

**Правительство Республики Северная Осетия-Алания
Владикавказский научный центр РАН и Правительства РСО-А
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)
Центр геофизических исследований ВНИЦ РАН и Правительства РСО-А**



ТЕЗИСЫ

ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ГЕОДИНАМИКА, ВУЛКАНИЗМ, СЕЙСМИЧНОСТЬ И ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА КАВКАЗЕ»

1 – 3 октября 2014 года

Владикавказ•2014 г.

Правительство Республики Северная Осетия-Алания

Владикавказский научный центр РАН и Правительства РСО-А

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и Правительства РСО-А

ТЕЗИСЫ

ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ГЕОДИНАМИКА, ВУЛКАНИЗМ, СЕЙСМИЧНОСТЬ И ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА КAVKAЗE»

Владикавказ, 1–3 октября 2014 г.

Владикавказ, 2014 г.

Речные долины Северного Кавказа. Техногенные образования и их влияние на экологическое состояние

И.Д. Алборов, Ф.Г. Тедеева, Г.П. Хубаева, Г.З. Харебов

В последние годы резко возросла рекреационная привлекательность и ценность горных ландшафтов. Горный туризм в ряде стран, в том числе международный, стал в некоторых странах весьма существенным источником дохода.

В то же время современный уровень антропогенной нагрузки на горные долины Кавказа достаточно высок. Наиболее напряжённая экологическая ситуация сложилась в тех долинах, в которых функционируют горно-обогатительные комплексы.

Однако в ближайшем будущем намечается освоение высокогорных степных ландшафтов подскарновой зоны в качестве пастбищ и туристических рекреационных зон. Хозяйственное освоение горно-промышленных территорий требует системного подхода с использованием деформированных ландшафтов для изучения экологического состояния, разработки научно-обоснованных мероприятий по их восстановлению или предотвращению дальнейших деградаций компонентов природной среды, установления границ эффективного использования.

Целью данного исследования является оценка сложившейся экологической обстановки в результате деятельности горно-промышленных предприятий, разработка методики экологической оценки горных долин при различных моделях дальнейшего развития антропогенной деятельности, научное обоснование регулирования направления и интенсивности хозяйственных процессов в оптимальном режиме при обеспечении экологической безопасности. В работе используется «площадной» подход исследования.

К оценке риска и деградации природной среды при добыче руды

И.Д. Алборов, Ф.Г. Тедеева, А.Б. Чеджемова

Накопленный экологический ущерб представляет собой сумму негативного воздействия объекта землепользования в течение времени активной работы и после прекращения его функционирования. Наиболее значимым показателем деградации местности является литосфера. В качестве оценки экологической напряженности горнопромышленных регионов можно принять уровень деградации горного отвода при добыче и переработке руд подземным, открытым и комбинированным способами. Общая площадь возмущенных ландшафтов складывается из суммы отдельных составляющих экологического

возмущения природной среды. Оценка экологической напряженности территорий позволяет планировать восстановительные рекультивационные работы на отдельных участках с тем, чтобы не войти в зону с устойчивой деградацией горного отвода. В данной работе проведен экологический мониторинг горно-промышленных территорий Северной Осетии с применением наиболее адекватной «площадной» модели, основанной на регулярном наблюдении параметров среды в точках координатной сети с определенным масштабированием.

О влиянии астрофизических факторов на процессы глобального изменения климата

Ю.Ю. Балега, В.В. Власюк

Происходящие в настоящее время процессы глобального изменения климата оживленно обсуждаются в настоящее время. Среди факторов, влияющих на эти изменения - как антропогенные, так и внешние, связанные с астрофизическими процессами в Солнечной системе и процессами в земной атмосфере.

В докладе представлено наше представление о возможном влиянии солнечной активности, процессов взаимодействия солнечного излучения и солнечного ветра с земной атмосферой, ионосферой и магнитным полем, на глобальные климатические изменения.

Комплексные технологии переработки промышленных отходов

Л.А. Воропанова

По способу возникновения бедное сырье подразделяется на природное и техногенное.

Существующие технологии освоения полезных ископаемых позволяют использовать около 2-3 % извлекаемой минеральной массы. Остальная часть образует техногенные отходы, которые по мере накопления и хранения становятся одним из мощных факторов техногенных изменений в окружающей среде. Накопленные отходы, представляя экологическую опасность, тем не менее, несут в себе значительную ресурсную ценность.

Потенциальные возможности техногенных ресурсов и мировая практика свидетельствуют о возможности организации производства металлов из отходов, качество которых имеет тенденцию сближения с качеством природного сырья. Техногенные образования характеризуются значительным содержанием в них черных и цветных металлов, компонентов для стройиндустрии, существенная часть которых в современном понимании относится к поликом-

понентным техногенным рудам. Это определяется комплексным характером исходного сырья и нерациональными способами его переработки.

Проблема уменьшения затрат на работы, связанные с образованием и размещением отходов производства, является актуальной и решается двумя основными путями: сокращением объемов образования отходов за счет внедрения оптимальных технологических решений и увеличением объемов вторичного использования отходов.

Цель развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий – создание *замкнутых технологических циклов* с полным использованием поступающего сырья и отходов во избежание загрязнений окружающей среды. Необходимы металлургические процессы без сточных вод и выбросов вредных газов в атмосферу.

Такие технологии решают проблему сосуществования производства и окружающей среды, так как здесь учитываются не только технологические и экономические, но также экологические и социальные приоритеты.

Для создания малоотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий необходима организация следующего производства: *комплексная переработка сырья, замкнутые водооборотные циклы, внедрение новых технологических процессов получения традиционных и новых материалов, внедрение технологических процессов переработки отходов.*

Технический уровень решения задач извлечения, очистки и разделения цветных металлов в гидрометаллургии в настоящее время определяют:

- осадительные технологии, использующие способы осаждения одного из разделяемых компонентов из технологических растворов с последующей фильтрацией осадков;

- экстракционные, сорбционные и мембранные технологии.

Рассмотренные методы, взятые в отдельности, не обеспечивают глубокого уровня очистки. Для достижения ПДК неизбежна многостадийность очистки сложных по составу водных систем, поэтому актуальным является создание multifunctional аппаратов, совмещающих различные технологические операции (электрофлотация и адсорбция, гальванокоагуляция, фильтрация и сорбция через пористые материалы).

Комплексное изучение и использование сырья, технология замкнутого экологизированного производства с коэффициентом использования рудного вещества, близким к единице, основанные на достижениях научно-технического прогресса, обеспечивают рентабельность производства и решают проблему сосуществования производства и окружающей среды.

Современная сейсмичность Северного Кавказа

И.П. Габсатарова

Северный Кавказ – наиболее сейсмоактивный регион на европейской части России. Он расположен на территории двух административных Федеральных округов – Северо-Кавказского и Южного. Традиционно большая часть сейсмической энергии выделяется в восточном секторе, менее активен запад территории. Ежегодно сетью ГС РАН в регионе регистрируется более 2 тысячи землетрясений с $M \geq 0.5$.

Исследования особенностей распределения групп взаимосвязанных землетрясений типа «форшоки», «рои», «афтершоки» показывает, что литосфера Северного Кавказа характеризуется различными диссипативными схемами для релаксации накопившихся напряжений – довольно сильные рои в западной части; продолжительные рои слабых землетрясений и землетрясения умеренных магнитуд с малым афтершоковым процессом (или даже с его полным отсутствием) в Центральном Предкавказье; сильными землетрясениями с продолжительными афтершоковыми последовательностями в южных районах, приуроченных к орогенным структурам Большого Кавказа; и сочетанием роев и землетрясений с продолжительными афтершоковыми процессами на востоке региона в Терско-Сунженской зоне и центральном Дагестане.

В афтершоковых последовательностях сильных землетрясений, как было показано в [1] для землетрясений в различных районах мира, на Северном Кавказе также выделяются два этапа: первый короткий (в большинстве случаев 3–8 дней, в отдельных случаях 17–28 дней), в пределах которого происходит большая часть афтершоков. Установленные эмпирические закономерности на этом этапе, показывающие характер реализации во времени числа афтершоков, не могут быть описаны каким-то универсальным соотношением, оно меняется от зоны к зоне и в пределах одной зоны со временем. В этот период происходят основные разрушения в зоне разрыва в очаге главного толчка. Второй период более длительный, достигающий в отдельных афтершоковых последовательностях 3–4 лет, носит нерегулярный характер и связан с реакцией среды, прилегающей к зоне разрыва.

В Терско-Сунженской зоне Терско-Каспийского прогиба регистрируются землетрясения с очагами в промежуточном слое с глубинами $h=100$ – 170 км. Отмечается их относительная активизация в период подготовки сильного корового землетрясения в этом районе, примером тому может служить активизация 2002–2007 гг. перед Курчалойским землетрясением 11 октября 2008 г. с $M=5.8$. Исследованию параметров землетрясений с промежуточными глубинами способствовало открытие сети сейсмических станций Северо-Осетинского филиала ГС РАН.

**Возможности селективного извлечения рения и молибдена
при их совместном присутствии в растворе сорбцией
на активированном костном угле**

Ф.А. Гагиева

В настоящее время рений и молибден могут быть отнесены к числу важнейших промышленных редких металлов, необходимых современной технике. Несмотря на то, что производство этих металлов в промышленно развитых странах непрерывно возрастает, основной задачей остается необходимость дальнейшего увеличения их выпуска. Наиболее богатым сырьевым источником рения являются медно-молибденовые руды. Так как рений находится в рудах и минералах в незначительных количествах, то его извлечение возможно лишь попутно при комплексной переработке руд и минералов, в процессе извлечения основных ценных компонентов.

Ввиду ограниченности сырьевой базы, извлечение Re и Mo из различных видов вторичного сырья является важной задачей. Разработка технологии позволяющей достаточно эффективно перерабатывать сырье с отдельным извлечением рения и молибдена не теряет своей актуальности. Решение проблемы разделения смесей и выделения в чистом виде индивидуальных химических соединений, в состав которых входят важные для промышленности и науки элементы, в том числе, такие как рений и молибден имеет большое практическое значение.

Одними из самых перспективных способов эффективного решения данной проблемы является использование сорбционных и экстракционных методов извлечения.

Целью работы является изучение сорбции рения и молибдена при совместном их присутствии в растворе на активированном костном угле, выявление наиболее оптимальных условий сорбции и оценка возможности применения АУ для совместного и селективного извлечения рения и молибдена из водных растворов сложного состава.

Из экспериментальных данных следует, что селективное извлечение рения из системы $KReO_4 - Na_2MoO_4 - H_2O$ получено при $pH \leq 1$ для АУ при водной и щелочной обработке; Селективное извлечение молибдена можно получить на АУ в слабокислой области $pH = 3 - 4$ при кислой, водной или щелочной обработках. Совместное извлечение рения и молибдена на активированном костном угле получено при значении $pH \sim 1$ при кислой и водной и щелочной обработке сорбентов. Применение активированного костного угля дает высокие показатели разделения ионов Re (VII) и Mo (VI) при их совместном присутствии.

Результаты селективного извлечения ионов рения и молибдена зависят от величины pH, от предварительной обработки активированного угля, а также от исходной концентрации ионов рения и молибдена в растворе.

Результаты сорбции рения и молибдена из сложных растворов ниже, чем из индивидуальных растворов содержащих перренаты или молибдаты. И для достижения равновесия требуется больше времени, чем при сорбции из соответствующих индивидуальных растворов.

Возможности разделения ионов рения и молибдена из смеси по сравнению с индивидуальными растворами снижаются за счёт их взаимного влияния на результаты сорбции. Даже при малых концентрациях ионов металлов для глубокого разделения ионов потребуется определённое количество циклов сорбции – десорбции.

Признаки эволюции расплава при формировании вулканитов свиты Рухс-Дзуар, по геологическим и петрографическим данным

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

На основании детальных петрографических исследований показано, что вулканиты свиты Рухс-Дзуар несут следующую информацию об особенностях эволюции исходного расплава:

1. Резорбированные кристаллы, часто окруженные реакционными каймами, указывают на термическое разложение и окисление этих кристаллов на поздних стадиях кристаллизации расплава. Характер реакционных кайм для амфиболов и биотитов, присутствие в них безводных фаз, свидетельствуют о снижении P_{H_2O} и общего давления в ходе кристаллизации расплава.

2. «Ситовидные» плагиоклазы, переполненные включениями стекла говорят о том, что их образование было обусловлено неравновесным (скелетным, ячеистым) ростом кристаллов из «переохлажденного» расплава, либо кристаллизацией при подъеме расплава в условиях декомпрессии.

3. Появление в вулканитах свиты Рухс-Дзуар нескольких, в том числе и неравновесных ассоциаций минералов вкрапленников, указывает на сложную эволюцию исходного, по-видимому, андезибазальтового расплава. Например, в породах имеются следующие петрографические признаки, свидетельствующие о:

- гомодромной дифференциации расплава (андезибазальт – андезит – риодацит);
- явлениях полибарической кристаллизации (ситовидный плагиоклаз);
- смешении/автосмешении расплавов отличающихся по составу и температуре;
- снижении P_{H_2O} , как в процессе отдельных вулканических циклов (каемки минералов), так и возможном снижении P_{H_2O} от ранних стадий извержений (акчагыльский этап) к поздним стадиям извержений (апшеронский этап).

