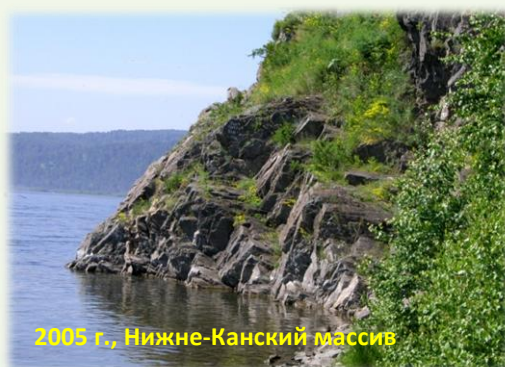


ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОДИНАМИКИ



● О лаборатории

Лаборатория геодинамики была создана в Геофизическом центре РАН в 1993 г. Инициировал ее создание проф., д.т.н. В.Н. Морозов. Тематика научно-исследовательских работ лаборатории неразрывно связана с объектами ядерного топливного цикла, т.к. сотрудники ранее работали в геомеханической лаборатории головного НИИ Минатома – института «ВНИПИ-промтехнологии». За более чем 20 летний период в лаборатории на постоянной основе работали от 5 до 8 человек, в т.ч.: чл.-корр. РАН Г.А. Соболев, д. ф.-м.н. М.В. Родкин, д.т.н. В.Н. Татарinov, д. ф.-м.н. И.Ю. Колесников, д. г.-м.н. С.В. Белов и др.

В настоящее время научные исследования осуществляются в рамках приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации и перечня критических технологий, изложенных в Указе Президента РФ №899 от 07.07. 2011 г.:

- технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;
- технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения;
- технологии предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Цель наших исследований:

- разработка научно-технических основ выбора мест размещения, проектирования и эксплуатации объектов ядерного топливного цикла (ЯТЦ), включая хранилища радиоактивных отходов (РАО) и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в России с предоставлением новых видов научно-технической продукции, позволяющих обеспечить:

- а) экологическую безопасность при проектировании и эксплуатации объектов ЯТЦ;
 - б) удаление из среды обитания человека чрезвычайно опасных РАО за счет разработки и внедрения технологий экологического развития;
 - в) ускорение процесса разработки и предоставления промышленности новых видов информационных услуг в области геоэкологии и геодинамики;
 - г) переход российской экономики и атомной промышленности на инновационный путь развития и их конкурентоспособность на глобальных и национальных рынках в соответствии с Меморандумом об образовании Технологической платформы «Технологии экологического развития»;
- разработка методов прогнозирования геодинамической устойчивости геологической среды в условиях воздействия нелинейных геодинамических процессов, обеспечивающих:
- а) устойчивость конструктивных элементов наземных и подземных объектов ЯТЦ;
 - б) максимальную сохранность естественных изоляционных свойств природных барьеров при подземной изоляции РАО и ОЯТ;
 - в) максимальную информированность управляющих организаций, отвечающих за экологическую

безопасность, и общественности о вопросах, касающихся обращения с РАО и ОЯТ;

г) организацию систем долговременного геодинамического мониторинга на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС;

д) оптимизацию объемно планировочного решения подземной части пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (ПГЗРО) и выбор эффективных методов исследований в подземной исследовательской лаборатории по обоснованию пригодности Нижне-Канского массива для захоронения РАО и ОЯТ.

Проблему обеспечения ядерной и радиационной безопасности условно можно разделить на две части. *Первая* - это обеспечение безаварийной эксплуатации существующих и проектируемых объектов ЯТЦ. *Вторая* - это ликвидация огромного объема радиоактивных отходов (РАО), накопившихся в результате интенсивного развития атомной промышленности.

В настоящее время в России работают 10 атомных электростанций с 33 реакторами установленной мощностью более 22,2 ГВт, а также предприятия по добыче и переработке урановых руд, радиохимические заводы и заводы по переработке ядерного топлива, оружейного плутония, хранилища РАО и ОЯТ и т. д. (рис. 1).

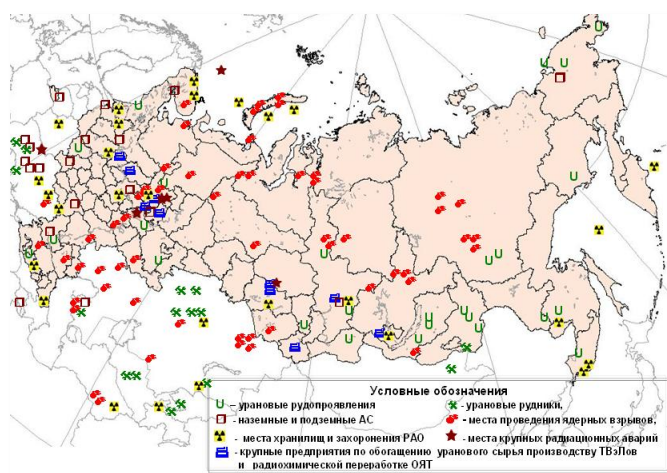


Рис.1. Схема расположения радиационно опасных объектов в России

Катастрофические последствия от аварий на объектах ЯТЦ в СССР и за рубежом (Кыштым, Селлафилд, Чернобыльская АЭС, АЭС Фукусима-1 и др.) привели к ужесточению требований к их *геоэкологической безопасности*, так как стало очевидным, что выброс радионуклидов в окружающую среду может быть связан, помимо технологических факторов и с негативным воздействием геологической среды. Примерами такого воздействия являются площадки «Атоммаша», Крымской и Ровенской АЭС, когда не были учтены гидрогеологический режим, геодинамика, сейсмичность и свойства грунтов. К примеру, на площадке Крымской АЭС градиенты современных движений оказались равны $8 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ при допустимом крене ответственных сооружений $3 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.



В России накоплены огромные объемы РАО, активностью более $5,9 \times 10^9$ Кюри. Наиболее токсичными являются высокоактивные отходы (ВАО), сохраняющие свою радиобиологическую опасность в течение десятков тысяч лет. Захоронение ВАО в геологические формации в настоящее время рассматривается в качестве единственного реального способа удаления из среды обитания человека. Безопасность долговременного хранения и захоронения ВАО обеспечивается многобарьерной системой защиты, главным из которых является геологическая среда. Выбор устойчивых участков земной коры для размещения объектов ЯТЦ, включая пункты безопасной изоляции ВАО, это одна из важнейших *фундаментальных экологических проблем для России и других развитых стран* (рис. 2), требующая немедленного решения.



Рис. 2. Устойчивость геологической среды как основа обеспечения экологической безопасности объектов ЯТЦ

Однако, до сих пор отсутствует четкая методологическая основа оценки и прогноза геодинамической устойчивости участков земной коры при выборе мест подземной изоляции ВАО. Примером может служить площадка *Yucca Mountain* (США), на изучение которой было потрачено около 10 млрд. долларов при отрицательном окончательном результате. Это связано в основном с невозможностью ответа на фундаментальный вопрос - что произойдет со структурно-тектоническим блоком, вмещающим ВАО, через 10^4 и более лет?

В этой связи основным направлением фундаментальных научных исследований лаборатории является **разработка методов оценки, моделирования и прогнозирования геодинамической устойчивости геологической среды при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов ядерного топливного цикла.**

За 20-летний период наши исследования в области геодинамики, геомеханики и геоэкологии нашли практическое применение на многих объектах ЯТЦ. Это: подземный комплекс ФГУП «ГХК», Нижне-Канский гранитоидный массив, Калининская АЭС, Нововоронежская АЭС, Ростовская АЭС, хранилища РАО на ФГУП «Радон», урановые рудники ППГО (Краснокаменск), Эльконский урановорудный район (Якутия), Карабашский район (Южный Урал) и др.

1. НАШИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОЕКТЫ

Информационная технология прогнозирования устойчивости геологической среды и выбора мест размещения объектов ядерного топливного цикла

Пригодным для захоронения ВАО считается породный массив, свойства и состояние в котором гарантируют сохранность изоляционных свойств пород на весь период радиобиологической опасности ВАО, который, как известно, превышает 10 тыс. лет. Однако получить такие гарантии достаточно сложно, т.к. для этого необходимо спрогнозировать длительную прочность структурно-тектонического блока земной коры, который находится в нелинейном и нестационарном поле действующих тектонических напряжений.

Для решения этой проблемы нами была научно обоснована и практически реализована «Информационная технология прогноза стабильности геологической среды для подземной изоляции ВАО», состоящая из ряда этапов, представляющих самостоятельные научно-технические задачи (рис. 3).



Рис. 3. Этапы технологии прогноза стабильности геологической среды при выборе СТБ для подземной изоляции ВАО

Объектом внедрения технологии стал Нижне-Канский гранитоидный массив (НКМ), который в настоящее время рассматривается как наиболее вероятным претендентом на строительства первого в России пункта глубинного захоронения РАО (ПГЗРО). Для этого в 2015 г. планируются проведение общественных слушаний и разработка проекта строительства подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ), согласно требованиям МАГАТЭ.

Основой информационной технологии являются следующие модели: 1) многофакторная структурно-тектоническая модель; 2) модель геотектонической эволюции; 3) модель напряженно-деформированного состояния; 4) модель прогноза степени опасности деструкции структурно-тектонических блоков.

Вначале на основе полевых геолого-структурных исследований работы в окрестностях р. Кан (рис. 4) и анализа тектонических карт была построена многофакторная структурно-тектоническая модель НКМ и восстановлен палеотектонический режим территории.





Рис.4. Проведение полевых геолого-структурных исследований в пределах Нижне-Канского массива

Модель была дополнена результатами анализа данных аэромагнитной съемки масштаба 1: 200 000 алгоритмами искусственного интеллекта *RODIN* и *КРИСТАЛЛ* (рис. 5). Интерпретация аномалий магнитного поля ΔT позволила скорректировать данные дешифрирования космических снимков и определить скрытые осадочным чехлом глубинные геодинамические зоны.

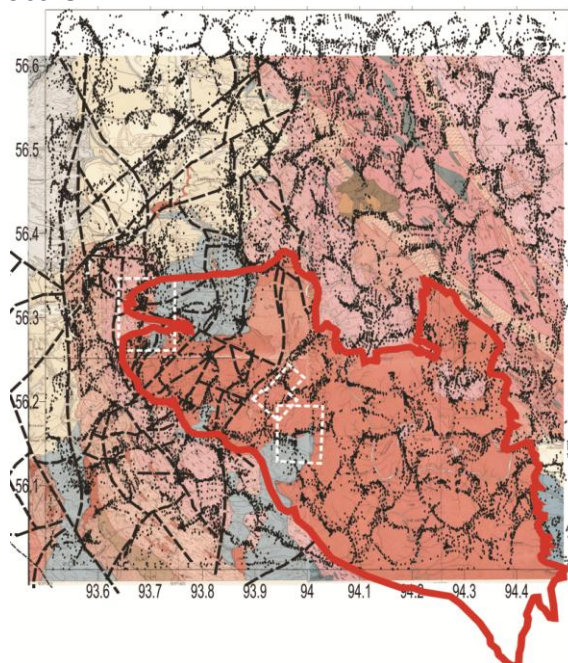


Рис.5. Результаты интерпретации аномального магнитного поля методом деконволюции Эйлера и алгоритмом *RODIN*

Была также проанализирована цифровая карта рельефа (рис. 6), проведен анализ блоковых морфоструктур, трещиноватости горных пород, сейсмического режима региона, данных геодезических наблюдений и др. информация. Полученная многофакторная структурно-тектоническая модель (рис. 7) была положена в основу расчета полей напряжений в Нижнеканском массиве методом конечных элементов, результаты которого приведены ниже.

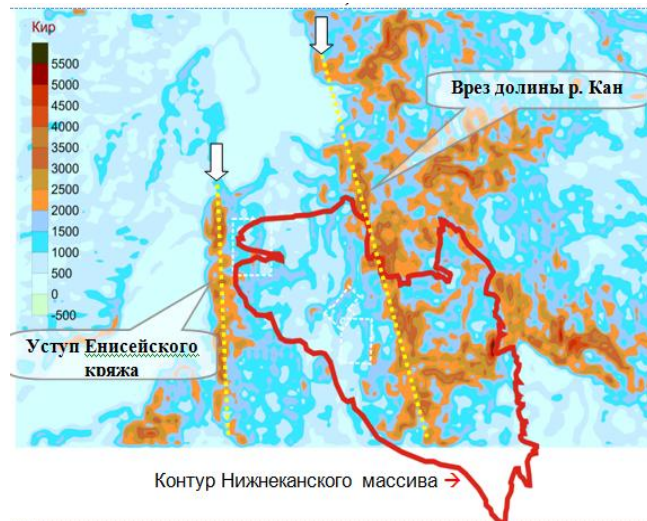


Рис.6. Схема современных геодинамических зон II порядка в районе Нижне-Канского массива

Информационная технология нашла практическую реализацию в рамках международного проекта МНТЦ №2764, выполненного в кооперации с немецкими учеными. Результаты легли в основу обоснования структуры сети геодинамического полигона наблюдений за СДЗК на объектах ФГУП «ГХК».

