

совпадающие по времени резкие изменения величины асимметрии выборки в сторону отрицательных значений;

рост значений эксцесса.

При этом отмечается уменьшение степени взаимосвязи указанных статистических параметров, что отражается снижением коэффициента взаимной корреляции до нулевых значений.

С точки зрения процесса изменения концентрации растворенного гелия, происходит закономерное снижение величины среднего значения параметра при сокращении разброса и образовании устойчивого ядра выборки концентраций гелия в области их средних значений. Те же статистические процессы характерны и для изменения статистических параметров выборок концентраций растворенного в подземных водах радона.

Изменение статистических параметров выборок, описанное выше, можно по аналогии сопоставить с реакцией среды на изменение частоты колебаний внешнего воздействующего источника, т.е. мы имеем аналог воздействия на систему с резонансной частотой. В таких системах приближение частоты внешних колебаний к резонансной частоте системы приводит к усилению реакции системы и при совпадении частот — к достижению максимума амплитуды колебаний и возможному разрушению системы. Так как горные породы — агрегатные системы, то таких резонансных частот может быть несколько. Тогда изменения среднего квадратичного выборки (дисперсии) соответствуют изменениям ширины спектра частот, асимметрия выборки отражает смещение резонансной частоты системы, которая может быть представлена средним значением, а эксцесс — степень совпадения воздействующей частоты и собственной частоты системы.

Как отмечает В.И. Уткин [4], «дисперсия при переходе от фоновых значений временного ряда к аномальным его величинам изменяется закономерным образом. В промежуточной зоне между аномалией и фоновым значением среднее значение компонента продолжает оставаться фоновым. При этом дисперсия принимает существенно аномальное значение по сравнению с фоном и согласуется с теорией случайных процессов, т.е. динамика изменения дисперсии отражает изменение энергетического воздействия на систему».

На рис. 5 показаны результаты сопоставления сейсмической активности с данными статистической обработки временных рядов наблюдений за содержанием гелия и радона в подземных водах Верхне-Кубанского полигона. Функция сейсмической активности отражает внешнее воздействие на геодинамическую систему региона, а прошедшие обработку и фильтрацию результаты наблюдений за изменением концентрации растворенных в воде газов — ответную реакцию системы на внешнее воздействие. Достигнутая сопоставимость результатов по нескольким точкам наблюдений позволяет исключить погрешности, связанные с техническими нарушениями регистрации параметров и ошибками интерпретации. Выявленные аномалии хорошо коррелируются с изменениями сейсмической активности на различных уровнях исследования (в ближней зоне от

пунктов мониторинга для радона, и в дальней зоне — для гелия).

Таким образом, использование выявленных зависимостей содержания растворенных в воде газов и сейсмической активности дает возможность получения интегральной оценки энергетического воздействия развивающихся сейсмических и геодинамических событий в районе мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалов Д.А., Брачун Т.А. Разработка программы для расчета сейсмической активности в Магаданской области / Научное сообщество студентов XXI столетия: VII студенч. междунар. заочная науч.-практ. конф. Технические науки. — Новосибирск: СибАК, 2013. — С. 22–29.
2. Саидов О.А., Сулейманов А.Б., Магомедов Б.А. О методике обработки и интерпретации временных газо-геохимических рядов, как предвестника сейсмического события. — Махачкала: Институт геологии ДНЦ РАН, 2012.
3. Султанходжаев А.Н., Азизов Г.Ю. О механизме формирования предвестников аномалий в содержании радона в подземных водах Узбекистана // Изв. АН Республики Узбекистан. — 2009. — № 8. — С. 42–49.
4. Уткин В.И. Радон и проблема тектонических землетрясений // Соросовский образовательный журнал. — 2000. — Т. 6. — № 12. — С. 64–70.

© Гарифулин В.А., Кленцер П.Г., Потемка Э.П., 2015

Гарифулин Владимир Александрович // v.garifulin@gmail.com
Кленцер Павел Григорьевич // putoranin@mail.ru
Потемка Эдуард Петрович // potemka@mail.ru

УДК 556.33.04:556.38.383

Медведев Ст.А., Потемка Э.П., Крупская Э.Ю.
(ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОСТОЯНИЕМ НЕДР НА ПОЛИгонах ГМСН ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Рассмотрены проблемы и пути совершенствования технологий изучения состояния недр в подсистемах подземные воды, экзогенные и эндогенные процессы на полигонах ГМСН на территории ЦФО, ПФО, СФО, СЗФО, СКФО. **Ключевые слова:** мониторинг, полигоны ГМСН, государственная опорная наблюдательная сеть, комплекс измерений, методическая обеспеченность, регламент, программно-аппаратурные средства, программа полигонных исследований.*