Вулканиты свиты « Рухс - Дзуар »: геодинамическая реконструкция на основе геохимических данных

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

На основании целенаправленного отбора представительных проб (от долины р. Терек на востоке и до долины р. Дур-Дур на западе) из всех основных разновидностей вулканических пород встреченных в составе свиты Рухс-Дзуар и их последующих исследований прецизионными геохимическими и петрохимическими методами определены в них концентрации оксидов, редких, рассеянных и редкоземельных элементов. Для интерпретации полученных результатов аналитических исследований были построены диагностические диаграммы, мультиэлементные спектры распределения индикаторных элементов и спектры распределения РЗЭ. Проведено сравнение спектров распределения элементов в андезитах и дацитах свиты Рухс-Дзуар со спектрами распределения этих же элементов в аналогичных по составу породах из эталонных кайнозойских вулканических пород слэбовых и надслэбовых источников в зонах конвергентных границ Азии и в плиоцен-четвертичных вулканических комплексах Большого Кавказа. Анализ приведенных данных позволил сделать предположение: вулканы свиты Рухс-Дзуар, являются производными базальтовых расплавов, комагматичных с плиоценовыми андезибазальтами гор Сурх и Крандуж; они имеют двойственные геохимические характеристики как слэбовых, так и рифтогенных образований. По-видимому, исходный для вулкаников свиты Рухс-Дзуар расплав образовался в плиоценовое время в процессе эволюции этой части Нео-Тетиса, в условиях растяжений, обусловленных влиянием Аграхан-Тбилиско-Левантинской левосдвиговой зоны. Наиболее вероятно, расплав возник при плавлении пород погруженного в недра Восточного Кавказа «остывшего» слэба мезозойской Закавказской плиты, при возможном участии вещества надслэбового, вторичного мантийного диапира. Косвенным признаком, указывающим на пониженные температуры плавления субстрата мезозойской плиты является негативная аномалия тугоплавких элементов Та, Nb и ее возраст.

Разломная тектоника, геофизические поля и сейсмичность Чеченской Республики

М.Я. Гайсумов, Э.А. Абубакарова,
Р.С. Ахматханов, С.В. Бадаев

В тектоническом отношении территория Чеченской Республики расположена в центральной части Терско-Каспийского прогиба (ТКП). Современные черты строения ТКП определены мощными фазами инверсий тектонического режима с преобладанием роли тангенциальных напряжений сжатия. Комплексными исследованиями выявлены крупные субширотные омы (шовные зоны) древнего заложения шириной 5-7 км: Черногорская, Сунженская, Терская, Краевая. [Милановский, 1968 и др.]. В пределах шовных зон сформировались надвиговые дислокации и протяженные приподнятые блоки фундамента, которые и определили формирование структуры осадочного чехла. И в

настоящее изучаемая территория характеризуется высокой геодинамической активностью.

Наиболее информативно разломно-блоковые структуры ТКП проявляются в гравитационном поле и выражаются отрицательными значениями силы тяжести и характеризуют региональные закономерности глубинного геологического строения. Магнитное поле ТКП слабо дифференцировано и характеризуется положительными значениями аномалий. Разломы на картах магнитного и гравитационного полей отображаются рядом признаков и соответственно для их выделения выполнены трансформации полей путем расчета высших производных а также расчеты статистических характеристик.

ТКП является районом с высокой сейсмичностью. Для анализа сейсмичности построены карты плотности эпицентров землетрясений, сейсмической энергии, сейсмической активности A_{10} . Выполнено сопоставление карт трансформант геофизических полей и карт параметров сейсмического режима региона [3-5].

Выводы:

По результатам обработки потенциальных полей выделены аномальные зоны соответствующие разломным структурам исследуемой территории.

Наиболее высокой как палео, так и современной геодинамической активностью характеризуются области простираения и пересечения разломов.

Отмечается приуроченность эпицентров землетрясений к высокоградиентным зонам региональных и локальных минимумов силы тяжести и к областям положительных магнитных аномалий.

**Утилизация промышленных отходов обогащительных фабрик –
одно из основных направлений решения экологических и социально-
экономических проблем в Северо-Кавказском федеральном округе
(на примере Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината,
Кабардино-Балкарская Республика)**

А.Г. Гурбанов, О.А. Богатилов, Б.С. Карамурзов,
А.В. Шевченко, С.Ф. Винокуров, А.Я. Докучаев, В.М. Газеев,
А.Б. Лексин, А.И. Якушев, Л.Е. Цуканова

Хвостохранилища крупных горно-обогатительных комбинатов являются уникальными по запасам техногенными месторождениями полезных ископаемых, имеющих стратегическое значение. Захороненные в них промышленные отходы могут иметь существенный практический интерес. Отходы часто бывают комплексными, содержат повышенные концентрации ряда рудных элементов, при их значительных запасах. Однако из-за повышенных концентраций ряда токсичных элементов могут представлять экологическую угрозу для прилегающих территорий. Утилизация захороненных промышленных отходов позволяет не только рентабельно получить ценные металлы и

экологически чистое сырье для производства стройматериалов, но и в какой-то степени решить комплекс экономических, экологических и социальных проблем Северо-Кавказского региона.

О программе комплексного мониторинга возможного возобновления активности «спящих» вулканов центрального типа на примере Эльбруса

А.Г. Гурбанов, О.А. Богатиков, А. Б. Лексин,
В.М. Газеев, Л.Е. Цуканова, А.В. Шевченко, С.М. Долов

На основании анализа литературных данных результатов полевых геолого-геофизических исследований, данных дистанционного теплового зондирования, показаний наземных термодатчиков российские ученые считают, что возобновление вулканической активности на Кавказе, в первую очередь, надо связывать с Эльбрусом. В процессе комплексных исследований выявлены конкретные признаки, свидетельствующие о нарастании эндогенной активности на Эльбрусе и отражающие его переход в более активную фазу развития. Выявленные признаки перехода Эльбруса в более активную фазу развития и положительная оценка возможности возобновления его активности в будущем, убедительно показали необходимость разработки и реализации на Эльбрусе «Программы комплексного мониторинга вулканической опасности...». «Программа» направлена на снижение степени риска, людских потерь и минимизацию возможного материального ущерба от вулканических катастрофических событий. При реализации «Программы» будут составлены карты риска возобновления вулканической опасности и связанных с ней катастрофических событий. Такие карты будут востребованы администрациями республик и краев Северного Кавказа, региональными управлениями МЧС и МЧС России.

Признаки перехода «спящих» вулканов центрального типа в активную фазу развития (на примере Эльбруса)

А.Г. Гурбанов, А. Б. Лексин, В.М. Газеев,
Л.Е. Цуканова, А.В. Шевченко, С.М. Долов

Проведенные исследования были направлены на решение важной проблемы вулканологии Кавказа – выявление признаков перехода «спящих» вулканов центрального типа в активную фазу развития. Согласно классификации Н.Н. Гущина вулкан Эльбрус относится к категории действующих, но «спящих» около 1000 лет. За последние 14 лет комплексных натурных наблюдений за ним было выявлено проявление ряда признаков, отражающих нарастание эндогенной активности, что скорее всего, свидетельствует о его переходе из пассивной в более активную фазу развития. К таким признакам относятся:

формирование новых приповерхностных магматических камер; усиление фумарольной активности в верхней части вулканической постройки (например, появление в 2007, 2009-14 гг. новых фумарол и фумарольных площадок в нижней части вулканической постройки); интенсивное таяние ледников над приповерхностными магматическими камерами с образованием бурных водотоков в холодное осеннее время года на высотах 4300-4700 м (где преобладают минусовые температуры); усиление процесса дегазации расплава из приповерхностных магматических камер с образованием над ними тонкодисперсных аэрозольных облаков с выносом ряда элементов и самородных металлов; увеличение к концу голоцена частоты повторяемости извержений и сокращение периодов покоя в вулканической активности; регулярное проявление на вулканической постройке Эльбруса малоамплитудных вертикальных и горизонтальных перемещений над магматическими камерами. Выявленные признаки перехода вулкана Эльбрус в активную фазу развития и положительная оценка возможности возобновления его активности в будущем доказали необходимость разработки и проведения на Эльбрусе системы комплексного мониторинга вулканической опасности.

Определение максимального объема твердых отложений селя статистическими методами для Западного Кавказа

М.М. Гяургиева

Западный Кавказ – регион, представляющий особую ценность, как всемирно известная рекреационная зона, и имеет большое значение для хозяйственной деятельности. Составной частью этого региона является Карачаево-Черкесская республика (КЧР), в горной части которой имеются все необходимые условия и предпосылки для развития селевых процессов. Подавляющее большинство селевых бассейнов на территории КЧР находятся в труднодоступных и малонаселенных районах. Так как на территории КЧР не велись постоянные комплексные наблюдения за сходами селевых потоков длительное время (50-100 лет), наблюдения за селевыми явлениями, в конкретном бассейне, здесь имеют эпизодический характер, нами проведена работа по определению селевой активности по максимальному объему твердых отложений селя. Максимальный объем твердых отложений селя – это одна из основных характеристик селевой активности и для территории КЧР данная характеристика достаточно точно определена по полевым обследованиям. Селевые отложения – продукты выноса селевых потоков, слагающие формы рельефа, селевого, пролювиального, аллювиального генезиса.

По архивным, литературным данным и по полевым обследованиям нами создана база данных максимального объема твердых отложений селя на территории КЧР. Морфометрические параметры селевых бассейнов определялись с

помощью программы Quantum GIS с использованием карт КЧР масштаба 1:25 000, 1:50 000, 1: 100 000, космических снимков территории КЧР.

Разработана методика определения максимального объема твердых отложений селя статистическими методами. За основу методики «определения максимального объема твердых отложений селя на Западном Кавказе» нами принята методика «определения селевой активности для Центрального Кавказа», разработанная в ФГБУ «ВГИ». Методика предполагает типизацию бассейнов по генезису селеобразования в зависимости от абсолютной высоты истока.

В данной работе рассматривается высокогорная и среднегорная территория КЧР, т.к. в низкогорном районе республики формируются паводковые сели, которые мы не рассматриваем.

Поиск эмпирических зависимостей был осуществлен нами методами математической статистики и корреляционного анализа. Был проведен многофакторный анализ связи между максимальным объемом твердых отложений селя и морфометрическими параметрами бассейнов КЧР. Была получена эмпирическая зависимость указанных параметров в виде линейного многочлена.

Проверка точности полученных уравнений регрессии - зависимости максимального объема твердых отложений селя от морфометрических параметров бассейна была выполнена на примере территории «Красная Поляна» Адлерского района г. Сочи, Западный Кавказ (район проведения Олимпиады 2014 г.).

Главные особенности и механизм катастрофического выброса ледника Колка в 2002 году

Л.В. Десинов

В результате 12 – летнего цикла исследований катастрофического выброса ледника Колка составлена сводка 42 главных особенностей его эволюции: вначале с признаками пульсационных изменений, а затем с признаками подготовки и реализации феноменального высокоскоростного вытеснения в долину реки Геналдон..

На основе анализа записей сейсмических станций РСО-А и Грузии и данных геофизических исследований, а также космического мониторинга, воздушных съемок и наземного обследования сделан вывод об эволюции ледника с мая по 19 сентября 2002 г. и о кульминации его вытеснения из ложа.

Еще раз опровергается ударная версия катастрофы, делается акцент на тех явных признаках, которые упорно не замечаются коллегами. Впервые приводятся некоторые феноменальные особенности эволюции ледника и его разрушения геохимическими процессами.

Предкульминационная подготовка ледника началась и зафиксирована сейсмической сетью Грузии 19 сентября 2002 г., с 17 час 21 мин 25 сек (GMT),

а его переход в кульминационную стадию зарегистрирован датчиком той же сети за 2 часа 20 минут до общепризнанного времени. Фронтальная часть ледника Колка вначале продвинулась до места поворота его узкого ущелья в долину р.Геналдон. Ледник стартовал с той же позиции, с которой сошел в 1902 г. и на которой надолго задержался во время подвижки в конце 1969 г. Итоговый взрывной процесс произошел, как и принято считать, в 16 час 08 мин 30 сек. Средняя скорость движения фронтальной части ледово – каменного селя до торможения у Скалистого хребта близка 120 км/час, что заведомо меньше тех значений, которые сообщались ранее и опубликованы в научной литературе.

Новая версия графика повторяемости землетрясений

В.Н. Дробышев

В работе развита мысль о внедрении новой концепции изучения 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 $\langle 4 \rangle$.

Представление N_i в пространственно-временном континууме сигнатуры $\langle 4 \rangle$ с равноправным временным измерением, позволило критически пересмотреть способ организации графика повторяемости землетрясений Гутенберга-Рихтера в системе координат: $x=K$; $y=\lg N$ и произвести замену шкалы: $y=\lg N$ на шкалу: $y=\rho=N^{0,25}$. В результате последовавшей трансформации, график повторяемости в новой версии, не теряя линейности вида: $\rho=a\cdot K^b$, обретает определенность в интервале прогноза: $0<\rho<1$ (или $0<N<1$), что не свойственно графику повторяемости Гутенберга-Рихтера вида: $\lg N=a\cdot K^b$.

Появление схем вычисления периодов повторяемости сейсмических событий старших рангов, наряду с расчетом значений $M_{\max}$ (или $K_{\max}$) по экстраполированной (прогнозной) части тренда сильной ветви графика повторяемости землетрясений в новой версии, 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.

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.

Результат ретроспективного расчета количества сильных ($K>13,0$) землетрясений для территории Кавказа в пространственных границах рабочей выборки за 90 предшествующих лет, выполненный по экстраполированной части ($0<N<1$) самого молодого двадцатилетнего графика, хорошо согласуется с результатами подсчета количества землетрясений обозначенной энергетической группы из Исторического каталога ($q=1,006\dots$). Расчет проводился с применением (разработанной на основе пунктов 1-6 выделенных выше) специальной схемы ранжирования в энергетической представительности сейсмических событий (СС) и подтверждает её состоятельность. Возможность определения периодов повторяемости (СС) старших рангов по экстраполированной

части графика повторяемости открывает перспективы для выработки прогнозных оценок.