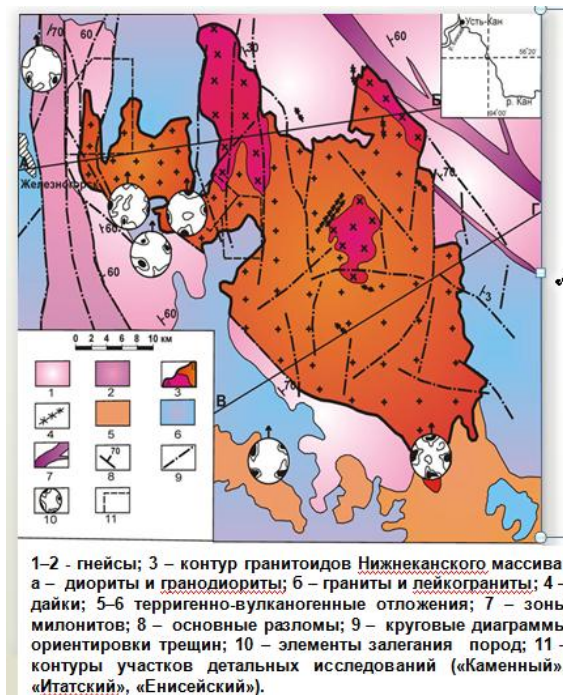


Рис.7. Структурно-тектоническая модель Нижне-Канского массива



По результатам исследований была издана монография: Андерсон Е.Б., Белов С.В., Камнев Е.Н., Колесников И.Ю., Лобанов Н.Ф., Морозов В.Н., Татарinov В.Н. *Подземная изоляция радиоактивных отходов*. М.: Издательство «Горная книга», 2011. 592с. (АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА).

Разработанный метод прогноза тектонической эволюции структурно-тектонических блоков земной коры может также найти применение при выборе мест для размещения подобного рода объектов в России и других странах.

Для рейтингового сравнения альтернативных участков была разработана методика экспертной оценки устойчивости геологической среды на основе анализа геолого-геофизических данных. Использование методики было протестировано на районе расположения радиационно опасных объектов ФГУП «ГХК» (рис. 8).

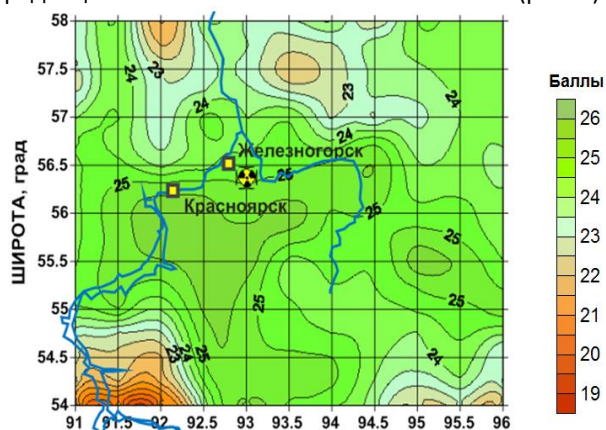


Рис. 8. Карта экспертной оценки устойчивости геологической среды в районе г. Железногорска.

Сотрудники лаборатории возглавляли работу экспертной комиссии Правительства РФ (распоряжение № 25 от 15.07.1996 г.) по оценке проекта ЦЦП «Подземные атомные теплоэлектростанции на базе судостроительных технологий». Совместно с ГНЦ НИИ им. акад. Крылова и Академией горных наук для администрации Белгородской области были разработаны научно-технические предложения по обоснованию места размещения подземной атомной теплоэлектростанции на базе судостроительных технологий.

● Развитие методов моделирования напряженно-деформированного состояния и фильтрационных процессов в геологической среде

Для моделирования НДС в гетерогенной блочной среде в условиях воздействия нелинейных геодинамических процессов был создан вычислительный комплекс на основе метода конечных элементов, а также оригинальные алгоритмы расчета НДС, энергетического анализа уровней опасности деструкции структурных блоков земной коры и фильтрации подземных вод, интеллектуальная собственность на которые защищена авт. св. о госрегистрации: №2011614290 «Geodyn 1.0», №2012615080 «Geoflow 1.1», №2012615081 «GeoReg 2.0».

Цель моделирования - выявление опасных зон концентрации напряжений, обусловленных структурными и физико-механическими неоднородностями в верхней части земной коры. Конечные элементы наделяются неоднородными свойствами, тем самым реализуется гетерогенное моделирование, приближенное к реальным условиям блочной среды. Методика оценки прочности структурных блоков состоит из совокупности двух последовательных этапов: анализа концентрации интенсивности напряжений и оценки устойчивости среды, заключающейся в определении тех блоков, в пределах которых не следует ожидать нарушений сплошности.

В качестве критерия разрушения использованы энергетическая теория Губера-Мизеса-Генки: *разрушение структурных блоков происходит тогда, когда их удельная потенциальная энергия формоизменения достигает определенного предела, характерного для разрушения образца из некоторого материала, обладающего усредненными жесткостными свойствами, при его одноосном растяжении – сжатии.*

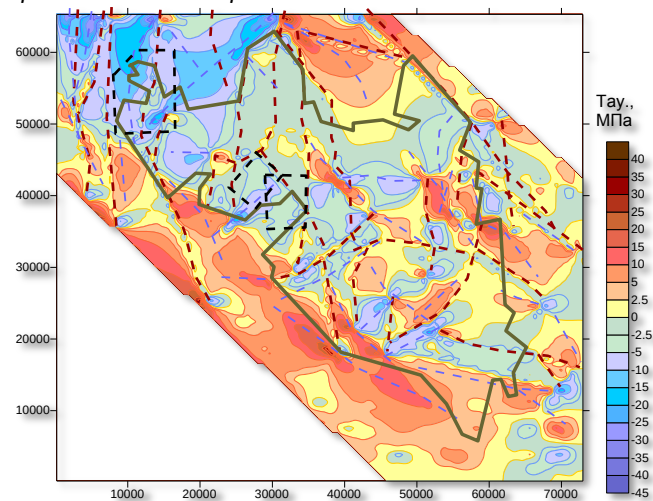


Рис. 9. Распределение компоненты напряжений τ_{xy} в НКМ

На рис. 9 показан пример, полученного для НКМ распределения сдвиговой компоненты напряжений τ_{xy} , а на рис. 10 приведена 3-D модель опасности тектонической деструкции Нижне-Канского массива.

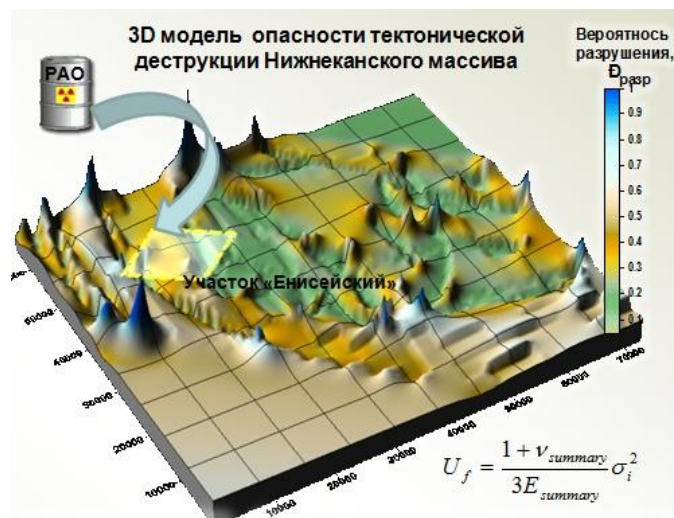


Рис. 10. Диаграмма опасности тектонической деструкции НКМ, прогнозируемая по эквиваленту удельной потенциальной энергии формоизменения геологической среды



В результате такой оценки проводится селекция структурных блоков, и отбираются те из них, которые являются наиболее безопасными для изоляции БАО, с позиции длительной геодинамической устойчивости тектонических блоков.

Полагая, что НДС определяется унаследованной тенденцией в развитии тектонического процесса в течение периода, определяемого продолжительностью четвертичного периода (1,6 млн. лет), и то, что существует большая вероятность сохранения тенденции на будущий период более 10^4 лет, появляется возможность оценки скорости роста интенсивности напряжений - σ_i и времени деструкции геологической среды.

При этом важно то, какие параметры НДС могут быть приняты в качестве «сигнализирующих» об опасности разрушения среды мегаскопического масштаба. Степень опасности, обусловленную концентрацией напряжений, мы оцениваем с помощью трех энергетических характеристик: *потенциальной энергии деформации, модуля ее градиента и потенциальной энергии формоизменения* (рис. 11).

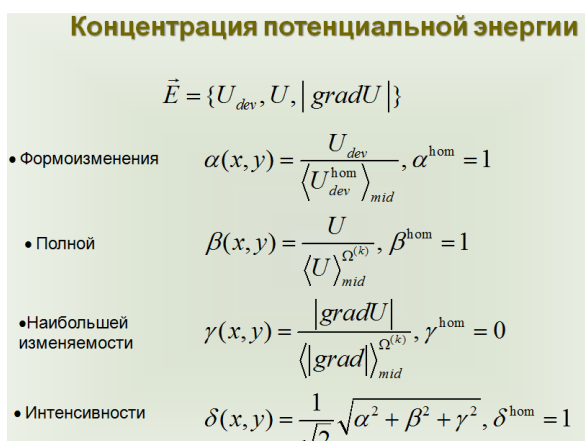


Рис. 11. Энергетические концентрационные характеристики напряженно-деформированного состояния среды

Кроме оценки по концентрации потенциальной энергии формоизменения (играющей доминирующую роль в случае неактивных разломов) для активных разломов предложено производить дополнительные оценки по концентрациям потенциальной энергии деформации и скорости наибольшего убывания энергии (модуля градиента энергии) (рис. 12).

Проникновение грунтовых вод к контейнерам с последующим выносом радионуклидов в окружающую среду является одной из главных угроз надежности подземной изоляции БАО. Моделирование градиентов скоростей фильтрации жидкости дает возможность оценок водопритокков в ослабленные зоны тектонической трещиноватости, как основу дальнейших расчетов скорости миграции радионуклидов в процессах массопереноса, с перспективой развития критериев безопасности подземной изоляции БАО. В 2011 году в лаборатории был разработан алгоритм, позволяющий моделировать фильтрационные процессы в геологической блочной среде, и на его основе был создан программный комплекс «GEOFLOW 1.1».

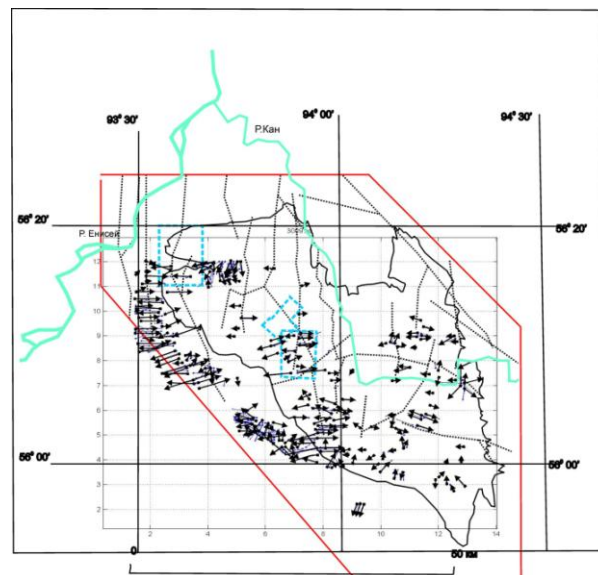


Рис. 12. Концентрация скорости наибольшего убывания энергии γ для Нижне-Канского массива

На рис. 13 показано распределение интенсивности напряжений и вектора скоростей фильтрации на участке «Енисейский» НКМ.

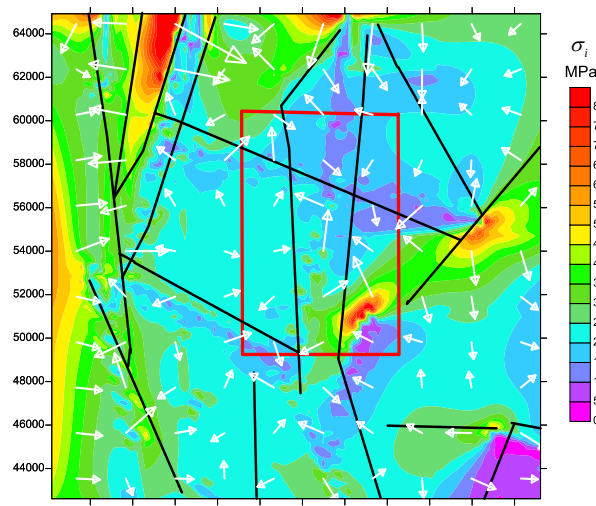


Рис. 13. Интенсивность напряжений и вектора скоростей фильтрации на участке «Енисейский» НКМ

В настоящее время ведутся работы по разработке расчетных модулей для определения НДС в изгибаемых пластинчатых блоках геологической среды при заданных прогибах точек контура и действии мгновенных энергетических импульсов.

Внедрение в геодинамические исследования глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС

В 1995-2002 гг. в рамках выполнения постановления Правительства РФ № 444 «О федеральной системе сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений» и соглашения с концерном «Росэнергоатом» и институтом «Атомэнергопроект» (г. Москва) на площадках Калининской, Нововоронежской и Волгодонской АЭС были выполнены наблюдения за современными движениями земной коры (СДЗК) на основе GPS-технологии.