Medvedev St.A., Potemka E.P., Krupskaya E. Yu. (VSEGINGEO) IMPROVEMENT OF TECHNIQUES FOR OBSERVATION OF THE STATE OF THE SUBSURFACE ON THE SMSS POLYGONS FOR SOLVING THE TASKS OF GROUNDWATER AND HAZARDOUS GEOLOGICAL PROCESSES MONITORING

*The problems and ways of improving the techniques of studying the state of the subsurface in the sub-systems "Groundwater" are described. Exogenic and endogenic processes on the polygons (testing sites) of the SMSS (State Monitoring of the State of the Subsurface) on the territories of the Central Federal Region (CFR), River-Volga Federal Region (VFR), North-Western Federal Region (NWFR), North-Caucasian Federal Region (NCFR). **Key words:** monitoring, SMSS polygons, State*

Основная роль в государственной системе мониторинга состояния недр (ГМСН) принадлежит опорным сетям (ГОНС), полигонам и стационарам. Функционирование этих структур предполагает как комплексное геологическое (гидрогеологическое, инженерно-геологическое и геокриологическое) изучение перспективных и осваиваемых территорий с естественной и техногенной напряженностью геологической среды, импактных ситуаций, так и территорий с фоновыми показателями (фоновое состояние окружающей среды необходимо для оценок динамики развития опасных геологических процессов (ОГП) и составления дежурных карт).

Главными направлениями полигонных работ являются ведение мониторинга по расширенной программе, а также совершенствование и унификация технологий, включая разработку, опробование и внедрение современной приборно-аналитической базы.

Правовой предпосылкой создания службы ГМСН (геологической среды) Российской Федерации является ст.36.1. Закона «О недрах» [9]. Юридическое утверждение Положения о ГМСН получило с выходом Приказа Роскомнедр «Об организации службы государственного мониторинга геологической среды» [6] и Постановления Коллегии Роскомнедр от 10.11.1995 г. № 16-1 «О состоянии и основных задачах развития системы государственного мониторинга геологической среды». В составе последнего документа были утверждены Концепция мониторинга и Положение об организации и ведении мониторинга. Дальнейшее развитие ГМСН получила с выходом «Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» [5].

Систематизация сведений по результатам работ на полигонах ГМСН выполнена по Центральному, Приволжскому, Сибирскому, Северо-Западному и Северо-Кавказскому федеральным округам (ФО) (Воркутинский, Верхняя Волга, Малая Истра, Каменная Степь, Деменка-Кожаны, Дзержинский, Томский, Верхне-Кубанский, Марре-Сале), а также по анализу фондовой и опубликованной методической литературы за последние 10 лет. Это позволило дать оценку роли полигонов в ГМСН, провести анализ их деятельности, определить место полигонов в системе мониторинга, разработать формы и содержание технических паспортов полигонов и территорий, определить принципиальные подходы в размещении сетей наблюдений, методы полевых исследований, регламенты сбора, обработки и представления информации, разработать предложения по ведению и комплексированию наблюдений за состоянием недр для решения задач мониторинга подземных вод и опасных экзогенных и эндогенных процессов, а также программу полигонных исследований.

Этой программой были определены: цели и задачи работ, структура паспортов полигонов, методика работ, техническое оснащение пунктов наблюдений, регламенты работ и документооборота, структура регламент-

ной продукции (отчеты, бюллетени, справки и др.). Сформулированы предложения по комплексированию и развитию системы мониторинга с учетом интенсивного недропользования в различных геолого-структурных областях (геологических провинциях).

В «Положении о ГМСН» в п. 8 определена «информационная основа осуществления ГМСН, обеспечивающая получение сведений о состоянии недр при выполнении геологоразведочных, горнодобывающих и всех других видов работ, связанных с государственным геологическим изучением и использованием недр». Информационный ресурс формируется по наблюдательным пунктам, объединяемым в государственную опорную, ведомственные, муниципальные и локальные (объектные) наблюдательные сети, которые включают пункты наблюдений, участки, стационары и полигоны государственной опорной сети, созданные за счет государственных средств и являющиеся государственной собственностью. Они размещаются на площадях как с естественным, так и с нарушенным состоянием недр. Полигоны — это ведомственные подчиненные структурные подразделения геологических служб, созданные для изучения состояния недр на потенциальных участках (территориях) развития естественных (в том числе фоновых) и техногенно опасных геологических процессов.