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.

Неотектоническая обусловленность в распространённости селевых очагов

В.Н. Дробышев, Х.-М.З. Торчинов., Х.М. Хубаев

В работе анализируется связь пространственной дифференциации современных тектонических движений горной системы Кавказа с развитием и распространением очагов селевого процесса в границах территории Горной Осетии.

Широкое распространение селевой активности в горных районах, как выясняется, не является бессистемным. Повторяющиеся циклы перемещения рыхлообломочного материала в виде селевых потоков из областей своего образования в нижние яруса долины, позволяют выдвинуть предположение о существовании механизма, обеспечивающего положительный баланс запасов разрыхлённых скальных пород субстрата.

Исходным материалом для исследования послужили:

1. Карта планового распространения ВДЗК (Вертикальных движений земной коры) по территории горной части Северной Осетии масштаба 1:100000.

2. Геодинамическая схема распространения селевого процесса в горной части Северной Осетии масштаба 1:100000.

На карте планового распространения ВДЗК показано в изолиниях, проведенных через 1000 м, распределение по территории показателей ВДЗК за исторический период: от верхнего Сармата до настоящего времени (10 000 000 лет).

Геодинамическая схема распространения селевого процесса представляет собой документ, на котором отображены: контур изучаемой территории, гидросеть, местоположение селевых очагов.

Гипотетический рельеф, показанный в изолиниях на карте ВДЗК (обозначенный функцией $H=F(x,y)$), где H – амплитуда ВДЗК, определенная в точке с координатами (x,y) был проанализирован на предмет выявления зон, сопровождающих линии разграничения положительных и отрицательных форм гипотетического рельефа, т.е. зон, удовлетворяющих условию: $F''(x,y)=0$ (теорема Ферма)

Очевидная приуроченность подавляющего количества селевых очагов к зонам тектонического перегиба обосновывает актуальность проведения

научных разработок в обозначенном направлении с целью применения прогностических результатов исследований в проектировании дополнительных селезащитных сооружений для магистральных коммуникаций и автодорог.

Оценка сейсмической опасности и риска территории на основе современных представлений

В.Б. Заалишвили

В докладе рассмотрена вопросы оценки сейсмической опасности и риска территории на основе использования современных разработок. Результаты исследований позволяют учитывать особенности существующей застройки в их взаимосвязи с сейсмической опасностью.

Представлен алгоритм оценок сейсмической опасности и риска территории.

На первом этапе составляется карта зон ВОЗ (возможных очагов землетрясений). На втором этапе производится оценка сейсмической опасности территории на основе детального сейсмического районирования. Вероятностные карты детального сейсмического районирования, построенные с учетом основных характеристик исследуемой территории в масштабе М 1:200 000, позволяют более адекватно оценивать уровень и особенности сейсмической опасности территории в единицах макросейсмической интенсивности и ускорения.

На третьем этапе на основе учета особенностей зон ВОЗ рассчитывается ожидаемое сейсмическое воздействие на рассматриваемую территорию и выделяется преобладающий частотный диапазон воздействия.

На четвертом этапе проводятся исследования сейсмической опасности городов, населенных пунктов и отдельных строительных площадок для составления вероятностных карт сейсмического микрорайонирования территории в масштабе М 1:10000 в единицах макросейсмической интенсивности и ускорения.

На последнем, пятом этапе особое внимание уделяется искажению волнового поля ожидаемого сейсмического воздействия особенностями сложения отдельных участков территории, характеризующимися типичными для изучаемой территории грунтовыми условиями.

Результаты исследований позволяют также учитывать особенности существующей или формируемой городской (или другой) застройки в их взаимосвязи с картами сейсмической опасности. Это позволяет рассчитывать возможные сейсмические риски территории и разрабатывать мероприятия по их снижению, т.е. управлять риском.

Загрязнение урбанизированной территории промышленными отходами и заболеваемость населения

В.Б. Заалишвили, О.Г. Бериев, О.Г. Бурдзиева, А.С. Кануков

Масштабы негативного влияния хозяйственной деятельности человека в горнопромышленных районах добычи полезных ископаемых нередко значительно превосходят размеры последствий природных геологических и геохимических процессов, протекающих на Земле, и усиливаются в специфических условиях горных регионов Кавказа.

В докладе рассмотрена степень загрязнения территории Владикавказа тяжелыми металлами и их солями (мышьяк, ртуть, цинк, свинец). Показано, что каждый из объектов загрязнения вносит свой вклад в формирование уровня и ореола загрязнения. Так, распределение показателя загрязнения элементов, характерных для технологического процесса завода «Победит» в почвах г. Владикавказа заметно отличается от распределения показателя загрязнения элементов, характерных для технологического процесса завода «Электроцинк». При этом формируется суммарное распределение показателя загрязнения элементов от всех источников.

Для исследования влияния негативного воздействия на здоровье населения были изучено распределение поражения новообразованиями населения г.Владикавказа. Были установлено, что частота локализаций поражения одних маркеров значительно снижается с удалением от заводов, доходя до нуля на расстоянии 5 км, а других - имеет нормальное распределение, характеризуя поражение на всей территории города.

Анализ результатов изучения заболеваемости показал, что области заболеваемости определенными видами локализаций (кровь, щитовидная железа, мочевого пузыря) и возраста (до 20 лет), обусловлены преобладающим движением воздушных потоков (Роза ветров) увеличивающих ореол загрязненности, с одной стороны, и рост числа заболеваний, с другой, достигая заметных различий между районами.

К вопросу мониторинга опасных природно-техногенных геологических процессов в горных регионах

В.Б. Заалишвили, Б.В. Дзеранов, Д.А. Мельков, Н.И. Невская, А.С. Кануков, А.Ф. Габараев, М.В. Майсурадзе, Н.И. Музаев, В.Д. Шепелев

В работе рассматриваются основы формирования системы мониторинга опасных природно-техногенных геологических процессов в горных регионах. Показано, что создание такой необходимой системы произошло как реакция на трагические последствия схода ледника Колка 20 сентября 2002 года

в Северной Осетии на основе активного взаимодействия СКГМИ (ГТУ), ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А и ООО «ГЕОН».

Рассмотрены этапы и особенности формирования системы мониторинга в РСО-А с 2003 года. Показано, что формирование системы мониторинга началось с открытия сейсмической станции в п. Кармадон в сентябре 2003 года и одновременным преобразованием существующей сейсмической сети в сеть, т.н. «Кармадонского параметрического полигона». При этом были разработаны цели и задачи функционирования системы мониторинга.

В 2006 г. цифровые регистраторы первого поколения «Альфа Геон» на сети «Кармадонского параметрического полигона» были заменены на более современные регистраторы «Дельта Геон». Это позволило упростить съем данных с информационных носителей и повысить оперативность их обработки.

По инициативе сотрудников ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А и при поддержке руководства управления МЧС по РСО-А в непосредственной близости от ледника Колка в 2011 г. была организована новая сейсмическая станция, которая успешно записала селевой сход в районе ледника Девдорак 17 мая 2014 года и последующие сходы.

Необходимо отметить, что основные станции мониторинговой системы «Кармадонского параметрического полигона» включают современные стандартные измерительные каналы.

В настоящее время системы наблюдений на Колке, в п. Кармадоне и г.Владикавказе оснащены современными спутниковыми каналами приема и передачи информации.

В заключение сформулированы задачи дальнейших исследований и показаны существующие проблемы.

О комплексной программе мониторинга площади воздействия катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. (Кармадонский параметрический полигон)

Ю.И. Караев, А.Е. Дарчиева, Ж.Г. Кусова

Причины, вызвавшие катастрофу, до сих пор остаются предметом для дискуссий.

По данным собранным в 2002-2003 гг. материалов причинами катастрофы были: воздействие поствулканических процессов на ледово-скальный массив, влияние накопленной сейсмичности, обвал блока пород на головную часть ледового поля.

Установление причин подобных катастроф, а соответственно и их прогноз, актуальнейшая проблема для горных территорий всего мира.

Наряду с большой трагедией природа предоставила возможность детально изучить подобные процессы и научиться их прогнозировать.

Институт геологии и рационального природопользования СКГМИ (ГТУ)) в 2003-2004гг. проводил работы, на основании которых была составлена программа по созданию Кармадонского наблюдательного параметрического полигона.

Прошло более 10 лет со дня трагедии, собрано много новой информации и сформулированы предложения по дальнейшим работам, прогнозированию и регулированию развития системы ледника Колка, что требует основательной переработки «Программы ...» для включения в соответствующую федеральную программу и реализаций.

Вся изученная площадь рассматривается как уникальная лаборатория и база для создания постоянно действующего полигона по разработке методов и технологии ведения комплексного мониторинга опасных природных процессов катастрофического уровня, прогноза и управления ими в виде постоянно действующих моделей. После адаптации методы и технология ведения мониторинга и прогноза опасных процессов, отработанные на полигоне могут быть применены в любом горном регионе мира.

К вопросу о техногенной сейсмичности на нефтяных месторождениях

И.А. Керимов

Анализ пространственно-временных характеристик сейсмичности региона и флюидодинамики УВ залежей свидетельствует о наличии взаимосвязей между процессами разработки нефтяных месторождений и сейсмичностью.

Наличие взаимосвязей между процессами разработки УВ залежей и сейсмичности указывают на необходимость создания геодинамических полигонов (ГДП) на нефтяных месторождениях региона, что наряду с обеспечением геодинамической безопасности будет способствовать эффективному решению научных и опытно-методических задач.

Организация геодинамического мониторинга на нефтяных месторождениях региона позволит существенно сократить в дальнейшем затраты на ликвидацию последствий аварийных ситуаций в силу их прогнозируемости. Описаны принципы и методы геодинамического мониторинга на нефтяных и газовых месторождениях применительно к условиям региона.

Оценка сейсмической опасности территории на основе современных методов детального сейсмического районирования и сейсмического микро-районирования должна выполняться с учетом возможных техногенных землетрясений и влияния параметров разработки нефтяных и газовых месторождений на сейсмический режим района.

Сорбционная способность майкопских глин Северной Осетии

А.А. Кондаурова

Майкопские отложения, развитые по всему Северному Кавказу, и в том числе, в предгорьях Северной Осетии, в разные годы изучались как возможный источник глинистого сырья различного назначения, в том числе и как бентонитового.

Глинистые минералы являются одним из наиболее важных представителей природных неорганических сорбентов и коагулянтов, они обладают способностью сорбировать ионы тяжелых металлов.

Поглощение растворенных веществ глиной является сложным процессом, так как оно осложнено присутствием растворителя и сложной организацией глинистых минералов. Особенности кристаллической структуры минерала и их химический состав позволяет им участвовать в молекулярной, хемо- и ионообменной адсорбции.

В бентоните в обмене ионов принимает участие вся структура минерала. Решетка глинистых минералов состоит из слоев кислородных тетраэдров и алюмокислородных октаэдров, связанных между собой ван-дер-ваальсовыми силами межмолекулярного притяжения образующих элементарные пакеты.

Глинистые минералы высокодисперсны, имеют развитую поверхность и являются хорошими сорбентами, особенно для полярных веществ. Для них, наряду с ионным обменом, характерны физическая и молекулярная сорбции.

Способность глины изменять знак заряда поверхности при изменении рН раствора позволяет бентонитовым глинам извлекать вещества, находящиеся в растворе, как в катионной, так и в анионной форме, а также полярных молекул или молекул, содержащих в своем составе полярные группы, например, OH^- , NH_4^+ , COOH^- и т.д.

Благодаря сорбционной способности бентонитовые глины можно применять как средство очистки промышленных стоков, при очистке пылегазовых выбросов в атмосферу двигателями внутреннего сгорания, промышленными предприятиями, для поддержания экологического состояния почвы (коррекция кислотно-основных характеристик, внесение микроэлементов, аккумулятирование больших объёмов воды, удаление ионов тяжёлых металлов и т.п.).

Так же благодаря сорбционной способности, бентонитовые глины можно рассматривать как нетрадиционный источник минерального сырья имеющего важное промышленное значение (золото, платина, платиноиды и др.).

Аномальные геомагнитные возмущения в вариациях магнитного поля Земли, наблюдаемые в периоды подготовки и развития сейсмических событий

В.Д. Кузнецов, Л.Е. Собисевич, К.Х. Канониди, А.Л. Собисевич

Приведены отдельные результаты инструментальных наблюдений геомагнитных вариаций магнитного поля Земли, которые были получены на Северокавказской геофизической обсерватории (Эльбрусская вулканическая область) и введенных в состав Обсерватории наблюдательных пунктах, расположенных в европейской части.

Северокавказская геофизическая обсерватория относится к числу современных уникальных геофизических информационно-измерительных систем на территории европейской части России. Работы по созданию Обсерватории были начаты нами в 1998 году, а её развитие продолжается по настоящее время. В докладе приведены аномальные «квазигармонические» магнитные возмущения, выделенные в вариациях магнитного поля Земли на всех этапах развития ряда катастрофических землетрясений.

Полученные многочисленные экспериментальные данные [Собисевич и др., 2009, 2012] позволяют составить общее представление о геомагнитной активности и некоторым характерным особенностям наведенных аномальных геомагнитных возмущений и выделить в геомагнитном поле Земли аномальные волновые структуры, предшествующие началу сильного сейсмического события. Эти возмущения могут быть сопоставлены с развитием связанных геодинамических и геоэлектрических процессов в геологической среде очаговой зоны.