Разработанные геодинамические модели районов АЭС были использованы в проектных решениях при обосновании их геодинамической стабильности в ГНИПКИИ «Атомэнергопроект» (г. Москва) и в институте «Атомэнергопроект» (г. Нижний Новгород). При этом был использован опыт международных проектов («Ruseg-95», «Ruseg-97»).

Создание геодинамического полигона для наблюдений за активностью района Ростовской АЭС (рис. 14) на основе GPS-технологии способствовало прохождению государственной экологической экспертизы при запуске первого реактора Ростовской АЭС.

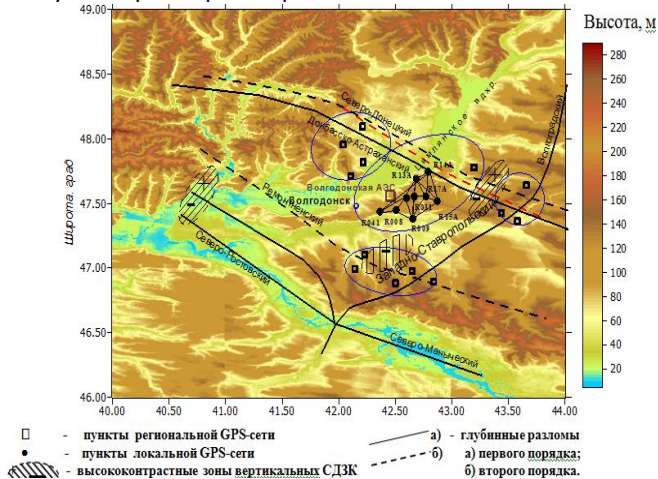


Рис. 14. Проект геодинамического полигона в районе строительства Ростовской АЭС

На основе GPS-наблюдений впервые были получены экспериментальные данные о горизонтальных СДЗК в районах расположения ряда АЭС на территории Восточно-Европейской платформы. Установлено, что среднегодовые скорости деформаций на базах до 30 км составляют $1 \cdot 10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-9}$ год⁻¹, что позволяет утверждать о тектонической стабильности площадок Нововоронежской и Калининской АЭС (рис. 15).

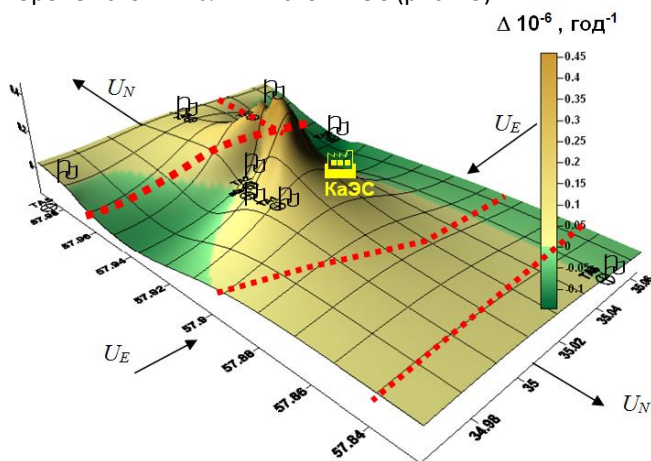


Рис. 15. Дилатация земной поверхности на площадке Калининской АЭС с 1996 по 2001 г.

Безопасность длительного хранения слабоактивных РАО на Мос НПО «Радон» в приповерхностных железобетонных конструкциях, достигающих длины 50-60 м, определяется сохранностью изоляционных свойств этих сооружений. В течение 2001-2008 гг. на площадке ГУП Мос НПО «Радон» были выполнены наблюдения за

микродеформационными процессами земной поверхности вокруг хранилищ РАО на основе использования GPS-методов (рис. 16-18).



Рис. 16. Схема геодинамического полигона на площадке Мос НПО «Радон»



Рис. 17. Проведение исследований на хранилищах РАО Мос НПО «Радон»

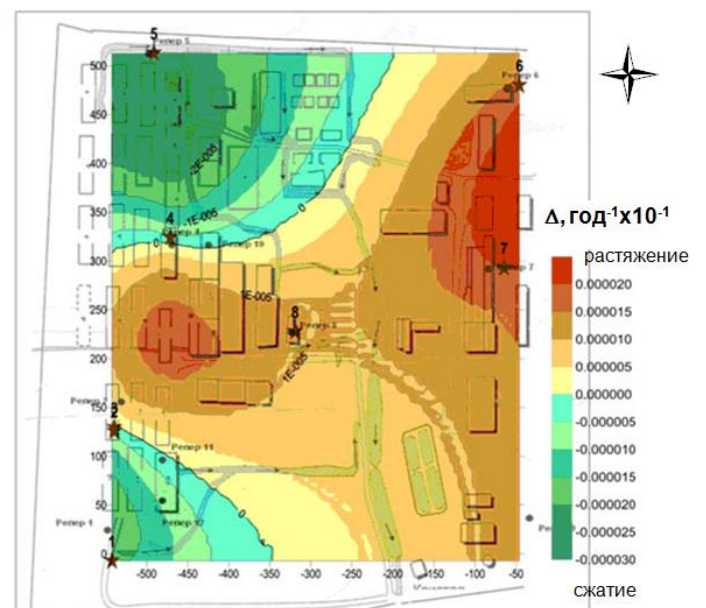


Рис. 18. Схема дилатации земной поверхности на площадке РАО Мос НПО «Радон»



Результаты наблюдений за пространственно-временным изменением полей деформаций являются исходным материалом для разработки превентивных инженерных и проектных решений по снижению риска разрушения инженерных барьеров, таких как укрепление конструкций хранилищ РАО на участках с максимальными скоростями деформаций, изменение направления длинных осей проектируемых хранилищ РАО и др.

В соответствии с нормами МАГАТЭ и международным опытом работ по обоснованию создания ПГЗРО, обязательным этапом является создание подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ). ПИЛ создается для изучения состояния породных массивов, обоснования технических решений и транспортно-технологических операций при захоронении ВАО и долгоживущих САО. Согласно плану работ госкорпорации «Росатом» и Национального оператора по обращению с РАО в 2015 г. должен пройти утверждение проект строительства ПИЛ (рис. 19, 20) на участке «Енисейский».

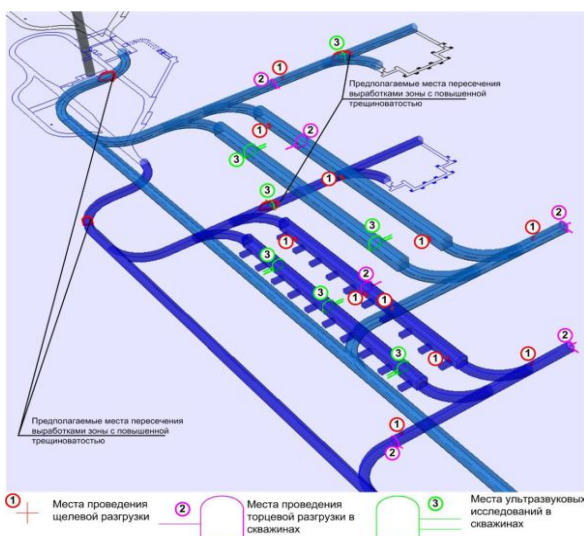


Рис. 19. Схема подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ) на участке «Енисейский» Нижнеканского массива



Рис. 20. Пункт геодезической сети, место закладки шахтного ствола ПИЛ

В соответствии с существующими нормативными требованиями при получении лицензии Ростехнадзора на право эксплуатации объектов ЯТЦ должна быть установлена устойчивость площадки на внешние природные воздействия, к которым относятся современ-

ные дифференцированные движения структурно-тектонических блоков земной коры. При этом фундаментальной основой обеспечения безопасности является геодинимический мониторинг СДЗК. В этой связи Геофизический центр РАН совместно со специалистами ФГУП «ГХК» начиная с 2005 г. проводит работы по изучению геодинимического режима в районе размещения объектов ФГУП «ГХК» на основе спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС.

В 2005-2008 гг. был выполнен пилотный проект по научно-методическому обоснованию применения систем GPS/ГЛОНАСС (рис. 21) для тектонических условиях Енисейского кряжа в рамках выполнения проекта РФФИ №05-05-64975 и рассчитаны модели напряженно-деформированного состояния Нижнеканского массива и участка «Енисейский».



Рис. 21. GPS/ГЛОНАСС приемники, используемые для наблюдений за СДЗК

В результате этих работ была разработана методика кинематического геодинимического районирования территорий на основе использования GPS/ГЛОНАСС технологии (рис. 22), включая методологию проведения полевых наблюдений и расчета дилатации земной поверхности, учета масштабных пространственно-временных факторов, цикличности геодинимических процессов и т.д. (рис. 23).

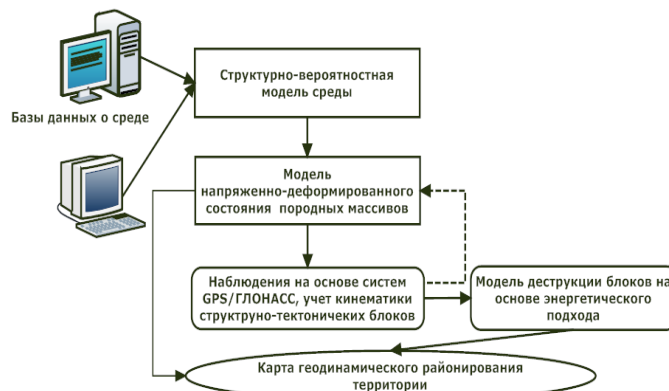


Рис. 22. Схема разработанного метода кинематического геодинимического районирования территорий при проектировании строительства объектов ЯТЦ

С 2010 г. лаборатория геодинимики ГЦ РАН по заказу ОАО «ВНИПИПромтехнологии» проводит исследования в рамках выполнения ФЦП - «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года», в части выполнения п. 35 «Подготовка проектной документации по строительству объектов



окончательной изоляции радиоактивных отходов» (Красноярский край)».

Распределение модулей скоростей горизонтальных деформаций в зависимости от расстояния между пунктами наблюдений

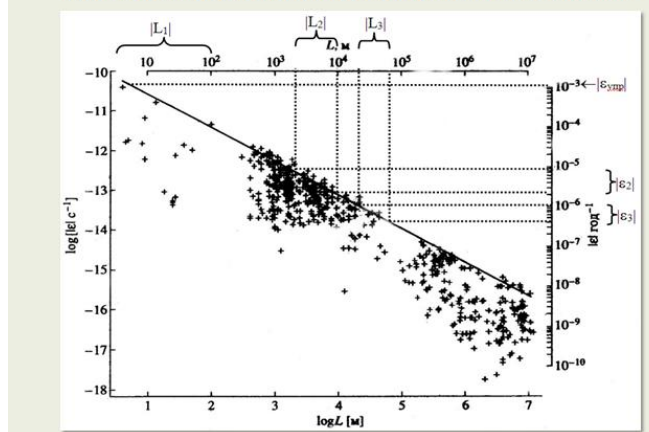
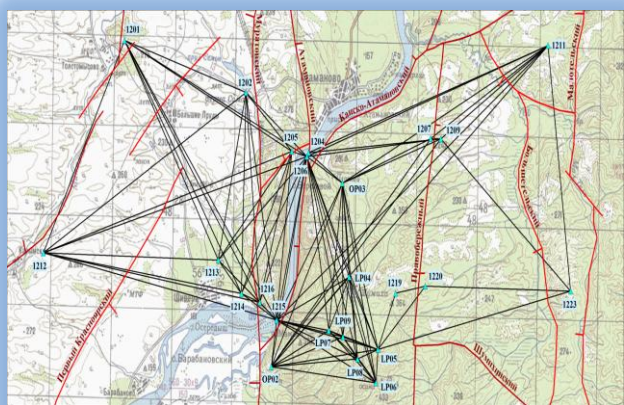


Рис. 23. Учет пространственного масштабного эффекта в геодинамических наблюдениях системами GPS/ГЛОНАСС.

Для этого совместно со специалистами геологической службы ФГУП «ГХК» и ООО «Геолком» был создан геодинамический полигон, состоящий из 25 капитальных пунктов спутниковой сети (рис. 24).



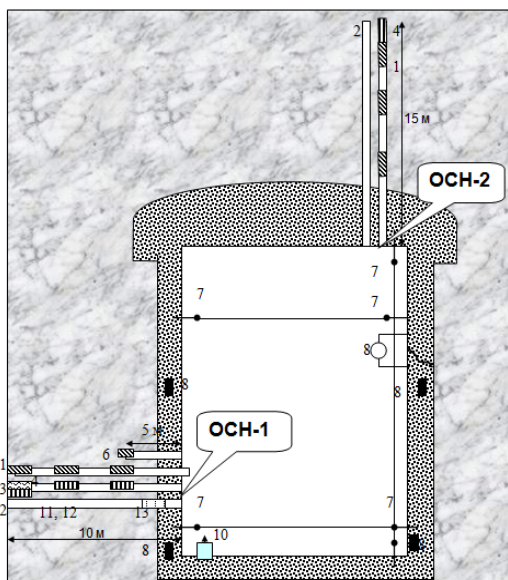


Рис. 27. Схема типовых станций горного мониторинга приконтурной части породного массива и крепи

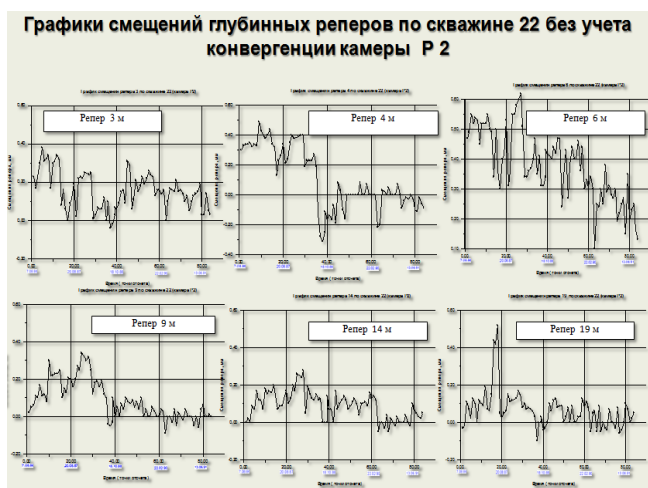


Рис. 28. Пример смещений глубинных реперов в стенках камеры теплообменника

В условиях нагрева средние скорости смещений составили в 1980-2000 гг. для сильно нарушенного массива 0,3-45 мм/год, ненарушенного – 0,1-0,2 мм/год, ненарушенного массива без влияния температуры 0,02-0,04 мм/год (рис. 29).