В подсистеме ГМСН «Подземные воды (ПВ)» полигон — один из ее элементов. В целом территория полигона определяется границами экстраполяции и репрезентативности наблюдаемых региональных параметров геологической обстановки. Представления о месте и роли полигонов в системе ГМСН в целом и в подсистеме ГМСН ПВ, в частности, существенно менялись по мере развития системы мониторинга. Начиная с 1991 г., в создании и развитии концепций ГМГС → ГМСН принимали и принимают участие МГУ, ЗАО «ГИДЭК», ФГУП «ВСЕГИНГЕО», ФГУП «Гидроспецгеология», ОАО «Геоцентр-Москва», ФГУП «Волгагеология», ОАО «Томскгеомониторинг» и ряд других производственных и научных организаций.

Принципиальное значение в утверждении основ ГМСН принадлежит действующим нормативным документам, в числе которых: Приказ МПР РФ от 21.05.2001 г. № 433 и Постановление Правительства РФ от 10.04.2007 г. № 219, Приказ ФА Роснедр от 24.11.2005 г. № 1197 [7].

Анализ деятельности полигонов показал, что комплекс применяемых методов мониторинга базируется на полном использовании всех современных геологических методов. В основе создания наблюдательных сетей на полигонах лежит в значительной степени использование существующих скважин различного назначения, а также бурение специализированных наблюдательных скважин. Опираясь на многолетний опыт наблюдений, наиболее перспективными и эффективными методами работ являются те, которые базируются на применении автоматизированных технологий и использовании автономных измерительных средств регистрации, накопления и передачи данных. Особенно это важно для исследований в суровых условиях Арктики и труднодоступных горно-

складчатых областях. Однако до сих пор многие наблюдательные пункты, обеспечивающие мониторинг, оборудованы морально устаревшими аналоговыми или ручными средствами измерений. Значительный объем мониторинговых задач по экзогенным процессам выполняется на основе визуализации. В местах, где активность оползневых или селевых процессов слишком высокая наблюдения ведутся на основе устаревших топогеодезических методов.

Оценивая методическую обеспеченность и состояние средств измерений, используемых в регионах по разделу мониторинга опасных геологических процессов, их способности реагировать на изменения геодинамической обстановки, а также состояние программно-математического и метрологического обеспечения этих средств можно констатировать, что уровень их не слишком высок, а методика ведения разноплановая.

В отечественной и мировой практике для оценки состояния и прогноза развития ОГП наиболее часто применяется следующий комплекс измеряемых параметров: сейсмические, деформации и наклон поверхности, дифференциальная спутниковая интерферометрия, электрическое сопротивление, гидрогеологические, геохимические, геотермические опробования, электромагнитная и сейсмоакустическая эмиссия, сила тяжести, топогеодезические и другие измерения.

Используя указанные измерительные комплексы и технологии, можно оценить и дать прогноз изменений состояния недр.

Приборная база указанного комплекса достаточно разработана и может быть дополнена рядом нетрадиционных методов, внедрению которых необходимы предваряющие исследовательские, опытно-конструкторские, методические и технические проработки. К числу этих методов относятся: дистанционные методы измерений, вибрационное просвечивание очаговых зон, магнитосферные, ионизационные, морские наблюдения и биологический мониторинг. Например, наиболее распространенные типы экзогенных процессов в горно-складчатых областях следующие: гравитационные (обвалы, оползни, сели), воздействие временных и постоянных водных потоков (абразия, овражная эрозия, карст, образование и прорыв подпрудных озер); криогенные процессы (сход лавин, движение ледников с образованием передовых и боковых морен, в т.ч. сход пульсирующих ледников). Это разнообразие процессов требует индивидуального подхода в выборе технических средств.

В процессе развития очагов ОГП меняется состояние геологической среды (упругие параметры, плотность, флюидонасыщение и т.д.). Эти изменения приводят к постепенному разрушению среды, дислокациям, образованию трещин, изменению напряжения на поверхности, которые в конечном итоге ограничивают область разрушения. Показатели этих изменений рассматриваются как предвестники геодинамических событий.

Предусматриваемая полигонным мониторингом цель повышения уровня аппаратного обеспечения наблюдений может быть достигнута созданием стационарных и мобильных автоматизированных и телеме-

трически обеспеченных измерительных комплексов. Некоторые из них достаточно проработаны на стационаре Марре-Сале и Верхне-Кубанском полигоне и могут быть рассмотрены как потенциально пригодные для включения их в систему мониторинга на региональных сетях.