Сейсмостойкое строительство

Р.П. Кулов, Г.Г. Фардзинов, А.Р. Кулов

Сейсмостойкость зданий важнейшая проблема, так как касается безопасности людей и сохранения материализированной среды обитания человеческого общества.

Существующие ныне методы обеспечения сейсмостойкости зданий не столь оптимальны, как этого бы хотелось. Эти методы заключаются или в приспособлении здания к сейсмике различными инженерными решениями, или же в повышении сопротивляемости зданий сейсмическим воздействиям за счет современных антисейсмических мероприятий. В первом варианте инженерное искусство достигло того, что здание при сейсмике (испытаниях) имеет значительную амплитуду колебаний и тем не менее устойчиво, не разрушается (см. соответствующие видеоролики). Однако такое решение вряд ли приемлемо, так как люди не пожелают находиться в подобном здании, да и не известно

какова долговременная надежность этих «качелей». Второй вариант предполагает не малые дополнительные затраты на антисейсмические мероприятия, к тому же в сейсмически опасном районе проявление сейсмических сил различно – от не столь значительных, но частых и длительных, до максимальных (расчетных), что неизбежно приводит к явным и скрытым деформациям здания, вплоть до разрушения.

Предлагается проблему сейсмостойкости здания решать иным способом. Погасить наиболее разрушительные горизонтальные сейсмические колебания и свести их воздействие на здание почти к нулю. Не фантастика ли это? Нет! Если здание («Сейсмостойкое здание» патент на изобретение №2428550, авт. Кулов Р.П., Кулов А.Р.) опирать на землю новым методом, то есть посредством платформы, состоящей из двух горизонтальных железобетонных плит. Нижняя плита является фундаментом и закреплена в грунте основания, верхняя плита является базой здания. Между плитами установлены металлические шары, расположенные в индивидуальных металлических углублениях-чашах, соосно закрепленных в плитах. Между плитами зазор, который обеспечивает свободу горизонтальных (в любых направлениях) перемещений нижней плиты («земля») относительно верхней плиты («здание») за счет свободно перекатывающихся металлических шаров, как в шарикоподшипнике.

На кафедре «Строительные конструкции» СК ГМИ разработана установка (патент на полезную модель №139154 «Стенд для исследования сейсмостойкости сооружения при горизонтальных колебаниях», авт. Кулов Р.П. и др.) для создания горизонтальных колебаний различной скорости, различным ускорением и перемещением величиной 15см (примерно равное перемещению при сейсмике 9 баллов) фундаментной плиты относительно базы здания (модели здания).

Испытания модели такого здания на лабораторной установке показали, что передача горизонтальных колебаний фундаментной плиты на массу здания визуально не обнаруживается, практически отсутствует. При любых горизонтальных колебаниях (различной скорости, различными ускорениями и перемещениями) фундаментной плиты база здания сохраняет инерцию покоя. Имеется видеосюжет этих испытаний, с которым можно ознакомиться на кафедре.

Оценки взаимосвязи между активизацией опасных природных процессов и сейсмической активностью территории (на примере Кабардино-Балкарской Республики)

Е.В. Кюль

Территория Кабардино-Балкарской Республики (КБР) полностью находится в зоне высокой тектонической активности. При этом она отличается самыми высокими темпами поднятия (более 3-4 мм в год). С этим связана и

высокая сейсмичность территории. Причём в пространственном распространении как непосредственно очагов землетрясений, так и их интенсивности наблюдается ряд закономерностей.

1. Широтная (продольная) дифференциация. 1.1. *7-балльная сейсмическая зона.* Расположена на сочленении горной зоны Большого Кавказа, представленной сводовыми миоцен-четвертичными поднятиями в области палеозойской и альпийской складчатости, и предгорной наклонной аллювиальной равнины Центрального Кавказа, представленной плиоцен-четвертичными моноклинальными поднятиями. На этой территории расположен п. Залукожае – административный центр Зольского района КБР с прилегающими населёнными пунктами и большая часть территории г. Нальчика-столицы КБР. Территория разбита на тектонические блоки, которые ограничены глубинными разломами (например, «Нальчикский» тектонический блок) Амплитуда вертикальных смещений по разломам- здесь колеблется от 100-150 до 200-300 м. 1.2. *8-балльная сейсмическая зона.* Расположена на сочленении высокогорной зоны, представленной сводово-глыбовыми миоцен-четвертичными унаследованными интенсивными поднятиями в области палеозойской и раннеальпийской складчатости и среднегорной зоны, представленной сводовыми миоцен-четвертичными поднятиями умеренной интенсивности в области позднеальпийской складчатости. Исследования здесь структурно-тектонических условий позволили установить, что структура региона характеризуется наличием крупных продольных глубинных разломов. Так, например, в районе Передового хребта расположен древний Пшекиш-Тырныаузский разлом, по которому наблюдаются наиболее крупные подвижки (амплитуда вертикальных смещений колеблется от 400 до 500 м). Проходит через среднее течение р.Малки, населённые пункты Эльтюбю, Безенги и Верхняя Балкария.

2. Поперечная дифференциация. 2.1. *Сейсмическая зона более 8 баллов.* Расположена в районе поперечного поднятия, Эльбрусского, и приурочена к поперечному разлому- поперечной зоне повышенной сейсмической активности, Минераловодской (восточная граница Эльбруско-Ставропольского поднятия). Амплитуда вертикальных смещений по разломам достигает 200-300 м. Данная зона накладывается на продольные сейсмические зоны и образует соответственно в бассейне р.Баксан зону высокой сейсмичности.

Выводы. Вся территория КБР характеризуется высокой тектонической и сейсмической активностью. Причем величина возможной интенсивности сейсмического воздействия составляет для горной части-9 баллов, для равнинной -8. При этом наиболее сейсмически активной является северо-западная часть республики рядом с сейсмически активным районом Кавминвод. Это всё Южное Приэльбрусье, наиболее освоенное в хозяйственном отношении и территория г. Тырныауза. Именно здесь формируется зона высокой тектонической и сейсмической активности, где возможен массовый сход опасных склоновых процессов. Поэтому здесь необходимо восстановить систему сейсмиче-

ского и инженерно-геологического мониторинга для более безопасного освоения территории.

**Оценка состояния природно-техногенных геосистем в районе
действия горнодобывающих предприятий (на примере
Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината,
Кабардино-Балкарская Республика, Россия)**

Е.В. Кюль, Н.А. Борисова

В Северо-Кавказском федеральном округе (Центральный Кавказ) наблюдаются две природно-техногенные геосистемы в районе предприятий горнодобывающей промышленности: рудник «Садон», Республика Северная Осетия – Алания и Тырныаузский вольфрамо-молибденовый комбинат (ТВМК), Кабардино-Балкарской Республики (КБР). В результате работы таких предприятий формируются т.н. зоны с нарушениями природной среды, в связи с чем возникает целый комплекс экологических проблем. Рассмотрим данные проблемы на примере ТВМК. Основные объекты комбината, являющиеся *факторами дестабилизации* и образования опасных природных процессов: рудник с шахтоуправлением, два карьера (Мукуллан и Высотный) с карьерными отвалами, шахта, канатная дорога, промплощадка, обогащательная фабрика, очистные сооружения и часть пульпопровода с подъездными путями), – расположены в СЗ части г. Тырныауза на левом борту р. Баксан на склоне Передового хребта на высотах 1400-3000 м в зоне высокой сейсмической и тектонической активности. Сюда же входят: зона отвалов выше города (балки Малый и Большой Мукуллан); оставшаяся часть пульпопровода (2 км) в черте города,) ниже г. Тырныауза хвостохранилище с системой очистных озёр (устье р. Гижгит).

Методические основы оценки включают в себя: камеральные (анализ картографического фото- и видеоматериала; дешифрирование аэро- и космоснимков различных лет залёта) и полевые исследования (GPS-съемка и специальное обследование территории на предмет выявления опасных природных процессов-ОПП). В ходе полевых работ 2014 года (ранее они проводились частично в 1993 г.) было выявлено следующее: 1) на склоне наблюдается активизация оползневых явлений, в частности за счёт просадок в районе выработок рудника «Молибден», а также подрезки склона автодорогами, строительными и горнодобывающими работами (в нижней части – пойме р. Баксан-гаражи и гравийный карьер); 2) по пульпопроводу образовалась антропогенная зона с развитием оползневых обвально-осыпных и селевых процессов; 3) в районе хвостохранилища и карьерных отвалов наблюдается ежегодный сход селевых потоков.

Выводы. Всего в зоне ТВМК было выявлено около 10 новых оползневых и около 20 селевых бассейнов. В результате прорыва очистных озёр в

пойме рек Баксан и Гижгит разнота пылевидной массы с отвалов возникает угроза загрязнения промышленными отходами водного и воздушного бассейна. Нами подготовлена основа для составления ряда специализированных рабочих карт (в настоящее время составлены карты оползневой и селевой опасности М 1:50000), являющихся основой при проведении ежегодного картографического мониторинга последствий работы горнодобывающих предприятий и геозкологической оценки состояния нарушенных геосистем.

Сейсмогенные опасные природные процессы на Центральном Кавказе (на примере Кабардино-Балкарской Республики)

Е.В. Кюль, Н.В. Кондратьева

Территория Кабардино-Балкарской Республики (КБР) отличается рядом *геологических особенностей*. Она относится к Центральному Кавказу и представляет собой самую её приподнятую горную часть (более 5000 м). Здесь Главный хребет на 0,5–1 км ниже Бокового хребта, который испытал резкое воздымание и стал молодой орографической осью Большого Кавказа. Территория представлена серией чередующихся хребтов и депрессий, причём среднегорно-низкогорная часть – псевдокуэстовыми гравитационно-тектоническими и тектоническими образованиями. В настоящее время тектоническое развитие Кавказа продолжается, причём территория КБР отличается самыми высокими темпами поднятия (более 3–4 мм в год). С неотектоникой связан новейший вулканизм, который наиболее мощно проявился на Центральном Кавказе. «Финальный» вулканизм, знаменующий переход к посторогенному этапу, здесь ещё не наступил. Поэтому возможны периоды усиления вулканической деятельности в связи с периодами активизации тектонических поднятий (в районе Эльбруса наблюдается интенсивная деградация оледенения и возможны в результате термокарста и прорыва моренных озёр гляциальные сели и снежно-ледовые обвалы). Изучаемая территория частично относится к Эльбруско-Чегемской области, где новейшие вулканические процессы сформировали современный рельеф, который оказывает, в свою очередь, большое влияние на экзогенные процессы. Большую роль в их активизации играют и сейсмические явления, которые рассматриваются как проявления современных тектонических движений (печально известная лавина в Нейтрино в 2005 году, где произошёл сход лавины по совершенно новому пути и погибло 4 человека). Изучаемая территория расположена между двумя приуроченными к поперечным разломам поперечными зонами повышенной сейсмической активности, Минераловодской (восточная граница Эльбруско-Ставропольского поднятия) и Приказбекской. Причём наибольшая активизация ОПП наблюдается по Пшекиш-Тырныаузскому древнему разлому. Именно здесь в районе г. Тырныауза находятся мощные оползневые зоны. Всего на территории КБР более 20 крупных тектонических оползней, подвижки которых часто приводят

к природным катастрофам (например, оползень «Бузулган»- сход катастрофического селя по р. Герхожансу в 2000 году).

Вывод:

Территория КБР из-за ряда геологических особенностей характеризуется широким развитием ОПП, напрямую связанных с геологической деятельностью. Поэтому работы по проведению тектонического, сейсмического и вулканического районирования являются приоритетными и могут послужить основой для начального этапа комплексного геоэкологического мониторинга ОПП.

**Концепция трансконтинентальных
постколлизийных сдвигов и её приложение
к тектонике Большого Кавказа**

Ю.Г. Леонов, Ю.А. Волож, Л.М. Копп, М.П. Антипов,
И.С. Патина, Т.Н. Хераскова.

В предлагаемом докладе рассмотрен впервые выделенный класс тектонических структур глобального масштаба, для которых предложено название трансконтинентальные постколлизийные сдвиговые системы (Леонов Ю. и др., 2012). Несмотря на многочисленные работы, посвящённые сдвиговой тектонике, описываемые структуры ранее не обособлялись в особый класс. Главная их отличительная особенность – они, по данным регионального сейсмопрофилирования, пронизывают целиком осадочный чехол и всю консолидированную кору платформы, а корневыми частями уходят в подкоровые слои мантии. Это позволяет рассматривать их как транслитосферные разрывные структуры.

