хубаев Х.М., Овсяченко А.Н.**

*(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва,
Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга, г. Москва,
Владикавказский научный центр РАН, г. Владикавказ,
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва)*

Владикавказский глубинный разлом представляет собой региональную границу между складчато-глыбовым сооружением Большого Кавказа и Бесланской депрессией (Предкавказским прогибом). В 2014-2015 гг. с целью изучения геодинамического режима и глубинного строения зоны Владикавказского разлома методами спутниковой геодезии была создана геодезическая сеть. Сеть состоит из 23 пунктов периодически-повторных наблюдений GPS спутников. К настоящему времени на 6 пунктах проведены по две эпохи измерений, на остальных – первичные измерения. В работе представлены результаты проведенных полевых работ и их обработка.

⁴ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-45-01005.

СЕКЦИЯ II

**ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
СЕЙСМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА**

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ НАМЫВА ХВОСТОХРАНИЛИЩ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВРЕМЕНИ ИХ КОНСОЛИДАЦИИ**

**Лолаев А.Б., Бадоев А.С., Арутюнова А.В.,
Оганесян Э.Х., Дзебоев О., Илаев В.Э.**

*(Северокавказский горно-металлургический институт (ГТУ),
г. Владикавказ)*

Проблема формирования и безопасной эксплуатации техногенных месторождений является весьма актуальной особенно для районов распространения вечномерзлых грунтов.

Объектом исследований являются хвосты хвостохранилища «Лебяжье» ОАО ЗФ «ГМК «Норильский никель» Норильского промышленного района. Целью исследований – определение оптимальных технологических параметров намыва хвостохранилища.

В зависимости от физического состояния и степени водонасыщенности грунтов принимаются различные решения теории консолидации - математические модели, основанные на совместном учете ведущих факторов, влияющих на развития осадок во времени у грунтов различной консолидации вторичного обвалования, обеспечивая при этом ускоренный рост высоты всей дамбы

Исходя из условий эксплуатации намывных накопителей в криолитозоне, следует учитывать, что повышение мощности годового намывного слоя может не обеспечивать завершения процесса его консолидации до промерзания в зимний период, и тем самым будет способствовать снижению устойчивости сооружения.

По имеющимся образцам хвостов из хвостохранилища «Лебяжье» были сформировано 15 серий образцов заданной влажности и плотности для проведения испытаний, а также были определены их физические свойства.

При одномерном сжатии без возможности бокового перемещения частиц процесс консолидации грунта под действием постоянной нагрузки имеет затухающий характер, и для большинства глинистых и органоминеральных грунтов могут быть установлены время стабилизации и величина конечной осадки грунта под заданной нагрузкой.

Полученные в результате исследований зависимости успешно могут быть использованы в качестве основы при построении консолидационных моделей лабораторных испытаний образцов хвостов расчетного слоя.

Для расчета времени консолидации было получено уравнение:

$$t = \frac{F}{C_v} \times \frac{h}{h - s}.$$

Она позволяет определить время, требующееся на консолидацию расчетного слоя, а также на протяжении процесса консолидационной осадки хвостов расчетного слоя описать процесс деформирования образца высотой h в зависимости от его деформационных свойств и особенностей проведения консолидационных испытаний образцов.

О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИЧИНЫ СХОДА ЛЕДНИКА КОЛКА

Каменецкий Е.С., Зарини А.Г.

(Южный математический институт ВНЦ РАН, г. Владикавказ)

Катастрофический сход ледника Колка в сентябре 2002 г. вызвал интерес в научной среде в связи с уникальностью явления и недостаточной ясностью причин, вызвавших сход ледовой массы.

Существует ряд гипотез описывающих механизм схода ледника: вызванный землетрясением гигантский обвал льда и горной породы, ударивший в ледник;

- массовым выбросом газов растворенных в водной толще и закипанием нижележащих масс жидкости в результате внезапно возникшего падения давления;

- газодинамический выброс ледника под действием газов вулканического происхождения, скопившихся под его толщей;

- накопление больших масс воды под ледником, которое было обусловлено климатическим фактором и активизацией вулканической деятельности Казбека.