Ранее ВСЕГИНГЕО были проведены работы по оценке информативности применяемых геофизических методов при мониторинге сейсмоактивности в федеральных округах Российской Федерации. В этой работе исследовались процессы, приводящие к потере устойчивости равновесных и автоколебательных режимов на основе математического описания теории катастроф [1].

Методика предсказания ОГП различной генетической природы осуществляется путем анализа ряда наблюдений, характеризующих развитие, казалось бы, случайного энергетического процесса. Для эндогенных процессов они описываются магнитудой, глубиной развития очага землетрясения, географическими координатами и временем проявления землетрясения. При этом параметры, оценивающие состояние геологической среды, — напряжения, деформации, температуры, внутриспорового давления остаются неизвестными [8].

Поскольку, проводя мониторинг геодинамических процессов приходится работать с многими неизвестными, ширится круг прогностических показателей технологий ведения мониторинга: гидрогеологический, газ-гидрогеохимический, геофизический и т.д., которые в большей степени косвенно характеризуют геологическую среду. Одной из таких технологий является технология ГГД мониторинга, в которой упор делается на гидрогеологические, геофизические и газгидрогеохимические методы. Длительные динамические ряды наблюдений и полученные результаты обработки информации подтверждают целесообразность применения этих технологий в рамках полигонных исследований.

В 2012–2014 гг. согласно Государственному контракту ФГУП «ВСЕГИНГЕО» выполнялись работы по комплексному изучению и оценке изменения состояния недр на полигонах ГМСН: Верхняя Волга, Малая Истра, Каменная Степь, Деменка Кожаны, Держинский, Томский. Четыре полигона (Верхняя Волга, Каменная Степь, Малая Истра и Деменка-Кожаны) предназначены для решения задач, связанных с разработкой новых методических подходов по оптимизации ГМСН и выполнения расширенного комплекса наблюдений для изучения закономерностей условий формирования и баланса подземных вод, а также миграционных процессов.

На базе ОАО «Геоцентр-Москва» организована служба государственного мониторинга состояния недр по Центральному ФО, включающему 18 субъектов РФ. Мониторинг осуществляется на региональном (Региональный центр ГМСН по ЦФО) и территориальном (филиалы ОАО «Геоцентр-Москва») уровнях. Региональный и территориальные центры сотрудничают с ведущими профильными НИИ и высшими учебными заведениями: Институт геоэкологии (ИГЭ) РАН, ВСЕГИНГЕО, МГУ, МГРИ-РГГРУ, Белгородский Государственный университет (БГУ), Аналитический

сертификационный испытательный центр ВИМС, ЗАО «ГИДЭК» и многие другие.

Служба мониторинга ОАО «Геоцентр-Москва» обладает обширным фактическим материалом, в том числе: многолетними режимными наблюдениями за уровнем подземных вод по территории ЦФО (более 50 лет), ресурсами, данными по использованию подземных вод и их качеству (более 100 тыс. химических анализов), данными о недропользователях и лицензировании. Ежегодные информационные бюллетени состояния недр, выпускаемые региональным и территориальными центрами, являются официальным информационно-аналитическим документом, предназначенным для обеспечения органов управления государственным фондом недр и других органов государственной власти территории ЦФО, предприятий и организаций объективной информацией о состоянии подземных вод и динамике развития экзогенных геологических процессов.

Мониторинг развития криогенных процессов в Республике Коми (Северо-Западный ФО) осуществляется на Воркутинском опорном мерзлотно-геологическом полигоне (ВОМГП). Полигон находится на стыке Восточно-Европейской артезианской и Уральской гидрогеологической складчатых областей. Первая из них представлена Печоро-Предуральским артезианским бассейном (ледово-ледниково-морская и цокольная равнины); вторая — одним из массивов Западно-Уральской системы гидрогеологических структур (предгорья и низкогорья). Режимные наблюдения проводятся по опорной наблюдательной сети федерального уровня. В пределах полигона наблюдения проводятся в скважинах, на пучиномерных и комплексных (мерзлотно-геологических и инженерно-геологических) площадках, пучиномерной и снегомерной трассах, расположенных в геокриологических зонах прерывистого и массивно-островного распространения голоценовых ММП.