Представление о крупных трансконтинентальных сдвигах в пределах платформ, как новом типе постколлизийных структур, возникло у авторов доклада в процессе работ по ряду региональных проектов обобщающего характера. Это, в первую очередь, составление «Атласа литолого-палеогеографических, структурных, палинспастических и геоэкологических карт Центральной Евразии» [2002] и «Тектонической карты Северной Евразии» [2008]. Понимание особенностей строения этих структур, как крупных транслитосферных зон концентрации деформаций, формирующих современный архитектурный рисунок консолидированной коры и осадочного чехла платформ, сформировались в ходе создания четырёхмерной (сейсмостратиграфической) модели земной коры Каспийского региона (Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования» [2010]). Большое значение для разработки методики изучения этих структур, определения их значения при районировании нефтегазоносных бассейнов имели работы по оценке перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов Волго-Уральского, Прикаспийского и Терско-Каспийского нефтегазоносных бассейнов (Астраханский

карбонатный массив: строение и нефтегазоносность» [2008]; Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность, [2013])

По предварительным данным, наибольшее распространение транслитосферные разрывные структуры получают на постколлизционном этапе развития складчатых поясов. Тектонотипом могут служить: Урало-Герирудский, Донбасс-Зеравшанский и Крымско-Копетдагский сдвиги. На уровне низов земной коры и верхней мантии для них характерна зона разрыва горизонта «М» шириной первые километры, как правило, наклонная (угол наклона может достигать 35° - 45°), проникающая до глубин 100-150 км. По направлению вверх на уровне консолидированной коры эта зона расщепляется на систему нарушений, приобретая в вертикальном сечении цветковую структуру, а в плане - вид линейных зон разрывных кулисно эшелонированных дислокаций шириной в несколько десятков километров. В осадочном чехле названные структуры представляет собой комбинированное образование. Местами они выражены разрывами или системами разрывов, рассредоточенных в некоторой полосе (это характерно для районов с большой мощностью осадочного чехла), линейными зонами пликативных дислокаций, системами валов, флексур, эшелонированных складок, реже линейными зонами непротяженных малоамплитудных кулисных разрывов. Наконец, имеются промежутки, в которых явные признаки нарушений (возможно из-за недостатка данных) пока не выявлены. Наиболее существенными свойствами, вновь выявленных сдвиговых структур литосферы, которые отличают их от морфологически подобных, но генетически иных трансконтинентальных разрывных структур глубокого заложения рвущих литосферу континентов, (разломы внутриконтинентальных рифтовых систем), служат такие параметры как время их заложения (они возникают на поздне- и постколлизционном этапе развития континентальной коры), длительность существования (движения по ним происходят на протяжении всего платформенного этапа), гигантская протяженность в сотни и тысячи километров. Предполагается что, амплитуда горизонтального перемещения разделенных ими блоков весьма значительна. При этом основная амплитуда горизонтального перемещения проходит на доплатформенный, орогенный этап развития тектонические деформации носят унаследованный характер, скорости движений замедляются, приобретая величины свойственные платформенным режимам.

Особая роль трансконтинентальных постколлизционных сдвиговых систем состоит в том, что они на своем протяжении пересекают как области эпиплатформенной и эпиколлизсионной орогении так и структуры (плиты и щиты) древних и молодых платформ и ими завершается формирование наблюдаемой ныне тектонической структуры земной коры континентов. Эти данные требуют оценки их влияния на проблемы прогноза нефтегазоносности и оценку сейсмической опасности – сдвиги способны смещать по горизонтали контуры зон нефтегазонакоплений и отдельных месторождений и инициировать

землетрясение в пределах регионов с платформенным геодинамическим режимом.

Анализ имеющихся литературных материалов показывает, что реальность существования протяженных (до тысяч км) и долгоживущих синколлизионных и постколлизионных мегасдвигов, их транзитный характер по отношению к структурам континентов (древним и молодым платформам и соседних с ними коллизионными системами) и одновременно секущий характер по отношению к литосфере не вызывает сомнений и особых возражений. Проблемы и дискуссии возникают лишь при обсуждении масштабов горизонтальных перемещений (амплитуды сдвига) разделяемых ими блоков и направления движения последних, а также характере проявления зоны сдвига на различных глубинных уровнях земной коры (границы в литосферной мантии, в консолидированной коре, в складчатом, плитном и доплитном комплексах осадочного чехла). В практическом плане последняя из перечисленных проблем сводится к решению вопроса о глубины проникновения в земную кору конкретных тектонических нарушений закартированных на поверхности или в осадочном чехле, что может быть решено исключительно при наличии высококачественных сейсмических профилей МОГТ-КМПВ освещающих строение земной коры на всю её мощность.

Регистрируемая данными геологической съемки видимая амплитуда отдельных сдвигов не превышает нескольких км. или, иногда, первых десятков км. Однако сдвиги группируются в протяженные зоны кулисного строения, где суммарная амплитуда может существенно наращиваться. Верхний предел амплитуды определяется с трудом ввиду сильной присдвиговой складчатой переработки блоков, затрудняющей прослеживание первичных смещенных маркеров по разные стороны одного и того же сдвига. Сложно, например, установить амплитуду правостороннего смещения по Главному Копетдагскому разлому, косо обрезающему весь Копетдаг с северо-восточной стороны. Однако, несомненное воздействие сдвиговой тектоники на особенности структуры и формы Копетдагского орогена в плане, она должна быть значительной.

Более определенные выводы о полной амплитуде и направлении перемещения блоков можно сделать лишь на основе рассмотрения всей сдвиговой (складчатой) системы в целом; поиска маркеров смещения слабо подверженных вторичным искажениям. Это могут быть и характерные тектонические структуры или структурно-формационные комплексы, и погребенные морфоструктурные элементы осадочных бассейнов типа бровки аккумулятивных шельфов, континентальные склоны глубоководных котловин, а также другие палеогеографические границы либо хорошо картируемые границы эпигенетических преобразований литолого-стратиграфических подразделений [Леонов, 2007; Леонов и др., 2010].

В докладе предлагается рассмотреть возможности такого анализа на примере Крымско-Копетдагской складчатой системы. Обращено внимание на

различия в трактовках формирования складчатой системы Большого Кавказа и той роли, которую она играла в заполнении осадками Азово-Кубанского и Терско-Каспийского предгорных прогибов и Южно-Каспийской и Восточно-Черноморской межгорных впадин, в рамках рассматриваемой нами модели (единый Крымско-Кавказско-Копеттдагский сдвиг) и близкой к ней по смыслу модели Кавказского сдвига, предложенной Л.М. Рацветаевым (1973).

Научно-исследовательское сопровождение строительства и эксплуатации хвостохранилищ в криолитозоне

А.Б. Лолаев

Существующие и строящиеся горно-обогатительные и горно-металлургические предприятия перерабатывают десятки миллионов тонн руды и сырья и соответственно сбрасывают сотни миллионов тонн отходов обогащения и производства, для складирования которых требуются специальные хранилища.

Проблема строительства и эксплуатации накопителей отходов является весьма актуальной. Вопросы эксплуатации гидротехнических сооружений, являются тем более острыми потому, что проектная технология, как правило, постоянно находится в состоянии совершенствования, поисков и экспериментов, что обуславливается изменяющимися, в процессе эксплуатации составом и свойствами хвостов, геокриологическими условиями, как оснований, так и тела подпорных сооружений, и т.д.

Разработка технологических схем намыва, определяющих устойчивость и экологическую безопасность гидротехнических сооружений, является одним из основных ответственных моментов.

Объектом исследований настоящей работы являлись намывные гидротехнические сооружения -хвостохранилища № 1,и 2 (Лебяжье) расположенные на территории Норильского промышленного района (НПР).

Варианты намыва и складирования хвостов исследовались с помощью физико-математического моделирования. Объектом исследований являлось обоснование параметров моделирования, соответствия с позиций теории подобия результатов модельных испытаний натурным,

Было выполнено математическое моделирование различных схем отработки лежалых хвостов и пирротинового концентрата, с прогнозом устойчивости ограждающих конструкций. Проведено бурение и оборудование КИА, выполнены замеры температур и уровней воды в теле дамбы, на территории проведено разведочное бурение с полным опробованием кернов.

При прогнозировании устойчивости ограждающей дамбы был использован комплекс программ. Для расчета температурного режима был применен программный комплекс UWay на базе конечных элементов, прогнози-

рование устойчивости ограждающей дамбы выполнено при помощи программы UniFos и на базе метода нечетких множеств.

На основе анализа математических расчетов и результатов модельных испытаний в ходе апробации были определены оптимальные технологические параметры схемы намыва дамбы и схемы разработки лежащих хвостов.

Данные исследования послужили основанием для внесения изменений в технологию производства работ, что обеспечило безопасное и эффективное их выполнение, что подтверждает необходимость взаимодействия служб эксплуатации и научных подразделений.

Алгоритм решения задачи по определению параметров возведения намывных накопителей отходов горно-добывающей промышленности

А.Б. Лолаев, А.П. Акопов, А.С. Бадоев

Горнодобывающие предприятия, расположенные на территории РФ, перерабатывают сотни миллионов тонн руды в год. Анализ современного состояния минерально-сырьевой базы Российской Федерации свидетельствует, что интенсивная отработка высокорентабельной приповерхностной части большинства эксплуатируемых месторождений привела к истощению сырьевой базы горно-обогатительных предприятий. В настоящее время горнодобывающим подразделениям приходится добывать все большее количество руды, в связи с тем, что богатых руд в разрабатываемых месторождениях становится все меньше, вкрапленных и бедных руд – все больше, следовательно и отходов поступающих на складирование.

Проблема складирования отходов горнодобывающей промышленности стоит тем острее, что за последние 20 лет на территории РФ не было построено ни одного нового хвостохранилища.

Ввиду изложенного вопросы оптимизации технологических схем складирования отходов горно-добывающей промышленности являются весьма актуальными.

Для оптимизации использования мощностей существующих накопителей отходов разработан алгоритм по обоснованию технологических параметров процесса намыва накопителей отходов предприятий горнодобывающей промышленности, включающий в себя:

- Учет геометрических и технологических параметров объекта;
- Определение геометрических параметров намыва;
- Определение технологических параметров намыва.

Данный алгоритм применим как для накопителей представленных одним полем, так и двумя и более, а его применение дает возможность оператив-

ного управления намывом без технологических перерывов в процессе эксплуатации намывных накопителей отходов.

Разработанный подход и методология были эффективно использованы на хвостохранилище «Лебяжье» ОАО ЗФ «ГМК «Норильский Никель» при разработке технологии намыва. Экономический эффект от оптимизации технологии намыва с использованием разработанной методики на данном объекте составил 187, 2 млн. руб.

Прогнозирование формирования снежно-ледяных образований на горных автомобильных дорогах РСО-Алания

А.Б. Лолаев, Н.А. Масланов, Ч.К. Габеев

Основной задачей содержания автомобильных дорог является поддержание круглогодичного, бесперебойного и безопасного движения транспортных средств. Наиболее остро выполнение этой задачи стоит в зимний период, когда негативное влияние оказывают осадки и их последствия.

Для разработки предупредительных мероприятий по обеспечению незаносимости снегом инженерных сооружений, а также для принятия оперативных решений по расстановке снегоуборочной техники и оптимальному ее использованию необходимо знание закономерностей формирования снежно-ледяных образований. Достижение указанных целей в практике зимнего содержания дорог является эффективным с использованием оценочно-прогнозных моделей, формируемых для различных регионов и типов дорог.

Существуют различные модели прогнозирования снежно-ледяных образований, которые показали эффективность их применения в районах Европейской части России и в условиях Крайнего Севера.

Авторами была разработана оценочно-прогнозная модель снежно-ледяных образований на горных дорогах, которая позволит оптимизировать содержание горных автомобильных дорог в зимнее время и определить наиболее опасные участки дороги по степени отложения и продолжительности существования различных видов снежно-ледяных образований. Данная модель построена на основе многопараметрического факторного анализа.

Все факторы разделены на природные и техногенные, которые в свою очередь подразделяются на постоянные и временные. К природным относятся рельеф местности, растительность, наличие водных объектов, температура, относительная влажность воздуха, ветер, облачность, осадки. К техногенным факторам – расположение дороги к направлению преобладающих ветров, продольный и поперечный профили трассы, температура покрытия, интенсивность и состав движения, пропускная способность трассы, а также наличие инженерных сооружений и обустройства дороги.

На основе анализа влияния действующих факторов в различных сочетаниях построена оценочно-прогнозная модель снежно-ледяных образова-

ний на горных дорогах. Модель представляет собой таблицу-номограмму, позволяющую по балльной системе оценить влияние действующих природных и техногенных факторов на степень риска снежных заносов. Такой вид модели относится к типу оценочно-прогнозных, поскольку служит не только «застывшим» отображением информации полученной в ходе исследований, но и позволяет предсказать вероятность образования снежного заноса и его масштабы при различных сочетаниях природных и техногенных факторов.

Особый интерес модель может представить для проектировщиков, так как уже на первых этапах работ позволяет оценить условия заносимости снегом различных участков дорог и предусмотреть специальные мероприятия по предупреждению образования снежных заносов.

Изучение физико-химических свойств лежалых хвостов методами выделения мономинеральных фракций

А.Б. Лолаев, Э.Х. Оганесян, А.В. Арутюнова, С.О. Дзедобоев, В.Э. Илаев

Решение проблемы переработки отходов приобретает в последнее время первостепенное значение. На складирование и утилизацию ежегодно поступают десятки миллионов тонн отходов, которые постоянно накапливаются и требуют новых площадей для хранения - это хвосты обогащения, пыли и шламы, шлаки цветной металлургии.

Выделение мономинеральных фракций широко используется в геологии для решения разнообразных задач, как научных, так и чисто производственных. В первую очередь они необходимы для установления количественного минерального состава горных пород и руд, дальнейшего расчета баланса распределения элементов по составляющим породе минералам.

Объектом исследований настоящей работы являются хвостохранилища № 1 и № 2 Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината – комплексное изучение физико-химических свойств намывного массива из лежалых хвостов методами выделения мономинеральных фракций на предмет возможности дальнейшего использования указанных объектов в качестве техногенных месторождений. Методы выделения мономинеральных фракций обычно используют различные физические свойства отдельных минералов, позволяющие отделять их друг от друга во время процесса сепарации по плотности и размерности отдельных зерен, магнитности, электрическим свойствам, смачиваемости, окраске и др. Реже учитывают химические свойства минералов.