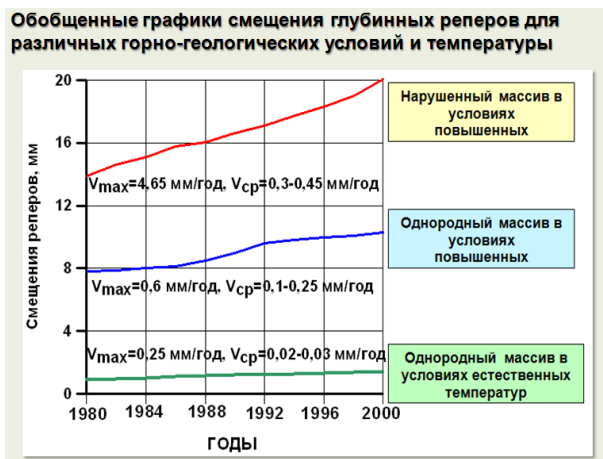


Рис. 29. Обобщенные графики смещения глубинных реперов для различных горно-геологических условий и температуры

В результате был разработан новый подход к прогнозированию времени разрушения пород на основе комплексирования моделей пространственно-временного перераспределения локальных полей напряжений, кинетической теории прочности и инструментальных методов контроля состояния межпорового пространства.

Экспериментально было доказано, что в приконтурных частях породных массивов при внешнем силовом воздействии происходит самоорганизация структуры полей напряжений. Моделирования НДС в приконтурной части породного массива подземных сооружений, содержащих тепловыделяющие технологии и РАО, в комплексе с анализом временных рядов инструментальных наблюдений за деформированием массива позволяет прогнозировать длительную сохранность изоляционных свойств пород. Этот опыт целесообразно использовать при проектировании геомеханических наблюдений в ПИЛ.

Решение проблемы обеспечения ураном объектов ЯТЦ важная роль принадлежит Эльконскому урановорудному полю (Якутия). Основное месторождение - Южное имеет запасы свыше 240 тыс. тонн, а общий потенциал Эльконского урановорудного района оценивается величиной порядка 600 тыс. тонн (рис. 30).

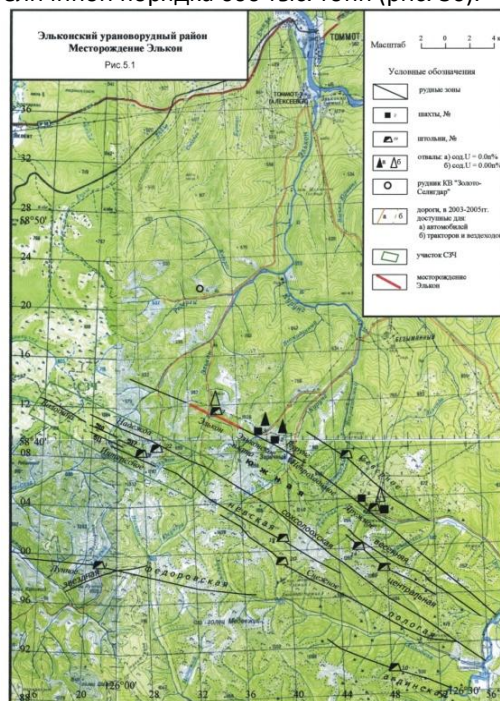


Рис. 30. Месторождения Эльконского урановорудного поля

Осложняющим фактором при подземной отработке месторождений является массивно-основной характер многолетнемерзлых горных пород, занимающих площадь в пределах рудного поля до 45 %. В 2007-2009 гг. сотрудниками лаборатории проводились исследования по теме: «Исследование геолого-тектонических и геофизических особенностей и создание геодинамического полигона для оценки напряжённо-деформированного состояния Эльконского урановорудного района». Особенностью урановых месторождений является их генетическая приуроченность к уз-



лам тектонических нарушений, что обуславливает сложноструктурное блочное строение породных массивов и нестационарное пространственно-временное изменение как естественных полей напряжений, так и зон концентрации напряжений, образующихся уже в процессе развития очистных работ.

Геодинамическое районирование территории Эльконского рудного поля помогает установить детали современных тектонических процессов, опасные локальные концентрации тектонических напряжений и способствует эффективному и безопасному ведению горных работ. Расчет НДС выполнялся методом конечных элементов (МКЭ) в форме перемещений на основе четырехугольных изопараметрических конечных элементов. На рис. 31 приведена разработанная тектоно-физическая модель Эльконского рудного района, а на рис. 32 показано распределение интенсивности напряжений σ_i .

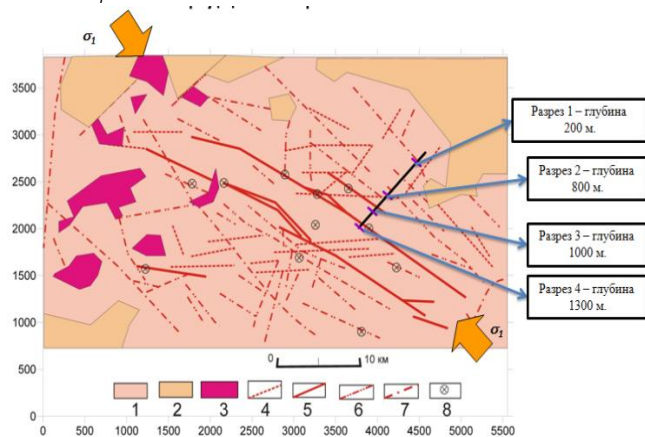


Рис. 31. Структурно-тектоническая модель Эльконского месторождения

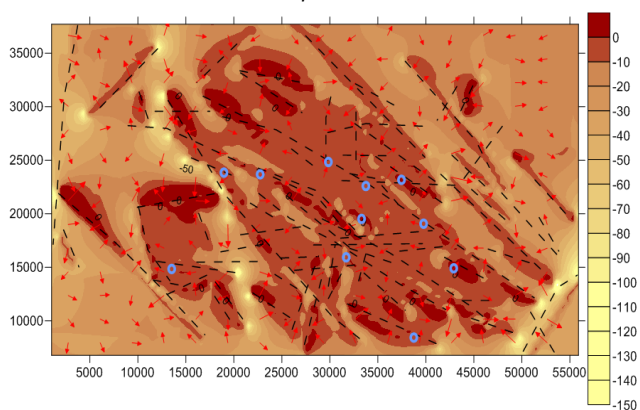


Рис. 32. Распределение интенсивности напряжений σ_i в районе Эльконского рудного поля (синим цветом показаны шахтные разведочные стволы)

В основу геодинамического районирования было положено сравнение положения зон концентрации σ_i и зон концентрации сдвиговых напряжений τ_i . Области повышенной концентрации σ_i и $\tau_i > 40-50$ МПа классифицируются как зоны повышенной опасности, где возможны проявления горного давления в динамической форме. Полученные региональные поля напряжений послужили граничными условиями для детального моделирования различных вариантов распределения полей напряжений вокруг подземных выработок для про-

ектируемых систем разработок в институте «ВНИИ-промтехнологии» (рис. 33).

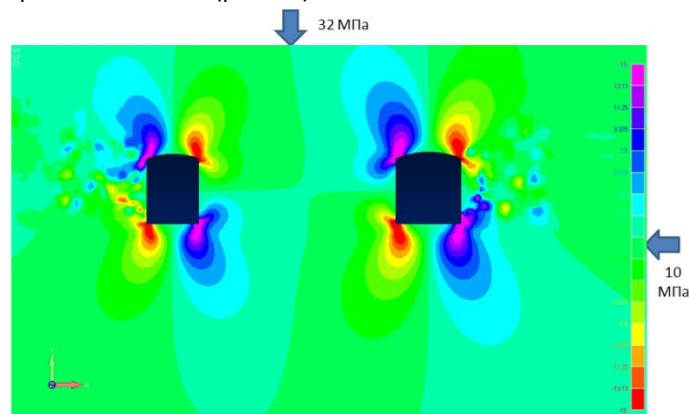


Рис. 33. Один из вариантов напряжений τ_i в проектируемых наклонных туннелях

Однако известные катастрофические события на «Фукусиме-1», послужившие толчком к свертыванию планов строительства атомных реакторов в мире и к уменьшению потребностей в уране, привели к консервации планов строительства рудников в данном районе, и, соответственно, к приостановке НИР.

Разработка методов повышения эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ

Промышленные месторождения углеводородов, обнаруженные в породах кристаллического фундамента во Вьетнаме, США, Бразилии, а так же на территории России (Ромашкинское, Астраханское, Ямал и др.) позволяют считать, что абиогенные месторождения нефти связаны с глубинными газово-жидкими флюидами, поступающими к поверхности из фундамента. При этом предполагается, что разломная тектоника определяет региональную систему каналов вертикальной и горизонтальной фильтрации углеводородных флюидов в земной коре, формирующих промышленные запасы нефти и газа.

В этой связи в нами была разработана методика моделирования НДС и фильтрационных процессов в блочной трещиноватой среде, позволяющая выделять вероятные зоны концентрации углеводородов для перспективных на углеводороды территорий, имеющих размеры от 100 до $10^4 - 10^5$ км². Методика была опробована на ряде месторождений нефти и газа - Ромашкинское, Ямал (Россия), Белый Тигр (Вьетнам), Альберта (Канада), Камыскүл (Казахстан) и др.

Исходными данными для моделирования является геолого-геофизическая информация, позволяющая выполнить палеотектоническую реконструкцию, обосновать структурно-тектоническую схему исследуемой территории, задать граничные условия во внешнем поле тектонических напряжений, определить вероятное поле тензора проводимости для породного массива и в конечном итоге обучить рабочую программу, добиваясь максимального соответствия пространственной локализации «пьезофлюидных» аномалий разведанным месторождениям нефти и газа. Реализация методического подхода позволяет существенно сократить затра-



ты на традиционные геофизические исследования и бурение поисковых скважин.

В качестве примера на схеме (рис. 35, а) разломной тектоники показаны зеленым цветом области локализации месторождений углеводородов вокруг Ромашкинского месторождения нефти, а на рис 35, б приведены результаты моделирования областей максимальных «пьезофлюидных аномалий» и прогнозные направления флюидопотоков.

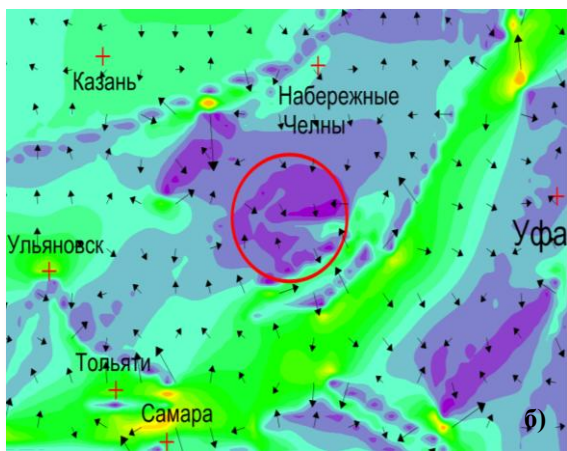
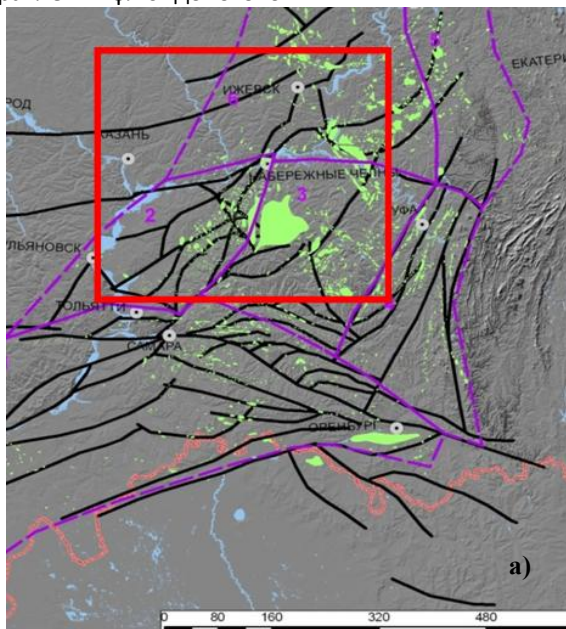


Рис. 35. Позиция месторождений углеводородов (зеленый цвет) в Волго-Уральской провинции и современные зоны разломов (а), области максимальных «пьезофлюидных аномалий» и прогнозные направления флюидопотоков (б).