Ведение ГМСН по территории Республики Коми включает: производство наблюдений на государственной опорной наблюдательной сети (ГОНС); ее реконструкцию и развитие; сбор и систематизацию данных о состоянии недр, получаемых в процессе объектного мониторинга, выполняемого недропользователями, а также материалов различных видов геологических работ; ведение баз данных мониторинга подземных вод; обобщение и анализ перечисленных сведений с составлением на их основе регламентных отчетов, заключений, дежурных карт, прогнозов состояния недр.

Приволжский региональный центр государственного мониторинга состояния недр ОАО «Волгагеология» (ПРЦ ГМСН) осуществляет работы по мониторингу геологической среды на территории Приволжского ФО, в который входят 15 субъектов Российской Федерации. Несмотря на то, что федеральный опорный полигон ГМСН «Дзержинский» прекратил свое существование в настоящее время проводятся наблюдения на участке карт кислых гудронов по 14 наблюдательным скважинам.

Целью полигонных работ является обеспечение рационального и безопасного использования геологической среды, формирование долгосрочных прогнозов развития карстовых процессов в районах интенсивной

эксплуатации подземных вод в Нижегородской области на основе определения детальных характеристик процессов выщелачивания и растворения в системе «горные породы — поверхностные воды — подземные воды» в природной и техногенно-нарушенной среде и в техногенных ландшафтах.

Основу ГМСН Сибирского ФО составляет опорная государственная наблюдательная сеть, на которой ТЦ «Томскеомониторинг» проводит стационарные наблюдения. Федеральный опорный полигон «Томский» прекратил свое существование, но наблюдательная сеть сохранена в хорошем состоянии, наблюдения проводятся в настоящее время по 57 скважинам. Кроме того, проводится контроль по объектным и ведомственным наблюдательным сетям, принадлежащим недропользователям и ведомствам.

Для оценки состояния геологической среды на территории Томской области создана система государственного мониторинга, включающая ряд подсистем: мониторинг подземных вод, экзогенных геологических процессов, состояния недр на месторождениях полезных ископаемых, участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых и испытывающих воздействие хозяйственной деятельности, не связанной с недропользованием.

Северо-Кавказская мониторинговая сеть объединяет 32 пункта наблюдений, расположенных на территории Ставропольского и Краснодарского краев, Республики Северная Осетия-Алания, Карачаево-Черкесия и Дагестан, включая 5 полигонов (Верхне-Кубанский — ФГУП «ВСЕГИНГЕО», Геленджикский и Дагестанский — ФГУП ГНЦ «Южморгеология», Кавминводский, Кармадонский и Сочинский — ОАО «Кавказгеолсъемка»).

Кавказский регион, где расположен Верхне-Кубанский опытно-методический геодинамический полигон (ФГУП «ВСЕГИНГЕО») представляет собой типичную длительно развивающуюся геосинклинальную область. Здесь видны следы интенсивных неотектонических движений, крупные изостатические аномалии, высокий тепловой поток на фоне все возрастающей сейсмичности, проявления молодого магматизма, а также широкий спектр развития экзогенных процессов.

Аналитические исследования и полевые работы по комплексированию геофизических, газгидрогеохимических и гидрогеодеформационных наблюдений на Верхне-Кубанском полигоне выполняются силами партии геодинамических процессов с привлечением сотрудников ЦРЭ ВСЕГИНГЕО.

Сочинский регион относится к территориям с наиболее высокой техногенной нагрузкой, сейсмической опасностью и сейсмического риска. Многие города и крупные населенные пункты этих регионов расположены на территориях с сейсмичностью 8 и более баллов. Разработка дополнительных критериев оценки геодинамической обстановки в сейсмоопасных регионах (напряженно-деформированного состояния недр) и, прежде всего, критериев оценки энергетического обмена между крупными тектоническими структурами, потребует переинтерпретации огромного массива данных многолетнего ГГД мониторинга на Северном Кавказе,

в частности, по Сочинскому региону. Оценка современного состояния геодинамической обстановки в регионе и ее активизация возможны на основе комплексного подхода с применением разнообразных методов исследований, объединенных в рамках современных технологий ГМСН.