В пользу значительной роли растворенных газов вулканического происхождения в динамике подвижки ледника, говорит наличие остаточных газовых фумарол в тыльной части ложа ледника, наблюдавшихся в течении первых суток после схода, наличие огромных концентраций сульфат ионов в водах реки Колка и озере, образовавшемся на месте ледника.

В работе рассматривается роль газов вулканического происхождения в динамике подледной водяной прослойки. При окислении сероводорода содержащегося в фумарольном газе образуется сернистый ангидрид. При растворении сернистого ангидрида в воде образуются соединения гидрата двуокиси серы, который с течением времени окисляется до серной кислоты. Особенно бурно, с выделением тепла около 18,54 кДж/моль, происходит эта реакция в сильнонасыщенных растворах.

Из разработанной модели катастрофического события были получены скорости выделения, в результате химических реакций, фумарольных газов,

растворенных в подледной воде. В результате данного процесса за лето и начало осени 2002 года могло образоваться около двух процентов объема водяной подушки, необходимой для страгивания ледника.

Поскольку проведенная в данном исследовании оценка является нижней, реальное влияние рассмотренного механизма на катастрофический сход ледника может быть достаточно существенным.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ
МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
И ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

**Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Степанова М.Ю., Овсяченко А.Н.,
Андреева Н.В., Харазова Ю.В.**

(Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва)

С помощью технологии микросейсмического зондирования (ММЗ) были составлены глубинные разрезы вдоль двух профилей, пересекающих центральную и северо-западную части Большого Кавказа. Сопоставление данных разрезов с геологическими и геоморфологическими особенностями районов профилирования показало, что разломы, напряженная складчатость, вулканизм и различные тектонические разломно-блоковые структуры имеют свое отражение на глубине. Вдоль профиля в Осетинском секторе Большого Кавказа установлено наличие трех характерных по свойствам и морфологии глубинных объемов в земной коре под горной системой. А именно, наличие субвертикального низкоскоростного объема и двух обрамляющих его с севера и юга субвертикальных высокоскоростных объемов. Низкоскоростной объем расположен в основном под осевой частью мегантиклинория Большого Кавказа, а высокоскоростные – под южным и северным крыльями. Практически под всей структурой ядра складчатого сооружения на глубине примерно 10 км прослеживается выдержанная горизонтальная кровля низкоскоростного тела, подстилающего толщу доальпийского кристаллического фундамента. Согласно МТЗ это вещество имеет высокое электросопротивление. Включение прослеживается, сокращаясь по ширине, до раздела Мохо и, видимо, глубже. На поверхности над низкоскоростным телом широко распространены новейшие и современные вулканические проявления: лавы, игнимбриты, туфы риолитового и риолит-дацитового состава. Здесь наблюдаются и наибольшие высоты рельефа. В то же время, эти глубинные неоднородности в коре существенно не влияют на распределение разных типов альпийских складчатых деформаций. На профиле в Туапсинском секторе, вблизи западной периклинали мегантиклинория, обширное контрастное низкоскоростное тело отсутствует. Там наиболее контрастные, узкие низкоскоростные тела приурочены к границе Предкавказского (Западно-Кубанского) прогиба с горным сооружением и с

Адыгейским выступом. Узкими вертикальными или наклонными карманами, заполненными низкоскоростным веществом, сопровождаются в недрах зоны крупнейших разломов по обоим пересечениям. Их строение в приповерхностных и глубоких горизонтах коры иногда существенно различается.

**О РАВНОВЕСНОМ СОСТОЯНИИ САМОГРАВИТИРУЮЩЕЙ
СФЕРИЧЕСКОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СЖИМАЕМОЙ
ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ**

Радионов А.А.