На рис. 36, 37 представлен пример работы разработанной методики на локальном уровне. Методика использовалась для определения наиболее вероятных зон локализации углеводородов на лицензионном участке Верхнесалымского месторождения углеводородов. Площадь участка моделирования составляет 10 км². На рис. 36 показана карта расчета интенсивности напряжений участка. Черными линиями показаны разломы, определенные по сейсмическим данным, а кружками - скважины. Скважины 18 и 16 сухие (<1 т/сут). Остальные скважины с притоками нефти.

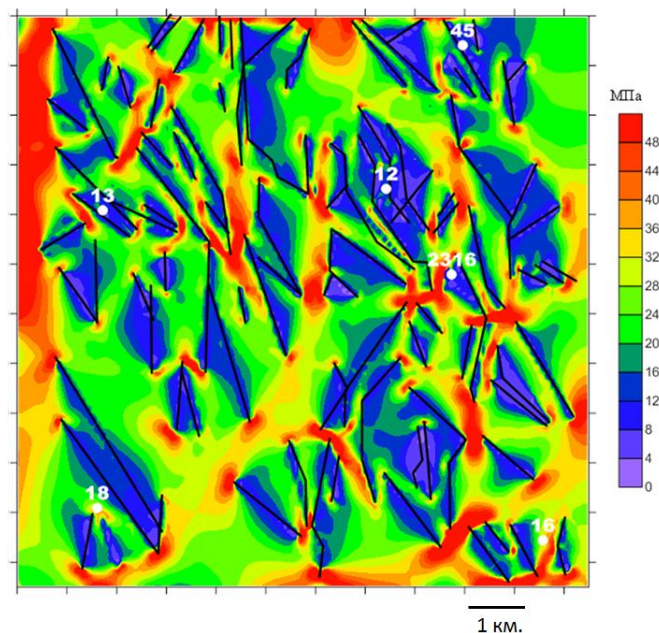


Рис 36. Интенсивность напряжений в районе фрагмента Верхнесалымского месторождения (белые кружки – скважины; черные линии - разломы)

На рис. 37 представлена формализованная карта интенсивности напряжений, на которой обозначены только зоны с низкими значениями напряжений (зоны относительного растяжения). Видно, что скважины 18 и 16 попадают в зоны с высокими значениями напряжений, где вероятность локализации углеводородов низкая, что подтверждается данными по дебитам. Остальные скважины попадают в зоны низких значений напряжений, т.е. с высокой вероятностью локализации углеводородов (скв. № 12, 13, 45, 2316).

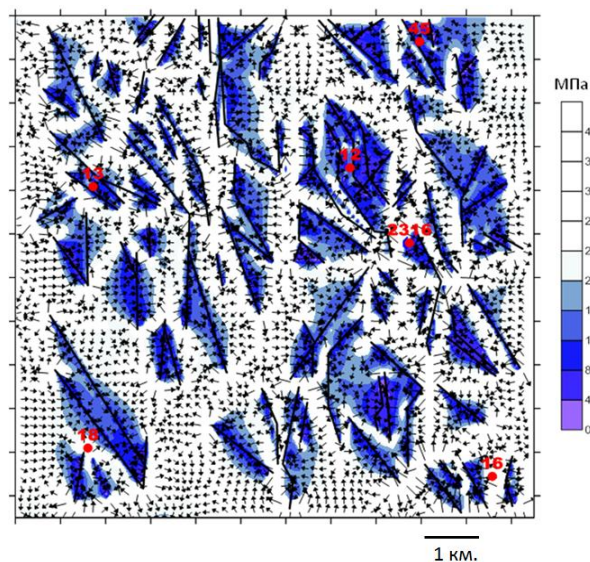


Рис. 37. «Пьезофлюидные» аномалии и вектора наиболее вероятных направлений фильтрации потоков УВ (красные кружки – скважины; черные линии – разломы, стрелки – вектора направлений фильтрации)

Стрелки на рис. 37 соответствуют вероятным направлениям векторов скоростей фильтрации УВ в градиентных полях тектонических напряжений, при этом площадь возможной аккумуляции УВ в тектонических



ослабленных зонах является определяющим фактором в рамках данной модели, с позиции вероятного промышленного скопления УВ. Литологическая неоднородность Баженовской свиты и связь промышленных скоплений УВ с кремнисто-глинистыми и карбонатными фосфитами может быть учтена путем построения совместных карт сейсмического импеданса и зон разгрузки тектонических напряжений.

Поиск нефтегазовых месторождений, в том числе и в океанических акваториях, связан с постановкой широкого комплекса геолого-геофизических методов, завершающихся бурением скважин до глубины 6-7 км. Бурению предшествуют геофизические исследования, равномерно покрывающие предполагаемую перспективную площадь (на региональном уровне её размеры 10^4 - 10^5 км²), с последующим выделением локальных зон (размерами в 10^2 - 10^3 км²) и, наконец, поиском самих «ловушек», перспективных для локализации промышленных скоплений углеводородов.

Таким образом, разработанная технология дает возможность:

- выделять перспективные площади на нефть и газ в пределах нефтяных провинций, существенно сокращая расходы на поисково-разведочные работы;
- оценивать перспективность участков на нефть и газ на площадях менее 50 км² (при приобретении лицензии на добычу нефти и газа).

● Геоэкологические исследования в районах чрезвычайной экологической обстановки

В 2001-2005 гг. нами проводились исследования, направленные на оценку экологической обстановки в г. Карабаш (Челябинская обл.) для разработки мер по снижению негативного воздействия на здоровье жителей города. Промышленное освоение данного района привело к полной деградации природной среды и нанесению непоправимого вреда здоровью населения. В почве и отвалах накопился огромный объем экологически опасных химических элементов - меди, цинка, кадмия, хрома, железа, мышьяка, свинца и др., в концентрациях, превышающих в сотни раз установленные в РФ предельно допустимые санитарные нормы (ПДК) (рис. 38).

Вместе с поверхностными водами опасные элементы выносились в крупнейшее на Урале Аргазинское водохранилище. Работы включали сбор данных о загрязнении района, геолого-тектоническом и гидрогеологическом строении района, геохимическое опробование почв, воды и биомассы (рис. 39). Определение содержания металлов проводилось на атомно-адсорбционном спектрофотометре Z-8000 «Хитахи».

Результаты исследований были преобразованы в электронную базу данных для дальнейшего анализа на основе ГИС. На рис. 40 приведена структура созданной базы данных. В итоге были построены карты загрязнения почв тяжелыми металлами (Zn, Cu, Cr, Mn, Cd, Pb, As, Ni, Co), некоторые из которых представляют угрозу для здоровья населения города (рис. 41).



Рис. 38. Зона экологического бедствия в районе г. Карабаша (Южный Урал)

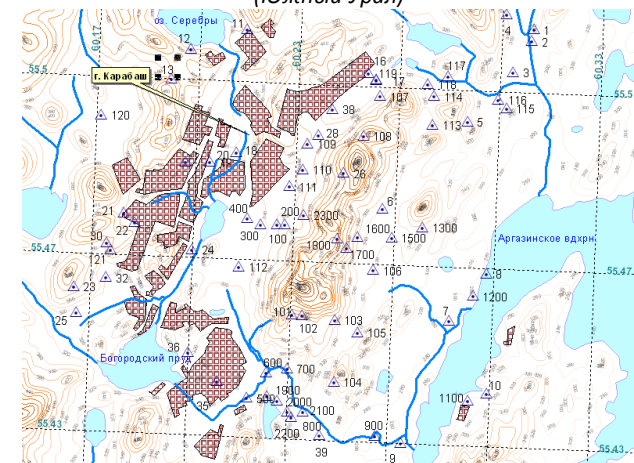


Рис. 39. Расположение точек отбора геохимических проб

Структура базы данных

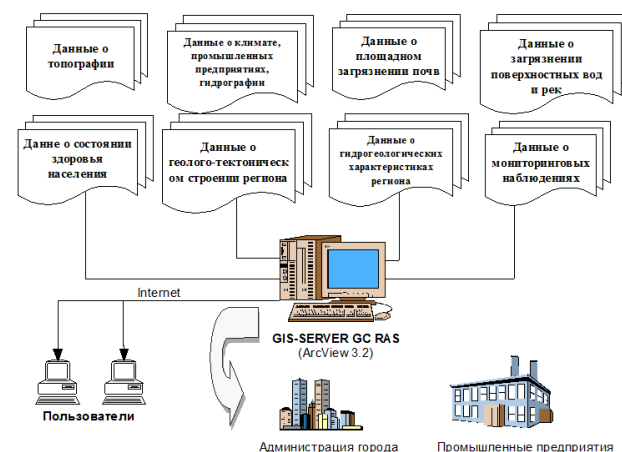


Рис. 40. База данных, созданная по району г. Карабаша (Челябинская обл.)

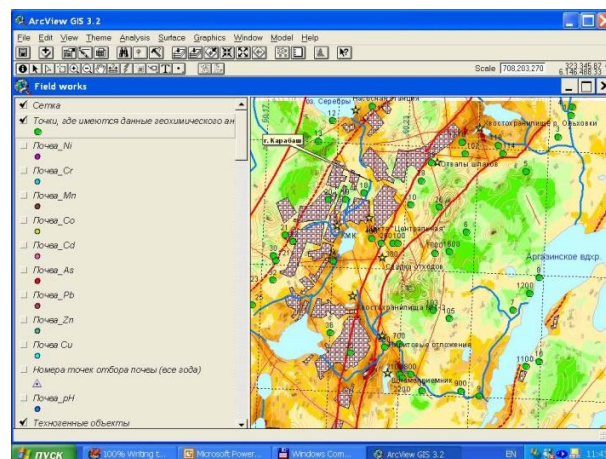


Рис. 41. Интегральная карта загрязнения почв тяжелыми металлами - Zn, Cu, Cr, Mn, Cd, Pb, As, Ni, Co



- Рис. 42. Схема прогнозирования основных направлений переноса токсичных элементов

🟢 Развитие кинетической теории прочности разрушения горных пород



Прогнозирование времени разрушения породных массивов

Формула С.Н. Журкова

$$\tau = \xi_0 \exp[(U_0 - \gamma_0 \sigma_i) / kT]$$

$$\sigma_r(t) = v_R t + \sigma_0$$

$$\int_0^{t^*} \frac{dt}{\xi_0 \exp[U_0 - \gamma_0(v_B t - \sigma_0)/kT]} = 1$$

$$t^* = \frac{1}{\gamma_1 \gamma_2 f_1 f_2} \left[(U_0 - f_1 f_2 \gamma_n \sigma_0) + kT \ln \left(\frac{\xi_0 f_1 f_2 \gamma_n \nu_R}{kT} \right) \right]$$

$$f_1 = \sigma_p / \sigma_{\infty} \quad , \quad f_2 = \gamma_0 / \gamma_n$$

U_0 - энергия активации процесса разрушения;

ξ_0 - средний промежуток времени между:

атомными флуктуациями, равный 10^{-12} с

σ - напряжения растяжения;

γ - структурно-чувствительный

коэффициент;

k – постоянная Больцмана;

T – температура;

V_R - скорость изменения напряжений.

Фотография
поверхности скола
при $T=900\text{ C}^0$,
увел. 12 000 раз.

Фотография
поверхности скола
при $T = 200\text{ C}^0$,
увел. 12 000 раз.

Для ряда скальных пород (граниты, базальты, диориты, кварциты и др.) были определены термокинетические параметры (U_0 - энергия активации процесса разрушения, γ - структурный коэффициент), используемые для прогнозных оценок времени разрушения геоматериалов под воздействием механических напряжений и температуры. В частности, выполнялись практические расчеты устойчивости шахтных стволов, капитальных и подготовительных горных выработок на глубоких горизонтах при проектировании и разработке урановых месторождений и нагрузок на приконтурные зоны выработок при захоронении и тепловыделяющих радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива в глубоких геологических формациях.

Эти результаты служат базисом для следующего не менее важного этапа прогнозирования устойчивости геологической среды – *прогноза времени, очередности и скорости разрушения породных массивов*. На этой основе теории нами была разработана методика прогнозирования времени разрушения горных пород на удароопасных урановых рудниках.

Установленная эмпирическая зависимость

$$t^* = \frac{1}{\gamma_n V_R f_{k1} f_{k2}} \left[(U_0 - f_{k1} f_{k2} \gamma_n \sigma_{i0}) + kT \ln \left(\frac{\xi_0 f_{k1} f_{k2} \gamma_n V_R}{kT} \right) \right]$$

была положена в основу разработки инженерного метода прогноза разрушения приконтурной части породного массива, который был опробован при прогнозировании разрушения горных выработок в динамической форме на ряде урановых месторождений:

Физический смысл выражения состоит в том, что время разрушения пород находится в прямой зависимости от их энергии активации разрушения за вычетом доли энергии - $f_{k1} f_{k2} \gamma_n \sigma_{i0}$, определяющей влияние блочности горных пород и начальных напряжений, и в обратной - от параметра γ_n . Параметр f_{k2} корректирует масштабный эффект при переходе от образца к массиву. Для прогнозирования t^* необходимо проведение комплексных геолого-геофизических исследований, блок-схема которых представлена на рис. 44.