В результате проходки скважин были отобраны пробы грунта нарушенной структуры для лабораторных исследований с целью определения физико-химических свойств. В процессе изысканий были выполнены отбор послойно-валовых проб из скважин, гранулометрический анализ ситовым методом, дробление и истирание проб для геохимических исследований, разделе-

ние 2-х сводных проб на легкую и тяжелую фракции, выделение в тяжелой фракции электромагнитной и немагнитной фракций.

В зависимости от поставленной задачи осуществляется разный подход к полноте извлечения минерала из пробы. Часто для ее решения требуется только чистота мономинеральной фракции (отсутствие в ней других минералов). Поэтому в таких случаях не предъявляются большие требования к полноте извлечения нужного минерала. Вполне достаточно знать, что в данной операции выделяется необходимое по весу его количество. Однако механические методы сепарации минерала могут быть эффективными только в случае отсутствия его сростков в пробе. Потому особое значение приобретает подготовительная стадия обработки пробы – дробление и измельчение, осуществляемые в целях раскрытия зерен от срастания минералов друг с другом.

Физико-математическое моделирование обеспечения устойчивости ограждающей дамбы хвостохранилища

А.Б. Лолаев, А.Х. Оганесян, Б.П. Акопов

Промышленное освоение недр всегда было связано с образованием большого количества отходов. К тому же, несмотря на постоянное совершенствование технологий добычи и переработки полезных ископаемых, количество отходов горно-металлургического производства не уменьшается. Общее число хвостохранилищ, шламохранилищ и гидроотвалов эксплуатирующихся в мире и в России переваливает за сотни. Они представляют большую опасность для людей и окружающей среды, так как являются действующими источниками загрязнения и считаются опасными производствами по катастрофическим последствиям разрушений подпорных сооружений.

В сложившихся условиях все более насущной становится потребность в поиске новых решений с целью совершенствования технологий выполнения работ при возведении и эксплуатации техногенных месторождений, активизирования природоохранной деятельности и снижения экологических последствий строительства и эксплуатации сооружений.

Для обеспечения процесса расчетного сопровождения прогноза безопасности хвостохранилищ в эксплуатационном режиме необходимо моделирование различных ситуаций, которые могут возникнуть на хвостохранилище в процессе его эксплуатации:

- изменение заложения низового откоса
- изменение параметров пляжа
- изменение физико-механических свойств хвостов
- увеличение высоты сооружения
- изменение температурного состояния тела дамбы
- изменение давления подземных вод.

Полученные результаты анализируются, распространяются с определенной степенью достоверности на все исследуемое пространство, формулируются в единую математическую модель процесса и корректируются тестовым лабораторным и натурным экспериментом.

Внедрение данной методики обеспечения устойчивости ограждающей дамбы хвостохранилища показало высокую достоверность полученных результатов, подтвержденную фактическим состоянием ограждающей дамбы хвостохранилища «Лебяжье» ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель».

Развитие системы сейсмологического мониторинга на территории Кавказского региона.

А.А. Маловичко

Рассмотрено развитие системы сейсмологических наблюдений на территории Северо-Кавказского региона. Приведены примеры повышения регистрационных возможностей современной системы наблюдений во всех регионах Кавказа. Отмечается важность развития международного сотрудничества для повышения эффективности сейсмологического мониторинга на территории Кавказа.

Деформации земной коры Азербайджана по 15-летним GPS результатам

С.К. Мамедов, Р.Т. Сафаров

Геодинамические исследования территории Азербайджана с использованием GPS технологии были начаты в 1998 году Институтом Геологии Национальной академии Наук Азербайджана. В настоящее время GPS сеть включает в себя 3 CGPS (непрерывной записи GPS) станции (Баку, Шеки, Нефтечала) и 24 съемочных GPS сайтов, на которых производится ежегодная съёмка. На основе данных о компонентах скоростей GPS-пунктов Азербайджана и прилегающих территорий исследуется распределение накопления напряжений вдоль азербайджанской части Главного Кавказского надвига. Проведенный комплексный анализ распределения эпицентров, механизмов очагов землетрясений и выделенной энергии землетрясений, а также GPS-скоростей позволяет выделить четыре зоны с различным уровнем сейсмичности: Балакен-Загатала; Шеки-Габала; Шамаха-Исмаиллы и Абшерон.

GPS, геодинамика, деформации

GPS-сеть Азербайджана создана Институтом геологии Национальной Академии наук Азербайджана в сотрудничестве с Массачусетским Технологи-

ческим Институтом. Сеть состоит из 25 пунктов измерения и 3-х непрерывно делающих запись станций GPS, расположенных в Институте геологии, г. Баку, Шекинском Региональном Научном Центре НАНА в Нефчале. Сеть была установлена в 1998-2014 гг., в большинстве пунктов измерения проведены по 3-6 раз. GPS-данные были обработаны, а ошибки оценены с использованием программного обеспечения GAMIT/GLOBK.

Ошибка определения скорости составляет в основном менее 0,6 мм/год и позволяет довольно точно оценить конвергенцию плит поперёк Кавказской горной системы (т.е. ошибка составляет 5% от полной скорости конвергенции).

Скоростное поле GPS-наблюдений довольно четко иллюстрирует движение Аравийской плиты ССВ направления в Азербайджане и в смежных регионах Малого Кавказа относительно Евразии южнее Главнокавказского надвига (ГКН). Наиболее существенная особенность скоростного поля – уменьшение скорости в пунктах наблюдений, расположенных перпендикулярно к ГКН (то есть между KURD и MEDR, а также BILE и SHIK). Сокращения размеров земной коры поперёк восточного сегмента ГКН (долгота 48°), определенные по разности скоростей между пунктами наблюдений Кюрдамир (KURD) и Сиазань (SIYE), составляют 10 ± 1 мм/год.

Существующее распределение скоростей и их градиентов вызывает накопление напряжений вдоль ГКН различной величины, что, возможно, скажется на сейсмическом режиме исследуемой территории.

О результатах исследования зависимости интегральных оценок опасности геосистем от физико-геометрических параметров опасных природных процессов

П.Е. Марченко

Проведено исследование некоторых теоретических вопросов влияния ряда характеристик опасных природных процессов (ОПП), таких как суммарное давление ОПП на объект, площадь и конфигурация воздействия ОПП на геосистему, опираясь на развиваемую автором методологию оценки степени воздействия ОПП на геосистемы посредством численных интегральных показателей природной опасности геосистем (ИППОГс). В качестве основных характеристик ОПП, определяющих степень опасности тех или иных природных процессов, приняты их силовые (энергетические) эквиваленты.

Как уже отмечалось ранее нами и одновременно другими, сам механизм воздействия ОПП на различные объекты и человека, последствия этого воздействия приводят к вполне очевидному выводу о том, что наиболее объективными показателями, характеризующим ОПП с точки зрения опасности, являются силовые (энергетические), например, величина суммарного давления на объект, плотность потока энергии, выделяемая энергия и т.п.

Исходя из этого, нами была разработана шкала степени опасности, в основу которой положено ранжирование по величине суммарного давления ОПП на различные объекты, как природные, так и техногенные. При этом приведенные значения давления и соответствующие баллы опасности относятся к так называемым критическим значениям, то есть максимальным значениям из возможного интервала давлений, приводящих к полному разрушению (уничтожению) объекта.

Анализ реальных проявлений ОПП на территории Кабардино-Балкарской Республики и экспертный анализ потенциальной опасности ОПП позволил несколько скорректировать шкалу применительно к КБР в сторону уменьшения числа градаций опасности по отношению к первоначальной более полной и расширенной версии.

Современная геодинамика Северного Кавказа

В.К. Милюков

Северный Кавказ входит в состав Альпийско-Гималайского подвижного пояса, характеризующийся активной тектоникой. Этот сложный с геодинамической точки зрения регион рассматривается как результат взаимодействия двух крупных литосферных плит – Евразийской и Аравийской. Кроме этого в настоящее время принято считать, что под Кавказом имеется поднятие мантийного вещества восходящими потоками глубинных флюидов. Данные геологические процессы формируют современную геодинамику региона, которая характеризуется продолжающимся образованием складчато-надвиговой структуры, сложной иерархической системой разломов, вулканизмом, повышенной сейсмичностью, активными движениями земной коры. Вне зависимости от того или иного подхода к интерпретации тектонической структуры Кавказа, не вызывает сомнения то, что формирование этой структуры связано в первую очередь с напряжениями субгоризонтального сжатия, ориентированными в общем вкрест ее простирания. Изучение механизмов очагов землетрясений региона показывает, что и на современном этапе развития такие напряжения играют определяющую роль.

Наличие на территории Северного Кавказа высокоточных средств измерения современных движения земной коры: пространственно распределенной сети стационарных GPS станций и прецизионного лазерного интерферометра- деформографа, позволяет ставить и решать геодинамические задачи не только регионального, но и глобального характера. В докладе приводятся результаты исследований, основанных на многолетних прецизионных наблюдениях.

Современные горизонтальные движения основных элементов тектонической структуры осетинской части Большого Кавказа по GPS измерениям

В.К. Милоков, А.П. Миронов, Г.М. Стеблов, В.И. Шевченко,
А.Г. Кусраев, В.Н. Дробышев, Х.М. Хубаев

Большой Кавказ в целом, и Осетинский регион в частности, входят в состав Альпийско-Гималайского подвижного пояса, характеризующийся активной новейшей тектоникой. Этот сложный, с геодинамической точки зрения, регион традиционно рассматривается как результат взаимодействия двух крупных литосферных плит – Евразийской и Аравийской. Начиная с 2010 г. в этом регионе была создана геодезическая сеть полевых пунктов для проведения периодически-повторных GPS измерений, а также установлены три постоянных GPS станции. В работе приводятся методика обработки и результаты GPS измерений 2010-2013 гг. Полученные результаты, помимо общего субмеридионального движения региона, связанного с взаимодействием Евразийской и Аравийской плит, выявили ряд особенностей геодинамического режима, обусловленных, по-видимому, продолжающимися локальными процессами формирования тектонической структуры этого региона.

Состояние и динамика магматических камер вулкана Эльбрус по результатам деформографических наблюдений

А.В. Мясников, В.К. Милоков

Непосредственная близость установки **Баксанского лазерного интерферометра-деформографа** (штольня БНО ИЯИ, Баксанское ущелье Северного Кавказа, КБР, п. Нейтрино) от Эльбрусского вулканического центра (18 км) дает уникальную возможность применить на практике так называемый **резонансный метод** для определения размера близповерхностной магматической камеры и добротности ее основных резонансных мод. Идея этого метода заключается в том, что магматическая камера является достаточно хорошо выделенной структурой в окружающей однородной геологической среде и таким образом обладающей резонансными свойствами, т.е. собственными резонансными частотами. При внешнем воздействии подобные объекты являются источником вторичных сгенерированных сейсмических волн на этих частотах. Такие резонансные моды были надежно зарегистрированы во время многих достаточно мощных землетрясений Баксанским лазерным интерферометром. С помощью метода максимального правдоподобия были получены оценки периодов и добротности этих резонансных мод. Таким образом, была выполнена оценка размера и глубины залегания магматической камеры. Основным следствием применения резонансного метода является возможность мо-

нитинга состояния магматический структур вулкана Эльбрус по выполненным оценкам добротности резонансных мод. Приводятся результаты девятилетних наблюдений за динамикой добротности магматической камеры.

Геомагнитные аномалии и их влияние на человека

Р.В. Осикина, А.С. Теблоева

На земной поверхности существуют целые области, где электромагнитные колебания и радиация, объединяясь, оказывают на людей губительное воздействие. Особенно этим характеризуются местности, расположенные вблизи обоих полюсов. Там себя чувствуют полноценно только местные жители, которые привыкли именно к таким трудным, но естественным для них условиям жизни. А люди, приехавшие из средней полосы, более подвержены различным заболеваниям – от вирусных до генетических.

Места, где происходит нарушение работы важнейших жизненных функций, называются *геопатогенными, или биопатогенными, зонами*. В районе геологических неоднородностей строения земной коры, по всей длине разломов существуют такие зоны. Чем мощнее и длиннее разлом, тем он глобальнее, тем шире полоса, в которой жизнь человека подвергается угрозе.

Впервые о таких опасных для жизни зонах заговорили медики. Наблюдая в многочисленных семьях онкологических больных, они заметили, что рак чаще всего поражает людей, живущих в различных неблагоприятных условиях, в числе которых и геологические нарушения, оказывающие весьма вредное влияние.

Немецкие врачи в двадцатом столетии обнаружили, что большинство раковых больных живут в домах, расположенных в сфере действия разломов. Они выявили дома, где до 80% жильцов страдали от онкологических заболеваний. Что удивительно, рядом находились дома, где уровень заболеваемости оказывался всего 2-3%. Затем был проведен такой эксперимент. На карте отметили районы, находящиеся в зоне действия разломов, обычно эти зоны не превышали в ширину 200 метров. И когда сверили с геологическими данными медицинские показатели, тогда стали говорить о проблеме очень осторожно, опасаясь посеять панику среди населения: в отмеченных на картах домах резко возрастало количество хронических больных, сердечников, самоубийц, детей с врожденными пороками, раковых больных, астматиков, больных туберкулезом. А рядом в 100 метрах, стояли дома, где люди не болели.