(Южный математический институт ВНЦ РАН, г. Владикавказ)

Представлены дифференциальные уравнения в частных производных, которым подчиняется радиальное распределение плотности, температуры и давления самогравитирующей сферической вращающейся сжимаемой идеальной жидкости. Наряду с гравитационными силами значительное влияние на их решение могут оказывать силы, связанные с неравномерностью вращения внутренних слоев жидкости. Найдены значения параметров и проанализированы численные решения, удовлетворяющие имеющимся в случае Земли интегральным ограничениям по массе и моменту инерции. При численном решении полученных уравнений показано существование максимумов и минимумов температуры в внутренних слоях массы жидкости. Максимум температуры, возникающий на глубинах слоя «Е», можно интерпретировать как внешнее жидкое ядро. На некоторой глубине в численном решении имеется особая точка, в которой возникает резкое падение плотности. Можно интерпретировать это падение как поверхность Мохоровича. Во второй части работы поведение решения вблизи особой точки анализируется аналитически для упрощенной постановки задачи, что позволяет изучить поведение решения на глубинах меньших этой точки.

**К МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
И ДРУГИХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИСПОЛЬЗУЯ
ДАННЫЕ ТЕРМОПРОФИЛИРОВАНИЯ**

Кусов Б.Р.

(ООО «Алания-Ойл», г. Владикавказ)

В процессе решения различных геологических задач в разных регионах, было установлено, что многие параметры состояния геологической среды коррелируются с тектонической активностью региона, которая реализуется через разломы земной коры. Тектонически активные разломы характеризуются гидрохимическими аномалиями по многим элементам, имеющим глубинный источник образования, газовыми и тепловыми аномалиями. Было замечено, что в интервале от 1 до 14 дней до землетрясения перечисленные параметры в зоне разлома начинают интенсивно меняться.

Опытными работами с использованием регистрирующих термометров установлено, что активные в настоящее время глубинные разломы в тепловом поле земли выделяются положительными тепловыми аномалиями, которые прослеживаются до поверхности земли. В почвенном слое на глубине 25 – 30 см величина аномалии доходит до 1,7 °С. Причем, колебания температуры воздуха в течение суток на структуру и величину тепловой аномалии влияния не оказывают. Появление автономных регистрирующих термометров дает возможность наблюдения за изменением теплового поля в тектонически активных зонах в реальном времени и в комплексе газогидрохимическими характеристиками зоны решать вопросы краткосрочного прогноза землетрясений.

**РАСЧЕТНЫЕ И МОДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ
ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА
ПО МНОГОЛЕТНИМ GPS НАБЛЮДЕНИЯМ⁵**

Миронов А.П., Милюков В.К., Стеблов Г.М.

*(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва;
Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга, г. Москва;
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН; г. Москва;
Геофизическая служба РАН; г. Обнинск)*

Изучение современной геодинамики методами спутниковой геодезии в настоящее время считается общепринятым научным направлением, позволяющим решать ряд важных фундаментальных задач. Основу метода составляют развитие геодезических сетей станций наблюдения спутников GPS и накопление непрерывных наблюдений.

С 2005 года ГАИШ МГУ создал на Северном Кавказе три GPS станции. Первая в Приэльбрусье, на пике Терскол; вторая станция вблизи Кисловодска; третья станция во Владикавказе совместно с ВНИЦ РАН. Непрерывные GPS наблюдений на трех станциях составляют 7–10 лет. С 2012 года в Осетинском регионе Геофизическая служба РАН создала 4 станции наблюдения GPS спутников. Длительность непрерывных наблюдений на них составляет 3 года. Так же в Приэльбрусье действует станция Зеленчукская, входящая в международную сеть IGS.

В работе приводятся методика обработки совокупных наблюдений станций ГАИШ МГУ, Геофизической службы РАН и 35 опорных станций IGS. При обработке GPS данных используется пакет программа GAMIT/GLOBK. Результатом этой обработки являются временные ряды изменения координат и скорости смещений определяемых и опорных GPS станций.

Полученное глобальное решение показывает хорошую сходимость результатов. Погрешность определения положений станций за сутки составляет 5 мм. По рядам координат производится оценка скоростей смещения пунктов, по-

⁵ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-05-90411.

грешность которой составляет около 1 мм/год . Полученные результаты, помимо общего субмеридионального движения региона, связанного с взаимодействием Евразийской и Аравийской плит, выявили ряд особенностей геодинамического режима, обусловленных локальными тектоническими процессами в регионе.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ УЛИЦ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В НИХ

Волик М.В.