Рис. 44. Блок-схема метода прогнозирования времени разрушения приконтурной части породного массива на удароопасных месторождениях.

2. РАЗРАБОТКА НОРМ И ПРАВИЛ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

В России действует система государственного регулирования общественных отношений по обеспечению геоэкологической безопасности объектов ЯТЦ и радиационной защите населения и окружающей среды. Система действий по предотвращению опасного воздействия геологической среды на объекты ЯТЦ опираются на три составляющие: предварительную оценку устойчивости геологической среды, прогноз пространственно-временной эволюции наиболее опасных элементов среды, мониторинг динамики изменения состояния среды. Однако в действующих нормах и правилах требования и критерии к устойчивости геологической среды закреплены на основе формализованного подхода, не учитывающего особенности объектов ЯТЦ, пространственно-временное изменение полей напряжений и деформаций и структурно-тектоническую

эволюцию среды. Последнее обстоятельство особенно важно при подземной изоляции ВАО в геологических формациях.

В связи с этим, результаты наших исследований были положены в основу для разработки ряда нормативных документов Госатомнадзора РФ, направленных на обеспечение экологической безопасности объектов ЯТЦ, определяемой внешним воздействием и влиянием на объекты геологической среды. Работы проводились в рамках выполнения ФЦП «Ядерная и радиационная безопасность России» на 2000-2006 гг. (акт о внедрении НТЦ ЯРБ №600-03/874).

В соавторстве со специалистами НТЦ НРБ были подготовлены следующие документы:

- ✓ **РБ-019-01** «Оценка сейсмической опасности на участках размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов на основании геодинамических данных»;
- ✓ **НР-032-01** «Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности»;
- ✓ **НР-050-03** «Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования».



Первый документ - руководство по безопасности содержит рекомендации как проводить инженерные изыскания и научные исследования по выявлению тектонических структур и их движений (современных дифференцированных движений

земной коры, разрывных сейсмотектонических смещений, сейсмодислокаций, сейсмотектонических поднятий и опусканий блоков земной коры) с целью реализации правил в области использования атомной энергии «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасные объекты». В документе использован опыт работ по уточнению геодинамических и сейсмических условий размещения Калининской и Нововоронежской АЭС и других объектов ЯТЦ.

Второй документ устанавливает основные критерии и требования безопасного размещения АЭС по учету влияния процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, а также влияния атомной станции на население и окружающую среду.

И, наконец, третий документ устанавливает основные критерии и требования к площадкам вновь размещаемых ядерных установок предприятий ЯТЦ. Он распространяется на ядерные установки объектов ЯТЦ - сооружения, комплексы, установки для производства и переработки ядерного топлива и ядерных материалов, включая установки по конверсии плутония оружейного качества, обращению с отработавшим ядерным топливом и образующимися при этом РАО.



3. ИНТЕГРАЦИЯ В МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

В 2006 г. между лабораторией геодинамики ГЦ РАН и Федеральным ведомством по геонаукам и природным ресурсам (BGR) было заключено соглашение о научно-техническом сотрудничестве, основой которого является накопленный в России и Германии опыт исследований процессов, связанных с длительным хранением и захоронением РАО в кристаллических породах и его использование для успешного решения проблемы окончательной изоляции РАО в геологических формациях.

По этой тематике были проведены совместные научно-технические семинары в г. Пайне (Германия), Ганновере и в Москве, а также практический обмен опытом на руднике «Горлебен» (Нижняя Саксония), где располагается хранилище ВАО в соляных формациях (рис. 45, 46).



Рис. 45. В горных выработках хранилища РАО «Горлебен» (Германия)

В рамках этого соглашения и работ по международным проектам МНТЦ №309, 2764 (коллораборатории которых были ученые из *Geological Survey of Japan*, *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*, Япония; *German Society on Construction and Exploitations of Waste Repository*, *M&X DBE*, Германия и *Комитет по данным для науки и техники, CODATA*) были разработаны научные основы экологически безопасного захоронения ВАО в кристаллических породах и информационная технология прогнозирования устойчивости геологической среды при подземной изоляции ВАО с использованием алгоритмов методов искусственного интеллекта, созданных в ГЦ РАН по руководством акад. А.Д. Гвишиани.

Научно-техническое сотрудничество по исследованию задач по захоронению РАО, с одной стороны, позволили расширить ноу-хау по захоронению в альтернативных формациях и, с другой стороны, обеспечивается эффективная научно-техническая поддержка российской стороне по достижению уровня международного прогресса в области окончательного захоронения радиоактивных отходов. Все это должно содействовать

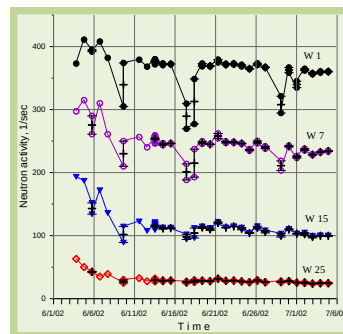
соблюдению международных рекомендаций по безопасности в российских проектах по захоронению, согласно требованиям МАГАТЭ.



Рис. 46. Датчики смещений по трещинам в соляных формациях хранилища РАО «Горлебен» (Германия)

Сотрудники ГЦ РАН участвовали также в совместных с UNAVCO и ИФЗ РАН международных проектах RUSEG-95, RUSEG-97 по наблюдениям за СДЗК на территории России.

В 2002-2005 гг. нами в рамках выполнения двух международных проектов *INCO-Copernicus* «Toxic Pollution Detection in Ground Waters from Real Time Early Warning to Overall Assessment (Toxical)» и *INTAS* «Strategy development for long term pollution control in regions of extreme environmental risk (ENVRISK)» проводились исследования, направленные на оценку экологической обстановки в г. Карабаш (Челябинская обл.) для разработки мер по снижению негативного воздействия на население города (рис. 47), результаты которых представлены выше.



4. ПОДГОТОВКА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Для подготовки квалифицированных научных кадров в марте 2008 г. при ГЦ РАН была создана базовая кафедра «Горной экологии и геоинформационных систем экологической безопасности» Московского государственного открытого университета. На кафедре осуществлялась подготовка инженеров по специальности 330500 – «Безопасность технологических процессов и производств» и специализации 090202.6 – «Комплексное использование и охрана природных ресурсов» (рис. 48).



Рис. 48. Базовая кафедра ГЦ РАН и МГОУ

В рамках работы базовой кафедры проводились плановые лекции и практические занятия со студентами МГОУ (рис. 49), подготовлены 2 авторских учебных курса по направлению «Безопасность жизнедеятельности в области горного производства» и «Геодинамика подземных сооружений», учебник «Горная экология», учебные пособия: «Глобальные навигационные спутниковые системы в обеспечении геодинамической безопасности разработки рудных месторождений» и «Моделирование и анализ полей напряжений в породных массивах», сотрудники лаборатории также участвовали в работе ГАК по специализации «Комплексное использование и охрана природных ресурсов».



Рис. 49. Проведение занятий со студентами МГОУ

В конце 2013 г. было подписано соглашение о сотрудничестве между ГЦ РАН и Московским государственным горным университетом. В рамках этого соглашения на базе лаборатории геодинамики в ГЦ РАН был создан Научно-образовательный центр (НОЦ) «Геодинамика и геоэкология недр: моделирование, прогноз и мониторинг» (рис. 50).



Рис. 50. НОЦ «Геодинамика и геоэкология недр: моделирование, прогноз и мониторинг», образованный совместно с Московским государственным горным университетом

Основными целями создания НОЦ является содействие интеграции научного и образовательного потенциала ГЦ РАН и МГГУ для достижения результатов мирового уровня в области геодинамики на базе совместной научной и образовательной инновационной деятельности, создание эффективных научных коллективов с широким участием молодых ученых, аспирантов и студентов, руководимых наиболее результативными исследователями старших поколений, закрепление в этой области науки и образования научных и научно-педагогических кадров.

Научно-исследовательская деятельность НОЦ предусматривает выполнение совместных исследований по следующим основным направлениям:

- разработка новых методов геодинамического районирования территорий в районах размещения радиационно опасных объектов ядерного топливного цикла;
- исследование и моделирование напряженно деформированного состояния при выборе мест размещения радиационно опасных объектов, включая подземные объекты;
- развитие научно-методической базы применения информационной технологии для прогноза устойчивости геологической среды на основе моделей НДС гетерогенного блочного массива;
- исследование СДЗК на основе применения навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС.

В лаборатории и на ученых советах ГЦ РАН регулярно обсуждаются актуальные вопросы работы лаборатории геодинамики (рис. 50).



Рис. 50. Научный семинар ГЦ РАН



5. СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ

Исследования в лаборатории геодинамики проводятся на основе официальных лицензий:

- лицензии на проведение геодезической деятельности и проведения геодинамических работ, полученной в Федеральной службе геодезии и картографии России;

- лицензии ФСБ на проведение работ с использованием сведений, составляющих государственную тайну.

Для подтверждения авторства и интеллектуальных прав на программные продукты, полученные в результате выполненных исследований сотрудниками лаборатории были оформлены 4 свидетельства о гос. регистрации в ФИПС (рис. 51):

1. №2011614290 «Geodyn 1.0»,
2. №2012615080 «Geoflow 1.1»,
3. №2012615081 «GeoReg 2.0»,
4. № 2013617859 «DEMOGRAPHY_GCRAS 1.0».



Рис. 51 Свидетельства о гос. рег. авторских программ, созданных в лаборатории геодинамики

6. НАШИ ПАРТНЕРЫ

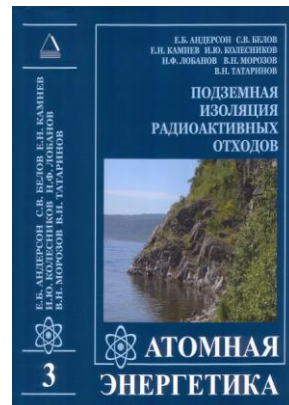
1. НПО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина.
2. ФГУП «РосРАО».
3. ОАО ВНИПИпромтехнологии.
4. ОАО «Красноярскгеология».
5. ФГУП «ГХК».
6. ФГУП «НО РАО».
7. Московский государственный горный университет (МГГУ).
8. Московская государственная геологоразведочная академия (МГРА).
9. Московский государственный открытый университет (МГОУ).
10. Немецкое общество по строительству и эксплуатации хранилищ для захоронения отходов (DBE TECHNOLOGY GmbH), Пайне, Германия.
11. Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Ганновер, Германия.
12. ОАО «Атомэнергопроект».
13. Администрация г. Карабаша (Челябинская обл.).
14. Академия горных наук.

7. ПУБЛИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ЛАБОРАТОРИИ

Монографии

1. Андерсон Е.Б., Белов С.В., Камнев Е.Н., Колесников И.Ю., Лобанов Н.Ф., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Подземная изоляция радиоактивных отходов. М.: Издательство «Горная книга», 2011. 592 с.: ил. (АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА).

2. Камнев Е.Н., Морозов В.Н., Шишиц И.Ю. Выбор площадок для захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях // Серия атомная энергетика, Горная книга 2012, 207 с.



Учебные пособия

1. Михайлов Ю.В., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Глобальные навигационные спутниковые системы в обеспечении геодинамической безопасности разработки рудных месторождений. Учебное методическое пособие. МГОУ. 2008. 14 с.

2. Михайлов Ю.В., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Геодинамическая безопасность при разработке рудных месторождений. Учебное методическое пособие. МГОУ. 2008. 13 с.

4. Михайлов Ю.В., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Безопасность жизнедеятельности в техносфере (в области горного производства). Учебное методическое пособие. МГОУ. 2008. 12с.

5. Михайлов Ю.В., Коворова В.В., Морозов В.Н. Горнопромышленная экология: Учебник. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 336 с.

6. Морозов В.Н., Михайлов Ю.В., Татаринов В.Н., Колесников И.Ю. Моделирование и анализ полей напряжений в породных массивах: учебный практикум. М.: Изд-во МГОУ, 2011. 53 с.

7. Михайлов Ю.В., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Горная экология. Глобальные навигационные спутниковые системы в горном деле: практикум. - М.: Изд-во МГОУ, 2010. 137 с.

Статьи

1. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Оптимизация объемно-планировочного решения расположения могильников высокоактивных радиоактивных отходов в земной коре // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Промышленная радиоэкология и горное дело. Вып.2. М. 1994. С.68-76.

2. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Прогнозирование процессов разрушения породных массивов при подземной разработке рудных месторождений и строительстве подземных сооружений // В сб. - Методические основы контроля состояния породного массива и прогноза динамических явлений. М., 1994. Национальный геоф. комитет. С.45-75.



3. Морозов В.Н., Татаринев В.Н., Буров И.Ю. Динамика процесса потери устойчивости горных выработок в нестационарных полях напряжений // Горный вестник. 1996. № 2. С.66-72.

4. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. Методика выбора участков земной коры для размещения экологически опасных отходов. Геоэкология // М.1996. №6. С.109-120.

5. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. Геофизические исследования при подземной разработке урановых месторождений // Международная конференция "Горная геофизика-98". С.-Петербург.1998. С.163-171.

6. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. Динамика геомеханических процессов в приконтурных зонах при подземной разработке урановых месторождений // Международная конференция "Горная геофизика-98". С.-Петербург.1998. С.171-177.