Эти данные подтвердили и исследования российских специалистов: процент заболеваемости связан с геологическим строением земной коры. В тех местах, где дома стоят точно над разломами или рядом с разломами, люди чаще и тяжелее болеют, любая царапина может у них заживать недели и даже месяцы. В местах разломов, которые не видны на поверхности, потому что расположены на значительной глубине, образуются пустоты или залегают водные жилы, то есть создаются резонаторы, которые резко уси-

ливают и изменяют электромагнитное поле. Кроме того, в таких местах меняется и ионный состав воздуха.

Учеными доказано, что горные территории имеют повышенное содержание положительно заряженных ионов, однако их влияние на различные живые организмы (растения, животных, человека) недостаточно изучены и являются предметом наших дальнейших исследований.

Гляциологический мониторинг ледника Колка в 2002-2014 гг.

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

Вечером 20 сентября 2002 г. в бассейне реки Геналдон в Северной Осетии произошла ледниковая катастрофа планетарного масштаба. Более 100 млн. м³ льда, воды и камней были сброшены из цирка ледника Колка в Кармадонскую котловину со средней скоростью 180 км/час. Ни население, ни органы власти не ожидали такого необратимого развития событий. Погибло 135 человек, а экономический ущерб составил чуть менее 1,5 млрд. руб. Большинство исследователей подчеркивает комплексную природу катастрофы, определенную роль в зарождении которой сыграли как эндогенные, так и экзогенные факторы. Вопрос о возможности, сроках повторения и масштабах подобного события не решен по сей день. Пороговым фактором при реализации катастрофического сценария, судя по всему, является объем ледника Колка. Для прогнозирования вероятных гляциальных катастроф в долине р. Геналдон требуется проводить регулярный мониторинг ледника Колка.

Рекогносцировочные наземные и/или дистанционные наблюдения были начаты нами в 2002 г. и проводятся ежегодно. Для дистанционных наблюдений используются космические снимки высокого разрешения, получаемые по программе Геопортала МГУ. Инструментальные наблюдения за процессом восстановления массы ледника Колка были начаты в августе 2004 г. В ходе топографической съемки масштаба 1:5000, проводимой теодолитом 4Т15П и безотражательным лазерным дальномером ЛП-1, были определены координаты более чем 1000 съемочных точек. Вторая топографическая съемка ледникового цирка Колка проводилась в августе 2009 г, третья – в августе 2014 г. Пока топографические съемки цирка ледника Колка проводятся раз в 5 лет, что соответствует стандартным требованиям к пересъемке ледников. В будущем, по мере роста вероятности катастрофического сценария, частота инструментальных наблюдений может быть увеличена. Для проведения съемок использовались те же съемочные точки и оборудование, что и в 2004 г. Кроме того, для уточнения координат съемочных точек и отдельных объектов использовались двухчастотные GPS/ГЛОНАСС приёмники JAVAD. Количество измеренных точек в 2009 и 2013 гг. было сокращено, поскольку не требовалось повторять

измерения для стабильных скальных поверхностей. Все карты были составлены в единой системе координат. В результате их сопоставления был установлен факт аномально быстрого восстановления массы ледника Колка на фоне неблагоприятных условий для Кавказского оледенения. В августе 2014 г. инструментальные измерения носили комплексный характер: была опробована методика цифровой фотосъемки ледника с обеспечением максимально возможной ортогонализации. Участок съемки представляет собой прямоугольник размером 920 на 620 метров и площадью 57 Га. Для пространственной привязки мозаики из 409 фотоснимков разрешением 0,03 м/пиксель были маркированы 23 опознавательных знака на местности, чьи координаты были определены с приемников JAVAD. Построены цифровые модели местности и рельефа с средней погрешностью по высоте 0,27 м, а в плане – 0,02 м относительно опознаков. Совместное использование традиционных и инновационных методов съемки местности позволит максимально точно определить текущие темпы восстановления ледника Колка и уточнить прогноз событий, подобных катастрофе 2002 г.

Состояние и перспективы развития системы сейсмического мониторинга центральной части Северного Кавказа

Э.Д. Погода

В работе рассмотрена система сейсмического мониторинга центральной части Северного Кавказа. Приводится описание ее структуры и функционирования. Рассмотрены результаты наблюдений 2005-2013 годов. Изложены проблемы развития комплексных геофизических наблюдений, включающие выбор оптимальных параметров геосреды и ее процессов.

Реакция сейсмических станций на события различной природы

Э.В. Погода, А.А. Саяпина, И.Ю. Дмитриева, О.Г. Кабирова

В работе приводится реакция сейсмических станций на явления разной природы (исключая землетрясения). Рассмотрены характерные особенности сигналов этих событий. Изложены результаты схода селей в Грузии 17 мая [1] и 20 августа 2014 года, схода ледника Колка 20 сентября 2002 года.

Процесс схода селя 17 мая 2014 года в Грузии был записан 9-ю цифровыми сейсмостанциями сети сейсмического мониторинга С-ОФ ГС РАН. Запись селя не имеет четкого первого вступления, характеризуется медленным нарастанием и угасанием амплитуд. Процесс схода селя проявился превышением амплитуд шума в 3 минутном интервале. Амплитудные спектры, построенные по записям этого события, имеют общие максимумы в районе 0.5 Гц, 0.6 Гц и 0.9 Гц. Подобные результаты получены по оползням, рассмотренным в

работах [2, 3]. Явное превышение амплитудного уровня в полосе частот 3 - 4 Гц присуще только близь расположенной сейсмостанции «Лац». Поляризация в максимуме записи эллиптическая, характерно поверхностной волне в полосе частот 0.7 – 1 Гц. Исследование записей сейсмических станций в более широком интервале времени показало, что начиная с 15 мая, регистрировались некоторые события, (более 31 с увеличением количества к моменту схода селя) схожие по характеру записи, и также имеющие эллиптическую поляризацию колебаний сигнала. Аналогичным образом проанализированы сигналы, зарегистрированные в процессе схода ледника Колка, для которых также характерно: отсутствие четких вступлений, постепенное нарастание и угасание амплитуд, эллиптическая поляризация сейсмического сигнала. Для оценки возможного влияния естественной сейсмичности на сход селя проанализирована сейсмическая активность в районе схода селя за май 2014 года. Всего зарегистрированы 2 землетрясения 9 и 10 мая $K=6$ и $K=7$ соответственно, которые на наш взгляд вероятно не могли спровоцировать сход селя. 20 августа 2014 года из СМИ стало известно, что в районе схода селя 17 мая 2014 года повторно сошел сель. Однако сейсмостанции данный процесс не зарегистрировали, что вероятно связано со значительно меньшим объемом сошедшей массы.

Исследования реакции сейсмических станций на события различной природы могут играть важную роль, как в фундаментальных исследованиях, так и для практического применения.

Экстракция ионов свинца (II) из водных растворов растительными маслами

В.П. Пухова

Предприятия цветной металлургии и химической технологии имеют большой выход сточных вод и высокую степень их загрязненности различными органическими и неорганическими примесями. Необходимость очистки этих вод определяется проблемой охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и обеспечения замкнутого водооборота.

Свинец является одним из наиболее токсичных тяжелых металлов, включенным в список загрязняющих веществ ВОЗ и ЮНЕП как токсичный металл первого класса опасности. В России ежегодно в окружающую среду попадает до 2690 тонн свинца с выхлопными газами автотранспорта и до 774 тонн с выбросами от промышленных предприятий. В многочисленных исследованиях показано, что воздействие свинца оказывает негативное влияние на здоровье человека, вызывая поражение жизненно важных органов и систем - нервной системы, эндотелия, почек, крови и др.

В данной работе исследована экстракция ионов свинца из водного раствора нитрата свинца растительными маслами (10 видов) при различных значениях pH растворов, соотношений О:В, температуры, исходных концен-

траций $C_0 = 1 - 16 \text{ г/дм}^3$ и времени экстракции. Рассчитаны кинетические и равновесные параметры процесса.

Результаты работы можно будет использовать для того, чтобы обсуждать закономерности накопления свинца в растениях, плоды которых используются в пищу. Для этого исследовали условия накопления свинца в растениях, в том числе при высоких значениях pH и исследование кинетики процесса.

Высокие показатели экстракции получены, вероятно, потому, что в составе растительных масел содержатся олеиновая кислота и другие компоненты, способные экстрагировать ионы тяжёлых металлов. Так, содержание олеиновой кислоты, % мас.: в подсолнечном масле 24–40, в кукурузном масле – 30–49, в оливковом масле – около 80, в соевом масле – 23–29.

При отстаивании системы после экстракции больше суток происходит её расслаивание на три фазы: верхнюю – масляную, нижнюю – водную и промежуточную между ними – гелеобразную сетчатую структуру гидроксокомплексов свинца с составляющими воды и масла.

Из промежуточной фазы можно извлечь свинец и его соединения. Полученные данные дают перспективу возможного технического использования растительных масел, особенно не пригодных (прогорклых) для употребления в пищу.

О распределении температуры верхней части земной коры

А.А. Радионов

Наиболее простой физической моделью поведения магматических расплавов является реологическая модель Максвелла. Для нее соотношение между приложенными к некоторому объему вещества напряжениями и возникающими под их действием деформациями имеет вид: Здесь - тензор деформаций, нижними индексами отметим частное дифференцирование по времени и вертикальной координате, - тензор напряжений, - модуль упругости твердого тела, - вязкость жидкости. Каждое вещество характеризуется временем релаксации. Оказывается, что на силы, действующее в течение времени меньшем, такое вещество реагирует как твердое тело, а на более медленные силы – как жидкость.

Рассмотрим равновесие некоторого выделенного внутри литосферы столба сжимаемой максвелловской жидкости ограниченный глубинами в 10-500 километров. Сколько-нибудь заметных вертикальных движений вещества в этом столбе очевидно нет. Присутствуют лишь некоторые крайне медленные движения обусловленные сжимаемостью. В этом случае можно рассматривать вещество литосферы как жидкость, и также пренебречь ее вязкостью, поскольку на рассматриваемых процессах она не сказывается.

Адиабатические процессы в конденсированной среде описываются адиабатой Грюнайзена. Обозначим - температура, - коэффициент Грюнайзена

(для идеального газа). Равновесие столба жидкости в случае адиабатических процессов (тепло слабо теряется в виду плохой теплопроводности) можно переписать только для температуры в виде:

- скорость звука, - ускорение свободного падения.

Решение этого уравнения в зависимости от граничных условий может быть либо монотонным (меняющимся от максимального значения на одной границе до минимального значения на другой границе), либо может иметь особую точку первого рода расположенную внутри области. Существование особой точки в решении позволяет сделать предположение, что минимум температуры ей соответствующий, наблюдающийся на значительном удалении от границ представляет собой некоторую поверхность, на которой скорость сейсмических волн будет испытывать резкое уменьшение. Возможно, слой пониженных скоростей сейсмических волн расположенный вблизи поверхности Мохоровича обуславливается этим температурным минимумом. В некоторых случаях указанные поверхности явно не прослеживаются, что может быть связано с монотонными решениями, возникающими при других граничных условиях.

Это уравнение можно переписать только давления, в этом случае получается решение, описывающее литостатическое распределение.

Аналогичные уравнения применимы к атмосфере. В случае литосферы, при учете только крайне медленных сил, для адиабатических течений, в которых мало влияние вязкости, должно соблюдаться подобие относительно атмосферных процессов. Действительно, высота атмосферы в 100-150 км приблизительно соответствует исследуемым размерам литосферного слоя на глубинах порядка 10-500 км. В литосфере должно наблюдаться множество явлений подобных тем, которые проявляются в атмосферных течениях, основные из которых: 1) Крупномасштабная планетарная циркуляция атмосферы. 2) Высокоуровневые струйные течения. 3) Циклогенез 4) Разнообразные поперечные волны в стратифицированных слоях.

Глубинное строение мегантиклинория Большого Кавказа в свете новых геолого-геофизических данных

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

С помощью технологии микросейсмического зондирования 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 данным магнито-теллурического зондирования 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. 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.

Исследование современной геодинамической ситуации и опасности землетрясений на территории Азербайджана по GPS данным

Р.Т. Сафаров, С.К. Мамедов

Исследована деформация земной коры территории Азербайджана по результатам GPS измерений на основе метода Шена (Shen et. al., 1996). Для оценки скорости деформации использовалось поле векторов скоростей территорий Азербайджана, Ирана, Грузии и Армении полученные по данным GPS измерений за интервал времени с 1998 по 2012 годы. Высокие скорости напряжения были оценены на юго-западе Абшеронского полуострова около GPS пунктов SHIK, KHID и SALY достигающий значения до $400 \cdot 10^{-9}$ в год.

Так же в пунктах KATE, SHEK и KEBE на южном склоне Большого Кавказа. Мы выводим, что областью деформации Азербайджана и окружающей территорией вообще управляют взаимодействия между аравийцем и евразийскими пластинами. Сокращение вызвано встречным вращением вправо аравийской пластины к Евразии.

Продолжающееся движение Аравии в Евразию обуславливает сокращение литосферы по Главному Кавказскому Надвигу, простирающегося в направлении В-З и горизонтальное смещение литосферы из зоны столкновения

правостороннего сдвигового разлома на территории Азербайджана. Эти региональные тектонические процессы, являясь причиной деформации земной коры, вызывают землетрясения, которое исторически зарегистрированы по всей территории Кавказа.

Данные GPS наблюдений, выполненных в Азербайджане и в сопредельных территориях, позволяет оценить современные поверхностные движения и связанные с ним деформации земной коры. Наблюдаемые движения (скорости в пунктах наблюдений) позволяют нам идентифицировать (определять) зоны быстрого накопления напряжения, которые мы интерпретируем, как результат глубинного скольжения по разлому, запертой на той или иной глубине земной коры, и вероятно в будущем могущих вызвать землетрясения.