(Южный математический институт ВЦ РАН, г. Владикавказ)

В данной работе проводится математическое моделирование распространения загрязняющих веществ в городской застройке, состоящей из восьми домов одинаковой высоты. Использовался свободно распространяемый пакет OpenFoam и удаленный доступ к суперкомпьютеру Web-лаборатории UniHUB (www.unihub.ru) по программе «Университетский кластер» (www.unicluster.ru). Исследуется случай, когда загрязняющие вещества поступают с входной границы расчетной области.

Для проведения вычислительных экспериментов использовался стандартный решатель `simpleFoam` для турбулентного течения жидкости, в котором применяется алгоритм связи скорости и давления `Pimple`. Предполагалось, что движущийся воздух является несжимаемой жидкостью. Система уравнений включала уравнение неразрывности и уравнение изменения импульса. Турбулентность моделировалась с использованием стандартной $k-\varepsilon$ модели, для которой решались уравнения для кинетической энергии турбулентности и скорости ее диссипации. Исследовалась городская застройка, состоящая из семи параллельных улиц, с домами одинаковой высоты по их сторонам. Вычислительные эксперименты проводились в двумерной постановке сначала для интервала времени от 0 до 1000с., пока течение воздуха в расчетной области не стационарировалось. На рис. 1 показано распределение концентрации загрязняющих веществ внутри улиц на высоте два метра от нижней границы. Видно, что через 500с. после отключения источника загрязнений и проветривания расчетной области улиц концентрация загрязняющих веществ в рассматриваемом сечении

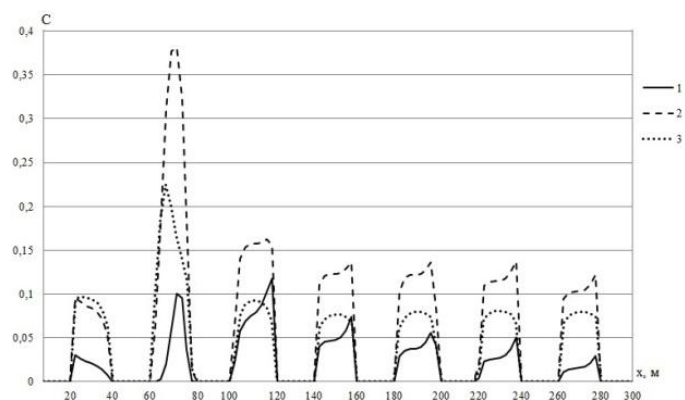


Рис. 1. Распределение концентрации загрязняющих веществ внутри улиц на уровне пешеходов. Кривая 1 соответствует результатам расчетов в момент времени 1500с., кривая 2 – 1560с., кривая 3 – 2000с.

Видно, что через 500с. после отключения источника загрязнений и проветривания расчетной области улиц концентрация загрязняющих веществ в рассматриваемом сечении

увеличивается (кривая 3). Это означает, что за рассматриваемый промежуток времени полученная аэродинамика улиц (вихревая структура) препятствует быстрому проникновению загрязняющих веществ на уровень пешеходов при активном источнике (кривая 1). Затем, когда источник загрязнений отключается, продолжается перенос примеси внутрь улиц еще некоторое время (кривая 2) и проветривание начинается позже. Однако, в момент времени 2000с. внутри улиц наблюдается большее количество загрязняющих веществ, чем в момент времени 1500с.

Таким образом, результаты расчетов для рассматриваемой конфигурации городской застройки показали, что образовавшаяся вихревая структура оказывает значительное влияние на распространение загрязняющих веществ на уровне пешеходов внутри улиц. Максимальная концентрация загрязняющих веществ наблюдается во второй по потоку улице и составляет около 23% от величины выбросов из источника. В остальных улицах концентрация загрязняющих веществ составляет менее 10%.

О НОВОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Дробышев В.Н.