7. Лопанчук А.А., Татаринев В.Н. Определение характеристик современных движений земной коры применительно к объектам ядерно-топливного цикла // Горный вестник. №5. М. 1998. С. 9-13.

8. Морозов В.Н., Гупало Т.А., Татаринев В.Н. Прогноз изоляционных свойств породного массива при размещении радиоактивных материалов в горных выработках // Горный вестник. №6. М. 1999. С.99-105.

9. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Петров Э.Л., Анисимов В.Н., Хазов Б.С., Татаринев В.Н. Перспективы создания подземных атомных станций в России // Горный вестник. 1999. № 4-5. С.11-20.

10. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Петров Э.Л., Анисимов В.Н., Хазов Б.С., Татаринев В.Н. Перспективы создания подземных атомных станций на территории России // Горный журнал. 1999. № 12. С.18-23.

11. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Петров Э.Л., Анисимов В.Н., Хазов Б.С., Татаринев В.Н. Перспективы создания подземных атомных станций на территории России // Уголь. № 11.1999.

12. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Петров Э.Л., Анисимов В.Н., Хазов Б.С., Татаринев В.Н. Вновь о подземных АЭС // Энергия: экономика, техника, экология. №5. Энергия. 2000. с. 11-18.

13. Лопанчук А.А., Сухов А.Н., Татаринев В.Н. Теоретические аспекты возможных законов распределения современных горизонтальных движений земной коры в районах АС // Известия ВУЗ. Геодезия и аэрофотосъемка. №3. 2000. С.29-34.

14. Татаринев В.Н., Родкин М.В. О надежности данных и выборе интервала GPS наблюдений // Маркшейдерский вестник. №3(33). 2000. С.37-40.

15. Морозов В.Н., Родкин М.В., Татаринев В.Н. К проблеме геодинамической безопасности объектов ядерно-топливного цикла // Геоэкология. №3. 2001. С. 227-238.

16. Medvedev P.P., Krykov S.V., Tatarinov V.N. The System for the GPS and Glonass satellite measurements processing with remote access for using in basic research // Astronomy and geodesy in new millennium. Kazan. 2001. Pp. 213-215.

17. Татаринев В.Н. Пространственно-временные закономерности формирования полей напряжений в

зонах влияния тектонических структур // Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXV тектонического совещания. Том II.- М. Геос. 2002. С.221-224.

18. Медведев П.П., Крюков С.В., Татаринев В.Н. Технология обработки данных спутниковых наблюдений за современными геодинамическими процессами // Четвертые геофизические чтения им. Федынского В.В. Сборник трудов: «Геофизика XXI столетия: 2002 г.». М. Геон. 2003. С. 405-413.

19. Татаринев В.Н., Татаринова Т.А. Исследование внутреннего механизма самоорганизации приконтурной части породных массивов // Тр. Международной конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли». Новосибирск. 2003. С. 262-267.

20. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. От экспертных оценок к прогнозированию развития во времени тектонических процессов в районах захоронения ВАО // VII международная конференция «Безопасность ядерных технологий. Обращение с радиоактивными отходами». Про Атом. 2004. С. 331-339.

21. Морозов В.Н., Белов С.В., Татаринев В.Н. На страже радиогеоэкологической безопасности России // Природа. №7. 2006. С.3-12.

22. Татаринев В.Н. Геодинамическая безопасность на объектах ядерного топливного цикла // Использование и охрана природных ресурсов в России. Бюллетень №1 (85). 2006. С.46-51.

23. Белов С.В., Морозов В.Н., Татаринев В.Н., Камнев Е.Н., Хаммер Й. Изучение строения и геодинамической эволюции Нижнеканского массива в связи с захоронением высокоактивных радиоактивных отходов. // Геоэкология. 2007. №2. С. 248-266.

24. Татаринев В.Н. Оценка загрязнения окружающей среды в районе г. Карабаш // ArcReview. № 1(36). 2006 г.

25. Morozov V.N., Tatarinov V.N. Tectonic processes development with time in the areas of HLW disposal from expert assessment to prognosis // Int. Nuclear Energy science and Technology, Vol. 2. No, 1/2. 2006. Pp. 65-74.

26. Коваленко М.Д., Попов С.Н., Стрельников А.А., Татаринев В.Н. Подкрепленные пластины. Точные решения // «Механика композиционных материалов и конструкций». 2006. Т. 12. № 2. С. 189-201.

27. Прозоров Л.Б., Баринев А.С., Морозов В.Н., Татаринев В.Н. GPS-технология в системе геоэкологического контроля // Безопасность окружающей среды. № 2 2007. С.64-67.

28. Камнев Е.Н., Морозов В.Н., Белов С.В., Колесников И.Ю., Лукишов Б.Г., Татаринев В.Н. К разработке месторождений урана в зонах активного тектогенеза. Уран России. Сб. докладов научно-технического совещания. М. ФГУП «ЦНИИАТОМИНФОРМ». 2008. С.16-25.

29. Соболев Г.А., Морозов В.Н., Пономарев А.В., Татаринев В.Н., Лабунцова Л.М. Разработка технологии прогноза загрязнения геологической среды токсичными элементами. Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий. М.: ИФЗ РАН. 2008. С.72-85.

30. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. Прогнозирование устойчивости геологической среды при выборе мест размещения и эксплуатации объектов ядерного топ-



ливного цикла // Инженерная экология. №5. 2008. С.10-16.

31. Морозов В.Н., Белов С.В., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н., Татаринова Т.А. Возможности геодинамического районирования при выборе мест подземной изоляции высокоактивных радиоактивных отходов на примере Нижнеканского массива // Инженерная экология. №5. 2008. С.17-25.

32. Баринов А.С., Прозоров Л.Б., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Мониторинг деформаций земной поверхности как основа геоэкологической безопасности хранения радиоактивных отходов // Геоэкология 2009, №5. 425-432 с.

33. Гвишиани А.Д., Белов С.В., Агаян С.М., Родкин М.В., Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Богоутдинов Ш.Р. Методы искусственного интеллекта при оценке тектонической стабильности Нижнеканского массива // Инженерная экология. № 2. 2008. С.3-14.

34. Belov S. V., Gvishiani A. D., Kamnev E. N., Morozov V. N., Tatarinov V. N. Development of complex model of evolution of structural-tectonic blocks of the Earth's crust for choosing storage sites of high level radioactive waste // Russian Journal of Earth Sciences, Vol. 10, No 4, 2008.

35. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Белов С.В., Татаринов В.Н. Напряженно-деформированное состояние Нижнеканского массива - района возможного захоронения радиоактивных отходов // Геоэкология. 2008. №3. С. 232-243.

36. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Палеотектоническая реконструкция напряженно-деформированного состояния пород Стрельцовского урановорудного поля // Горный журнал. №5. 2009. С.68-71.

37. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н., Татаринова Т.А. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния Нижнеканского массива как возможного места подземной изоляции радиоактивных отходов // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. №2. Вып. 14. С.58-67.

38. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Кушнаренко В.К. Геоэкологические проблемы КМА и пути их решения. Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. № 8. 2010. С.33-38.

40. Татаринов В.Н., Татаринова Т.А. Учет масштабного эффекта при наблюдениях за деформациями земной поверхности спутниковыми навигационными системами // Маркшейдерский вестник. №5. 2012. С.15-19.

41. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н. Моделирование уровней опасности напряженно-деформированного состояния в структурных блоках Нижнеканского гранитоидного массива (к выбору участков захоронения радиоактивных отходов) // Геоэкология. №6. 2011. С. 524-542.

42. Гвишиани А.Д., Агаян С.М., Богоутдинов Ш.Р., Каган А.И. Гравитационное сглаживание временных рядов // Труды Института математики и механики УрО РАН. Том 17, No. 2. 2011 г.

43. Morozov V. N., Kolesnikov I. Yu., and Tatarinov V. N. Modeling the Hazard Levels of Stress-Strain State in Structural Blocks in Nizhnekanskii Granitoid Massif for Se-

lecting Nuclear Waste Disposal Sites // Water Resources, 2012, Vol. 39, No. 7, pp. 756-769.

44. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Каган А.И., Татаринов В.Н. Прогнозирование мест локализации углеводородов в градиентных полях тектонических напряжений // Экспозиция Нефть Газ. №5 (23) 2012. С. 57-60.

45. Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Колесников И.Ю., Каган А.И., Татаринова Т.А. Геодинамическая безопасность подземной изоляции высокоактивных радиоактивных отходов в Нижнеканском массиве // Экология промышленного производства. №1 (81). 2013. С.12-18.

46. Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Колесников И.Ю., Каган А.И., Татаринова Т.А. Совершенствование методов проектирования отработки урановых месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. №4. 2013. (Деп. №955/04-13 от 4.02.2013).

47. Морозов В.Н., Пятыхин В.А., Татаринов В.Н. Автоматизированная система мониторинга геоэкологической безопасности на радиационно опасных объектах // Горный информационно-аналитический бюллетень. №6. 2013. (Деп. №959/06-13 от 3.04.2013).

48. Лушников А.А., Каган А.И., Гвишиани А.Д., Любовецкая Ю.С. Моделирование эволюционно-демографических процессов для целей геомедицины // Геофизические процессы и биосфера. Т. 12, № 3. 2013. С. 5-18.

49. Морозов В.Н., Камнев Е.Н., Татаринов В.Н., Колесников И.Ю., Каган А.И. Геодинамическое районирование при проектировании отработки урановых месторождений // Минеральные ресурсы. 2013.

50. Морозов В.Н., Пименов А.О., Каган А.И., Татаринов В.Н. Геодинамические аспекты радиационной безопасности на Новой Земле // Геоэкология. 2013.

Федеральные нормы и правила

1. Бугаев Г.Н., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. и др. Федеральные нормы и правила. Оценка сейсмической опасности на участках размещения ядерно и радиационно опасных объектов (на основании геодинамических данных). РБ-019-01. Госатомнадзор РФ. М. 2001.

2. Бугаев Г.Н., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. и др. Федеральные нормы и правила. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. НП-032-01 // Вестник Госатомнадзора России. М. №1. 2002. С. 33-38.

3. Бугаев Г.Н., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. и др. Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования. НП-050-03 // Вестник Госатомнадзора России. №2. 2004. С. 25-31.

Авторские свидетельства

1. Св. о госрег. №2011614290. «Программа для расчета напряженно-деформированного состояния в массиве горных пород на основе гетерогенного конечно-элементного моделирования» «GEODYN 1,0». Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н.

2. Св. о госрег. № 2012615080 Программа для расчета направлений фильтрации в гетерогенной блочной



среде «GEOFLOW 1.1». Морозов В.Н., Каган А.И., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н.

3. Св. о госрег. № 2012615081 Программа геодинамического районирования на основе многофакторного энергетического анализа концентрации напряжений «GeoReg 2.0». Колесников И.Ю., Морозов В.Н., Татаринов В.Н.

4. Св. о госрег. № 2012615079 «GrS». Гвишани А.Д., Агаян С.М., Богоутдинов Ш.Р., Каган А.И.

5. Св. о госрег. Свидетельство о госрегистрации № 2013617859 «Программа прогнозирования медико-демографических индикаторов для территориальных единиц различного уровня (федеральный, региональный) DEMOGRAPHY_GCRAS 1.0». Лушников А.А., Каган А.И., Рыбкина А.И.

Доклады на конференциях

1. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Formalizing regional cartographical information in designing ecologically dangerous installations in the earth's crust // 1st European Congress of Regional Geological Cartography and Information Systems. Italy, Bologna, 1994. Abstract. Vol. 1. P.231.

2. Morozov V.N., Tatarinov V. N. Kinetics of Change in Physical and Mechanical Properties of Rocks While Disposing of High-Level Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel in Rock Massifs // XXI General Assembly IUGG. Boulder, 1995. P. 414.

3. Лопанчук А.А., Татаринов В.Н., Морозов В.Н. Мониторинг геологической среды в районах расположения АЭС на основе GPS-технологии // Сб. Физические проблемы экологии (физическая экология). МГУ.М. Т.1. 1997. с. 48.

4. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Прогноз геоэкологической безопасности на полуострове Мангышлак // Научно-практическая конференция. Академия землеустройства. М. 1998. С.68.

5. Tatarinov V. N. The Dynamics of Spatial - Temporal Variations of Physical Fields and Structure in Rocks Massifs // XXIII General Assembly European Geophysical Society. Nice. France 20-24 April 1998. Abstract. P.4516

6. Gupalo T.A., Selesnev N.I., Tatarinov V.N. Spatial-temporal features of changes in the condition of the rock massif in the contour zone // XXIII General Assembly IUGG. Birmingham, 1999. Abstract. 0830-03.

7. Tatarinov V.N. Dynamics of spatial-temporal processes in peri-countour zone of uranium mining in the former USSR // IV Международная конференция "Новые идеи в науках о Земле". М. 1999. Т.4. С.57.

8. Tatarinov V.N. Spatial-temporal features in peri-contour zone of changes // International Symposium on Engineering Geology, Hydrogeology and Natural Disasters with Emphasis on Asia. Katmandu, Nepal. 1999.

9. Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Буров И.Ю. Принципы выбора участков земной коры для размещения экологически опасных отходов промышленности // 2-я Международная конференция «Окружающая среда. Технологии. Ресурсы». Латвия. Резекне. 25-27 июня 1999 г. С. 114-122.