Настоящая работа посвящена исследованию деформации земной коры территории Азербайджана по данным GPS, что актуально для оценки природных опасностей региона. На основе данных о компонентах скоростей GPS-пунктов Азербайджана и прилегающих территорий получены результаты накопления напряжений, распределение деформации земной поверхности, и их корреляция с сейсмической активностью.

В работе для определения поля скорости горизонтальной деформации территории Азербайджана, по данным GPS наблюдений, применяется метод Шена (Shen et al., 1996) с использованием программы Сагия (Sagiya et. al., 2000).

Результаты исследований показывают, что хотя доминирующим режимом является сжатие, деформации земной коры, территории Азербайджана распределены неравномерно. Сжатия наблюдается на Большом Кавказе, Гобустане, Куринской впадине, Нахчыванской АР и приграничных с Ираном районах. Деформационном поле наряду с областями сжатия проявились зоны, где деформации практически отсутствуют (величина скорости дилатации меньше $5 \cdot 10^{-9}$ в год). Зоны растяжения наблюдаются на малом Кавказе: в Гедабейском (GEDA), Шушинском (SHOU) районах и в зоне расположенный между пунктами, DAMO и PIRM. В этих зонах величина скорости дилатации достигает значения до $100 \cdot 10^{-9}$ в год.

Обнаружены зависимости пространственного распределения слабой сейсмичности (с $M \geq 5.0$) от градиента поля деформации на поверхности Земли.

GPS скорости Азербайджана и соседних стран Ирана, Грузии и Армении позволило выявить неоднородный характер деформационного поля региона. Этот факт позволяет констатировать близость к действительности блочный модели строения региона.

Геодинамический мониторинг континентальных коллизийных процессов по данным разномасштабных спутниковых геодезических сетей

Г.М. Стеблов

Ключевую роль для понимания кинематики и динамика континентальных коллизийных процессов играет одновременное развитие региональных и континентальных наблюдательных спутниково-геодезических сетей. Крупномасштабные континентальные сети позволяют выявлять коллизийные пояса на границах литосферных плит, очерчивать границы таких поясов и оценивать кумулятивные деформационные процессы в их пределах. В то же время, более густые региональные сети позволяют изучать в деталях особенности деформирования региональных тектонических структур на фоне коллизий литосферных плит. Согласно современным представлениям, геодинамика Кавказа определяется субмеридиональным дрейфом Аравийской плиты в сторону Евразийской. Для оценки взаимной кинематики обеих плит использованы данные опорных сетей, определяющих стабильные внутренние области данных плит. В качестве сети, определяющей Евразийскую плиту использована опорная континентальная сеть по северной Евразии (NEDA), развиваемая в ГС РАН с 1997 г.

Природные катастрофы в Дарьяльском ущелье

Р.А. Тавасиев

В Дарьяльском ущелье проходит Военно-Грузинская дорога, которая на сегодняшний день является главной автодорогой, связывающей Россию, Украину и Белоруссию со странами Закавказья, Турцией и Ираном. В статье на конкретных примерах приводятся данные по природным катастрофам, происходившим в Дарьяльском ущелье: селям, паводкам, снежным лавинам, скальным обвалам, обвалам с ледников Девдорак и Абано. Наиболее опасными из них являются обвалы с ледника Девдорак и селевые потоки. На основании представленных данных предлагаются мероприятия по обеспечению безопасного функционирования Военно-Грузинской дороги: Для защиты международных автомобильных пунктов пропуска «Дарьяли» и «Верхний Ларс» от селевых потоков необходимо возведение защитных берегоукрепительных дамб и селепропусков. Для защиты автодороги от обвалов с ледника Девдорак необходимо строительство автомобильного тоннеля соответствующей длины. Для своевременного реагирования на возможность ледовых обвалов необходимо постоянный мониторинг верхних частей ледников Девдоракского ущелья.

Строительство Дарьяли ГЭС и Ларси ГЭС признать нерациональным и опасным.

**Проявление триггирующего эффекта неравномерности
вращения Земли на примере серии землетрясений,
произошедших в 2013 году в Новой Зеландии**

В.И. Уткин, И.А. Козлова, А.К. Юрков

При равномерном вращении планеты внутренние напряжения, как правило, уравниваются путем их распределения по всей массе по всему объему планеты. При изменениях скорости вращения Земли, вызываемое как перераспределением масс за счет атмосферной циркуляции движения океанских течений, так и внезапными причинами все оболочки планеты испытывают деформации, что приводит к изменению напряженного состояния земной коры в силу неоднородности ее геологического строения. Взаимодействие этих зон с участками земной коры уже находящихся в напряженном состоянии может привести к сбросу этого напряжения. Что в большинстве случаев проявляется как тектоническое землетрясение. При этом, как показала практика, величина магнитуды зависит как от величины «триггерного» воздействия, так и от времени, прошедшего после воздействия. Описанная ситуация хорошо иллюстрируется примером возникновения серии землетрясений достаточно высоких энергий, произошедших в районе Новой Зеландии в 2013 году. Необходимо отметить, что район Новой Зеландии характеризуется большим числом землетрясений высокой энергии, что делает его весьма удобным для опробования различных методик прогноза тектонических землетрясений. В рассмотренном периоде с июля по август 2013 года произошло 10 событий с магнитудой более 5 и 2 «роя» землетрясений. Достаточно отчетливо прослеживается связь произошедших событий с моментами изменения направления вращения планеты. Причем события с магнитудой более 5 происходят в интервалы времени спустя 1-5 суток после смены знака ускорения. Установленная задержка во времени в целом соответствует временному промежутку (3-7 суток) полученному ранее для событий, происходящих по всей планете.

Представленные результаты свидетельствуют о наличии корреляции между изменением направления ускорения вращения планеты и землетрясениями высокого энергетического класса в сейсмоактивном районе к которому относится Новая Зеландия. Во всех представленных случаях между точками изменения направления вращения планеты и моментом тектонического землетрясения существует промежуток во времени величиной от 24 до 100 часов, установленная временная задержка в принципе определять момент возможного тектонического землетрясения с погрешность 24 часа на временном промежутке до 120 часов. Следовательно, мониторинг скорости вращения планеты позволяет определить ориентировочно момент ожидаемого тектонического

землетрясения.

Современное состояние ледника Колка

Р.А. Чернов, Г.А. Носенко, О.В. Рототаева

Наблюдения за поступлением льда в цирк ледника Колка после катастрофы 2002 г. продолжаются. К 2014 г. площадь нового ледника достигла 2,18 км². В последние годы продвижение фронта замедлилось; температурные условия в бассейне ледника препятствуют интенсивному накоплению льда. *Ледник Колка, накопление льда, площадь ледника.*

С сентября 2002 года сотрудниками Института географии РАН ведутся наблюдения за уникальным процессом восстановления нового ледника Колка. На основе полевых наблюдений были получены сведения о накоплении льда в цирке ледника за счет сползающих боковых ледников и лавинно-обвального питания в тыловой части цирка.

Ежегодные наблюдения позволили воссоздать картину возрождения ледника Колки. Положения границ ледника, начиная с 2006 по 2014 год, были восстановлены по данным наземных GPS-съемок и космическим снимкам. С учетом допущения о неизменности положения верхней границы ледника на крутом правом борту цирка, площадь ледника составила соответственно: в 2006 г. - 0,998 км², 2009 - 1,68 км², 2010 - 2,075 км², 2011 - 2,098 км², 2014 - 2,181 км². На протяжении последних четырех лет ледник продолжал наращивать свой объем преимущественно в тыловой части ледника, но, продолжая увеличиваться в объеме, его площадь мало изменилась. По нашим наблюдениям, с 2010 года скорость продвижения фронта ледника уменьшилась, а площадь ледника увеличивалась лишь на 0,027 км²/год.

В 2014 году общая длина возрожденного ледника Колка достигла 1300 м, а его нижняя граница находится на уровне 3100 м. Фронт ледника высотой до 35-40 м имеет ширину около 350 м. Радиолокационные измерения, проведенные в июне 2014 года, показали, что у бортов толщина ледника составляет 10-20 м, а в центральной зоне достигает 50 м. На основании полученных данных, мы оцениваем среднюю толщину ледника минимально в 20 м. Тогда объем накопленного льда в леднике составляет не менее 0,044 км³, или порядка 30 % от объема ледника Колка, измеренного в 1988 г., т.е. через 19 лет после подвижки 1969 года. Из этого следует, что восстановление ледника Колка идет замедленными темпами, если сравнивать с подобным периодом после его предыдущей пульсации.

По нашему мнению основной причиной замедления процесса восстановления ледника является усиление процессов таяния снега и льда в его цирке. На основе автоматизированных измерений температуры поверхности морены на ложе перед фронтом ледника средняя годовая температура изменялась в диапазоне от -1.7°C до 1.2°C (2010-2013 гг.). В период с мая по октябрь тем-

пература поверхности нередко в дневные часы достигает 20°C, что способствует прогреву приземного слоя воздуха и в конечном счете интенсивной абляции льда. Летом 2014 года мы обнаружили явные проявления термокарстовых процессов на поверхности ледника. В его центральной части образовалось несколько озер, наибольшее из которых имело протяженность около 60 метров.

Дальнейшее восстановление ледника зависит от целого ряда факторов, среди которых мы выделяем характер температурного режима его окружения. Восстановлению ледника будет препятствовать общее изменение теплового баланса в цирке Колки, хотя метелевое и лавинное питание ледника по-прежнему происходит достаточно интенсивно. При сохранении текущих климатических условий процесс возрождения ледника будет идти медленно.

Особенности температурных вариаций в скважине KUN-1 (о. Кунашир) после землетрясения Тохоку 11.03.2011.

А.К. Юрков, Д.Ю. Демежко

С 2007 г. в пос. Южно-Курильск (о. Кунашир) в 300-м наблюдательной скважине kun-1 функционирует система геотермического мониторинга Института геофизики УрО РАН на основе регистратора АИТ и косы термисторных датчиков. Осенью 2011 г. существующая система наблюдений была дополнена датчиками на глубинах 260 и 280 м. Кроме того, на глубине 240 м был установлен одноканальный автономный термометр на основе кварцевого резонатора. Полученные за весь период наблюдений данные свидетельствуют о значительной нестационарности теплового поля по всему стволу скважины в этом сейсмо и вулканически активном районе. Перед катастрофическим землетрясением Тохоку 11.03.2011 ($M=9.0$; $R = 700$ км) в течение 5,5 месяцев происходило медленное снижение температуры, составившее к моменту события 0,1°C. Сразу после землетрясения температура поднялась на 0,2 °C. При этом изменения уровня воды в скважине не наблюдалось, что указывает на локализацию движений подземных вод в заколонном пространстве скважины.

После землетрясения Тохоку 11.03.2011 температура в скважине kun-1 на глубине 240 м продолжала медленно снижаться, а на глубинах 260 и 280 м - повышаться. Характер поведения температуры изменился после землетрясения 21.10.2011 с $M=6.1$ на о. Хоккайдо. Относительно плавные изменения температуры сменились периодическими колебаниями, происходившими синхронно в интервале 240-260 м с амплитудой до 0,2°C и с периодом от 16 до 25 часов. Всего было зарегистрировано 4 цикла таких колебаний – продолжительностью от 2 месяцев до полугода. Лишь включение в состав измерительного комплекса кварцевого термометра позволило надежно определить природный характер этих колебаний, в противном случае, они были бы неминуемо отнесены к аппаратурным помехам – слишком необычным было их прояв-

ление. Наблюдение циклов высокоамплитудных периодических температурных колебаний в скважине kun-1 в 2011 – 2013 гг. позволяет отметить следующие их характерные особенности.

1. В каждом из них колебания возникали после землетрясений для которых значение гидродинамического критерия $M/Lg(R)$ превышало 2.5.

2. В отличие от ранее наблюдавшегося непериодического «тектонического» сигнала, связанного с водообменом в заколонном пространстве скважины, периодические колебания обусловлены движением флюида в самой скважине. На это указывает синхронный характер колебаний на глубинах 240 и 260 м и отсутствие колебаний на глубине 280 м.

3. Период колебаний сразу после их возникновения возрастал с 16-17 до 24-25 часов, а затем медленно снижался. Одновременно с ростом периода несколько увеличивалась амплитуда колебаний, которая достигла 0.2°C при периоде близком к суточному. Температурным колебаниям такой амплитуды соответствуют колебания уровня воды в скважине около 2м. Амплитуда температурных колебаний сопоставима с «тектоническим» сигналом от землетрясения Тохоку и более чем на порядок превышает приливные колебания (в пределах 0.01°C).

Описываемые температурные колебания по нашим сведениям ранее никем не наблюдались. Их характеристики столь необычны, что позволяют высказать лишь предварительные соображения о природе этого явления. Вероятно, сами землетрясения не являются источником колебаний, а лишь обеспечивают водообмен между скважиной и неким подземным резервуаром, изменяя (увеличивая) проницаемость пород. В самом резервуаре давление может меняться как в положительную, так и в отрицательную стороны, о чем свидетельствуют колебания температуры – так же в положительную и отрицательную стороны относительно среднего невозмущенного уровня. В качестве предварительной гипотезы можно предложить гидротермальную природу температурных колебаний. Тем более, что всего в 8 км от скважины находится действующий вулкан Менделеева с развитой гидротермальной системой. Несомненно, это явление требует дальнейшего изучения – и в чисто научном плане и как признак неизвестной геодинамической активности в недрах, которая возможно может представлять угрозу населению района.