(Владикавказский научный центр РАН, г. Владикавказ)

В настоящем тексте развивается мысль о внедрении новой концепции в изучении закономерностей развития сейсмического процесса, основанной на применении нового эффективного математического инструментария обработки сейсмологической информации из каталогов землетрясений. В отличие от традиционных позиций исследования сейсмичности в Евклидовом пространстве сигнатуры $\langle 3 \rangle$ с выделенным временным измерением, предлагаемые вычислительные схемы выстраиваются с позиции рассмотрения сейсмичности в пространственно-временном континууме с равноправным временным измерением, но не с метрикой Лоренца сигнатуры $\langle 1;3 \rangle$, справедливой для релятивистских физических моделей, а с метрикой Бервальда-Моора сигнатуры $\langle 4 \rangle$.

Эксцентричная метрика: ρ , не являющаяся по своему генезису ни метром, ни секундой, позволяет, как ни странно, создавать качественные расчетные механизмы, которые можно успешно применять как для ретроспективного анализа сейсмичности, так и в прогнозе.

Состоятельность новой версии графика повторяемости была подвергнута проверке на примерах проведения вычислительных операций с выборками по эпицентральной зоне сильнейших землетрясений, взятыми из официальных сейсмологических каталогов. Констатация факта, что линейная экстраполяция графика до пересечения с осью магнитуд - M (или энергетического класса - K) определяет сейсмический потенциал M_{\max} (или K_{\max}) на локальном участке территории основана на добротной сходимости аналитически полученных результатов с фактическими значениями M (или K) катастрофических землетрясений.

Появление схем вычисления периодов повторяемости (СС) старших рангов наряду с расчетом значений M_{\max} (или K_{\max}) по экстраполированной (прогнозной) части тренда ГП, подтвердило целесообразность применения физико-теоретической конструкции $(\rho^1 \rho^2 \rho^3 \rho^4)$ с метрикой Бервальда-Моора в качестве новой научной позиции эффективного изучения сейсмического процесса.

В комплексе, новая методология позволит создавать детальные карты сейсмического потенциала территорий, отображать активные и неясные сейсмические очаги, давать локальную оценку уровню подготовки землетрясений всех

высоких рангов, сопровождая процедуру построения графиков повторяемости прогнозом стадийности их эволюции на несколько ближайших лет.

Изучение сейсмического процесса с позиции предлагаемой теоретико-физической конструкции позволяет формировать ясное представление о внутренних закономерностях исследуемого феномена и получать результаты, хорошо согласующиеся с реальностью.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОХЛОРИРОВАНИЯ СУЛЬФАТНОГО ЦИНКОВОГО СПЕКА

Воропанова Л.В., Кокоева Н.Б.

*(Северокавказский горно-металлургический институт (ГТУ),
г. Владикавказ)*

В последнее время хлоридная гидрометаллургия находит все большее применение в процессах выщелачивания полиметаллических концентратов. Данная исследовательская работа посвящена разработке технологий повышения степени извлечения цветных металлов из сульфатного цинкового спека. По полученным математическим моделям проведена оптимизация технологических процессов, соответствующих наибольшему извлечению цинка, меди, свинца, серебра, при гидрохлорировании сульфатного цинкового спека. Эксперимент подтвердил выводы математического моделирования технологического процесса экстракции металлов. Было также показано, что самое сильное влияние на извлечение цинка, свинца и серебра в раствор оказывает параметр продолжительности гидрохлорирования, вторым по значимости параметром является соотношение жидкой и твердой фаз в растворе. Третьим по значимости параметром (для извлечения цветных металлов) является наличие в растворе NaCl. Определены, оптимальные для экстракции цинка, свинца и серебра, значения влияющих параметров: соотношение жидкой и твердой фаз, концентрации NaCl и температуры раствора. Выщелачивание в технологическом процессе гидрохлорирования сульфатного цинкового спека, с целью извлечения цветных металлов осуществляют 3 н. раствором HCl в течение 1-6 часов при температуре 70°C и соотношении жидкой (Ж) и твердой (Т) фаз Ж:Т = 2, в присутствии поваренной соли при ее концентрации не менее 120-140 г/дм³.

**ГЕОДИНАМИКА КАВКАЗА:
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

тезисы докладов

Всероссийской научно-практической конференции

(с. Цей, 21–23 октября 2015 г.)

Владикавказский научный центр РАН
362027, г. Владикавказ, ул. Маркуса, 22.