10. Морозов В.Н., Родкин М.В., Татаринов В.Н. Об обеспечении геодинамической безопасности особо ответственных объектов на территории РФ // Всероссийское совещание Геодинамика и техногенез. Ярославль, 2000. С. 112-114.

11. Tatarinov V.N. Dynamics of spatial-temporal processes in peri-contour zone // 5th International Symposium on Field Measurements in Geomechanics. FMGM99. 1-3 December 1999. Singapore. Pp.589-593.

12. Татаринов В.Н. Геологическая среда и проблемы геоэкологической безопасности объектов ядерно-топливного цикла // Environment, Technology, Resources. Proceeding of the 3rd International Conference. Rezekne. 2001. С.197-203.

13. Медведев П.П., Крюков С.В., Татаринов В.Н. Система обработки спутниковых данных GPS и ГЛОНАСС наблюдений за современными тектоническими процессами. XXXIV Тектоническое совещание. М. 2001. С 19-21.

14. Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Лабунцова Л.М., Родкин М.В. Взаимодействие геологической среды и объектов ядерно-топливного цикла // III Всероссийская научная конференция «Физические проблемы экологии (Экологическая физика). Москва. МГУ. 2001. С. 134.

15. Tatarinov V.N. Prediction of Geodynamic Hazards of Kalininskaja Nuclear Power Plants with the GPS Technology // IAG International Symposium on Recent Crustal Movements (SRCM) Helsinki. Finland. August, 2001. Pp.54-55.

16. Морозов В.Н., Родкин М.В., Татаринов В.Н. Геодинамическая безопасность Ростовской АЭС // Международная конференция «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли». Новосибирск. 2001. С. 271-277.

17. Татаринов В.Н. Динамика и механизм разрушения приконтурных частей породного массива // I Международная школа-семинар «Физические основы прогнозирования разрушения горных пород». Красноярск. 2001. С.88.

18. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Устойчивость горных выработок в условиях длительной эксплуатации // I Международная школа-семинар «Физические основы прогнозирования разрушения горных пород». Красноярск. 2001. С.87.

19. Морозов В.Н., Родкин М.В., Татаринов В.Н. Сейсмотектонические аспекты обоснования сетей геодинамического мониторинга // Сергеевские чтения. Выпуск 3. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М. 2001.

20. Татаринов В.Н., Татаринова Т.А. О надежности определения скоростей движений земной коры на платформенных территориях GPS-методами // Международная конференция «Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов». Воронеж, 17 - 21 сентября 2001 г. С. 196-200.

21. Татаринов В.Н. Роль методов космической геодезии в геоэкологических исследованиях // Труды Международной научной конференции. «Перспективы



развития естественных наук в высшей школе». Т.3. Пермь 2001.

22. Sobolev G.A., Morozov V.N., Ponomarev A.V., Tatarinov V.N. The Development of technology of ground waters pollution in real time regime // «Traditions and innovations in sustainable development of society. Environment and society». Proceeding of the international conference. 2002. Rezekne. Pp.107-114.

23. Tatarinov V.N., Bank V.A., Tichonenkov Y.E., Moreido V.M. The Assessment of environmental effects of mining production enterprises in Karabash city area on the basis of GIS-technology // International Conference «GIS in Geology», Moscow, 2002. P.108.

24. Morozov V.N., Labuntsova L. M., Ponomarev A.V., Tatarinov V.N. The assessment of heavy metals pollution of water bodies and soil in the zone of ecological disaster (city Karabash) // «Environment, Technology, Resources.» 4th International Conference. Rezekne. 2003. P.178-185.

25. Татаринов В.Н. Синэнергетические эффекты перераспределения полей напряжений в приконтурной части породного массива // Пятые геофизические чтения им. Федынского В.В. М. Геон. 2003. С.102.

26. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Прогнозирование разрушения геологической среды в зоне влияния объектов ЯТЦ // Сергеевские чтения. Выпуск 6. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М. Геос. 2004. С. 79-82.

27. Gvishiani A.D., Agayan S.M., Bogoutdinov Sh.R., Mikhailov V.O., Tatarinov V.N. Fuzzy sets algorithms of time-space analysis of geological, geophysical and geodynamic databases // II International Conference "GIS in Geology". 15-19 of November, 2004, Moscow, Vernadsky SGM RAS, Russia. 2004. P.41-42.

28. Kamnev E.N., Morozov V.N., Tatarinov V.N., Ziegenhagen U. The technology of tectonic processes prognosis to select areas of radioactive waste disposal // Internationale symposium on latest natural disasters – new challenges for engineering geology, geotechnics and civil protection. Sofia, Bulgaria. 2005. CD of Abstracts.

29. Belov S.V., Morozov V.N., Kolesnikov I.Y., Tatarinov V.N., Tatarinova T.A. Prediction of the Tectonic Processes at a Selected Areas for Dispose Radioactive Waste // XXIII FIG Congress and «InterGeo 2006», Munich, Germany. 2006. CD of Abstracts.

30. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Геоэкологическая безопасность объектов ядерного топливного цикла // II Всероссийская конференция. Научные аспекты экологических проблем России. 2006. Тезисы. М. С. 11.

31. Белов С.В., Колесников И.Ю., Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Татаринова Т.А. Разработка технологии прогноза устойчивости геологической среды при выборе мест захоронения РАО // Международная конференция «Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения». Воронеж. 2006.

32. Kolesnicov I.Y., Morozov V.N., Tatarinov V.N. A Macro-Element Approach for Geophysical Structures // Int. Symp. On Trends in Applications of Mathematics to Mechanics STAMM 2006. Abstract. Vienna. 2006. P.77-78.

33. Belov S.V., Morozov V.N., Kolesnikov I.Y., Tatarinov V.N., Tatarinova T.A. Prediction of the tectonic processes at a selected areas for dispose radioactive waste // XXIV General Assembly IUGG. IUGG. Perugia. Italy. July 2-13. 2007. Abstract. ISBN: 978-88-95852-25-4.

34. Agayan S.M., Belov S.V., Bogoutdinov Sh.R., Gvishiani A.D., Morozov V.N., Tatarinov V.N. Complex model of tectonic evolution of the earth crust structural blocks and radioactive waste disposal locations // XXIV General Assembly IUGG. IUGG. Perugia. Italy. July 2-13. 2007. Abstract. ISBN: 978-88-95852-25-4.

35. Morozov V. N., Kolesnikov I.Y., Tatarinov V. N., Tatarinova T.A. Tectonic processes modeling and development with time in the areas of HLRW disposal // Conference of the International Association for mathematical geology. Geomathematics and GIS Analysis of Resources, Environment and Hazards. Beijing, China. 2007.

36. Гвишиани А., Камнев Е., Морозов В., Белов С., Татаринов В. Комплексная модель тектонической эволюции структурных блоков земной коры при размещении в них радиоактивных отходов. Международная конференция «50-летие международного геофизического года и Электронный Геофизический год». Сентябрь. Суздаль. 2007.

37. Морозов В., Белов С., Колесников И., Татаринов В. Устойчивость геологической среды и геоэкологическая безопасность объектов ядерного топливного цикла. Международная конференция «50-летие международного геофизического года и Электронный Геофизический год». Сентябрь. Суздаль. 2007.

38. Крюков С., Татаринов В., Красноперов Р.А. Построение и исследование моделей деформаций земной коры на основе данных космической геодезии для изучения геодинамических процессов. Международная конференция «50-летие международного геофизического года и Электронный Геофизический год». Сентябрь. Суздаль. 2007.

39. Татаринов В.Н., Морозов В.Н., Белов С.В., Колесников И.Ю., Татаринова Т.А. Современные информационные технологии при прогнозировании длительной устойчивости геологической среды для размещения особо ответственных промышленных объектов // Современные информационные технологии для научных исследований. Материалы Всероссийской конференции. Магадан 20-24 апреля 2008 г. – СВНЦ ДВО РАН, 2008, 230с.

40. Морозов В.Н., Лабунцова Л.М., Татаринов В.Н., Татаринова Т.А. Опыт использования ГИС-технологии в геоэкологических исследованиях на Урале // Международная конференция «Итоги электронного геофизического года». 3-6 июня 2009 г. Преславль-Залесский. С.96.

41. Морозов В.Н., Белов С.В., Камнев Е.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н. Разработка геоинформационной технологии выбора мест подземной изоляции радиоактивных отходов // Международная конференция «Итоги электронного геофизического года». 3-6 июня 2009 г. Преславль-Залесский. С.72.

42. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н. Моделирование эволюции структурно-тектонических



блоков при выборе мест подземной изоляции радиоактивных отходов // Сергеевские чтения. Выпуск 11. «Моделирование при решении геоэкологических задач», М. ГЕОС, 2009. С. 205.

43. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н., Татаринova Т.А. Tectonic processes modeling for high-level radioactive waste disposal // 8th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources." Rezekne Higher Education Institution, Rezekne, Latvia. 2011. ISBN 978-9984-44-070-5. http://zdb.ru.lv/conferences/4/VTR8_I_9.pdf.

44. Морозов В.Н., Каган А.И., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н., Татаринova Т.А. Совершенствование методов проектирования отработки месторождений и выбора мест размещения подземных объектов // 14-е Сергеевские чтения. Вып. 12. «Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительства освоения территорий». М. 2012.

45. Морозов В.В., Татаринov В.Н., Колесников И.Ю., Каган А.И. Изучение, моделирование и прогноз геодинамических и фильтрационных процессов в районе размещения РАО и ОЯТ ФГУП «ГХК» // Научно-техническая конференция «Комплексные геодинамические сейсмотектонические, инженерно-геологические исследования и организация системы геомониторинга района размещения ОЯТ ФГУП «ГХК» (на примере объектов ХОТ-2)». Железнодорожск. 28-29 марта. 2012.

46. Морозов В.Н., Татаринov В.Н., Колесников И.Ю., Каган А.И., Татаринova Т.А. Оценка риска тектонической деструкции при захоронении радиоактивных отходов в геологических формациях // Международная научно-практическая конференция по проблемам снижения природных опасностей и рисков. «ГЕОРИСК – 2012». Т.2. М.: Изд-во РУДН, 2012. С.265-269.

47. Морозов В.Н., Каган А.И., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н., Горюнов Е.Ю., Игнатов П.А. Перспективы геодинамического моделирования напряженно-деформированного состояния земной коры при поисках и разведке углеводородов // Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти. 1-е Кудрявцевские чтения, Москва, ЦГЭ, 22-25 октября 2012. Тезисы докл. 3с.

48. Морозов В.Н., Каган А.И., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н., Кондратьев И.К., Бондаренко М.Т., Рейгасс Е.В. Комплексирование результатов геодинамического моделирования и сейсмических исследований при поиске и разведке УВ (на примере Баженовской свиты). XII Ежегодная международная конференция «Гальперинские чтения – 2012», М. 22-25 октября 2012. Тезисы докл. 5с.

49. Morozov V.N., Kagan A.I. Geodynamic zoning for underground isolation of radioactive waste. / Environment, Technology, Resources Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference. Volume 1, Rezekne, 2011, p 16-23.

50. Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н. Tectonic processes modeling for high-level radioactive waste disposal // 8th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources." Rezekne

Higher Education Institution, Rezekne, Latvia. 2011. ISBN 978-9984-44-070 http://zdb.ru.lv/conferences/4/VTR8_I_9.pdf.

51. Morozov V.N., Tatarinov V.N., Kolesnikov I.Y., Kagan A.I. Prediction of geodynamic dangerous for disposal of high-level radioactive waste // Инженерная защита территорий и безопасность населения: роль и задачи геоэкологии, инженерной геологии и изысканий. Международная конференция «EngeoPro-2011». М. 2011.

52. Morozov V.N., Tatarinov V.N., Kolesnikov I.Y., Kagan A.I., Tatarinova T.A. Modeling and monitoring of Nizhnekansky granitoid massif (for selecting nuclear waste disposal sites) // Conference «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining». Kaluga. 2013.

53. Morozov V.N., Tatarinov V.N., Kolesnikov I.Y. Prediction method of hazard levels of stress-strain state in Earth crust blocks // Conference «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining». Kaluga. 2013.

54. Морозов В.Н., Татаринov В.Н. Мониторинг современных геодинамических процессов спутниковыми системами GPS/ГЛОНАСС на объектах ФГУП ГХК // Научно-техническая конференция «Геодинамические поля и оценка современного состояния объектов использования атомной энергии», октябрь 2013 г. Железнодорожск, 6 с.

55. Морозов В.Н., Каган А.И., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н., Кондратьев И.К., Бондаренко М.Т., Рейгасс Е.В. Комплексирование результатов геодинамического моделирования и сейсмических исследований при поиске и разведке УВ (на примере Баженовской свиты) // Гальперинские чтения. М. 2013.

56. Морозов В.Н., Каган А.И., Колесников И.Ю., Татаринov В.Н. О континентальной нефти Камчатки // 2-е Кудрявцевские чтения. М. 2013.

57. Lushnikov A., Kagan A. A linear model of population dynamics // International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences. Prague. 2013.

58. Lushnikov A, Gvishiani AD, Kagan A, Lyubovtseva Y. Evolution equations for modelling the demographic processes // International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences. Prague. 2013.

59. Kagan A., Lushnikov A. A linear model of population dynamics // Conference «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining». Kaluga. 2013.