Геодинамический режим подземных вод водонапорных горизонтов, как показали результаты многолетнего ГГД мониторинга, обладает высокой чувствительностью к изменениям напряженно-деформированного состояния недр. ГГД поле имеет повсеместное распространение, содержит обширную оперативную информацию о геодинамическом состоянии геологической среды. Вместе с тем, ряд еще нерешенных научных и методических задач в значительной мере ограничивает возможность использования ГГД информации в полном объеме для оценки изменений напряженно-деформированного состояния геологической среды в процессе сейсмической активизации. В настоящее время эффективно используется лишь часть геодинамической информации ГГД поля в связи с отсутствием разработанных методов ее интерпретации. Для более полного использования геодинамической информации ГГД поля при оценке сейсмотектонической активности необходимо, прежде всего, разработать оценочные параметры энергетического обмена между крупными структурными элементами земной коры в период сейсмотектонической активизации. Известно, что компоненты геологической среды, находящиеся в твердой, жидкой или газообразной фазах, взаимосвязаны многообразными энергетическими переходами, в которых происходит трансформация одного вида энергии в другой. Внутренние источники энергии литосферы проявляются тепловыми потоками, тектоническими процессами и магнитными полями.

Осуществляя комплексную обработку данных ГГД поля, сейсмических данных о произошедших землетрясениях, их магнитуду и координаты, а также результаты газгидрогеохимических и геофизических наблюдений, становится возможным повысить качество опережающего прогноза развития геодинамических событий.

Эманационные съемки и мониторинг радон-торонового ряда, обусловленные ионизацией приземной атмосферы энергией радиоактивного распада радона и торона, могут быть использованы для решения ряда геоструктурных задач. В рассматриваемых полях проявляется как тектоническое строение, так и структуры разломов, формирующих тектонический план территории. Разломы являются путями концентрированных разгрузок природных газов с глубин в область их стока в приземную тропосферу и выноса аномальных концентраций радона. Эманационная съемка позволяет решать задачи локализации аномального теплопереноса летучих компонентов пород кристаллического основания. Эманации радона и торона можно использовать как чувствительные трассеры мест локализации интенсивного теплопереноса природных газов к областям стока последних к приземной атмосфере.

Использование указанного комплекса позволило сделать тектоническое расчленение скрытой под рыхлым чехлом осадочных пород структуры, проявляю-

щейся в современном повышенном тепловом, газовом субвертикальном и гидрохимическом потоках (рис. 1).

В горно-складчатых областях расположены Тывинский (Алтай), Красноярский, Южно-Сахалинский, Петропавловск-Шипунский геодинамические полигоны, по которым сделан анализ деятельности в системе получения, обработки и передачи информации о состоянии недр, а также технической оснащенности мониторинговой сети. Анализ методов и регламент работ на полигонах, а также уровень автоматизации наблюдений показал методическую и технологическую разобщенность работ на полигонах ГМСН.

В основу определения совокупности факторов, необходимых и достаточных для составления оценочных характеристик развития и активизации ОГП различного генезиса, масштаба и заблаговременности, положены материалы обследования и ведения полевых работ на полигонах ГМСН — Марре-Сале, Верхне-Кубанский, Воркутинский, Верхняя Волга, Малая Истра, Каменная Степь, Деменка-Кожаны, Дзержинский, Томский.

Одним из основных элементов мониторинга на полигонах является регламент сбора, обработки и представления информации. Как правило, большинство регламентов сбора информации определяются техническим обеспечением и затратностью наблюдений и, в меньшей степени, зависят от динамики изучаемого параметра. Высокая частота регистрации наблюдаемых параметров крайне необходима для активных геодинамических процессов, однако большая часть из них, в том числе и опасных, протекает достаточно медленно. Переходы из пассивной фазы в активную происходят очень быстро. За основу регламентов автоматизированного ведения мониторинга на региональном и локальном (объектном) уровнях по эндогенным и экзогенным процессам взяты полигоны Большого Сочи и Верхне-Кубанского. Регламенты устанавливают порядок осуществления мониторинга подземных вод, экзогенных и эндогенных процессов на полигонах и представляют собой систему регулярных геолого-геофизических работ, направленных на оценку динамики подземных вод, уровня их загрязнения.

Мониторинговая сеть и используемые технические комплексы должны удовлетворять требованиям адаптивности системы, ее способности реагировать на изменения геодинамической обстановки увеличением оперативности передачи и обработки информации и соответствовать техническому (геологическому) заданию. Разработка и использование широкого круга программно-аппаратурных средств на базе приборов нового поколения на полигонах представляют собой первую уникальную попытку создания автоматизированного мониторинга экзогенных процессов на основе комплексности измерений. Методы и технологии ведения мониторинга на объектном уровне регламентированы нормативно-правовыми и инструктивными документами. В соответствии с нормативными требованиями СП, РД и СНИП в состав мониторинга подсистемы экзогенные процессы входят:

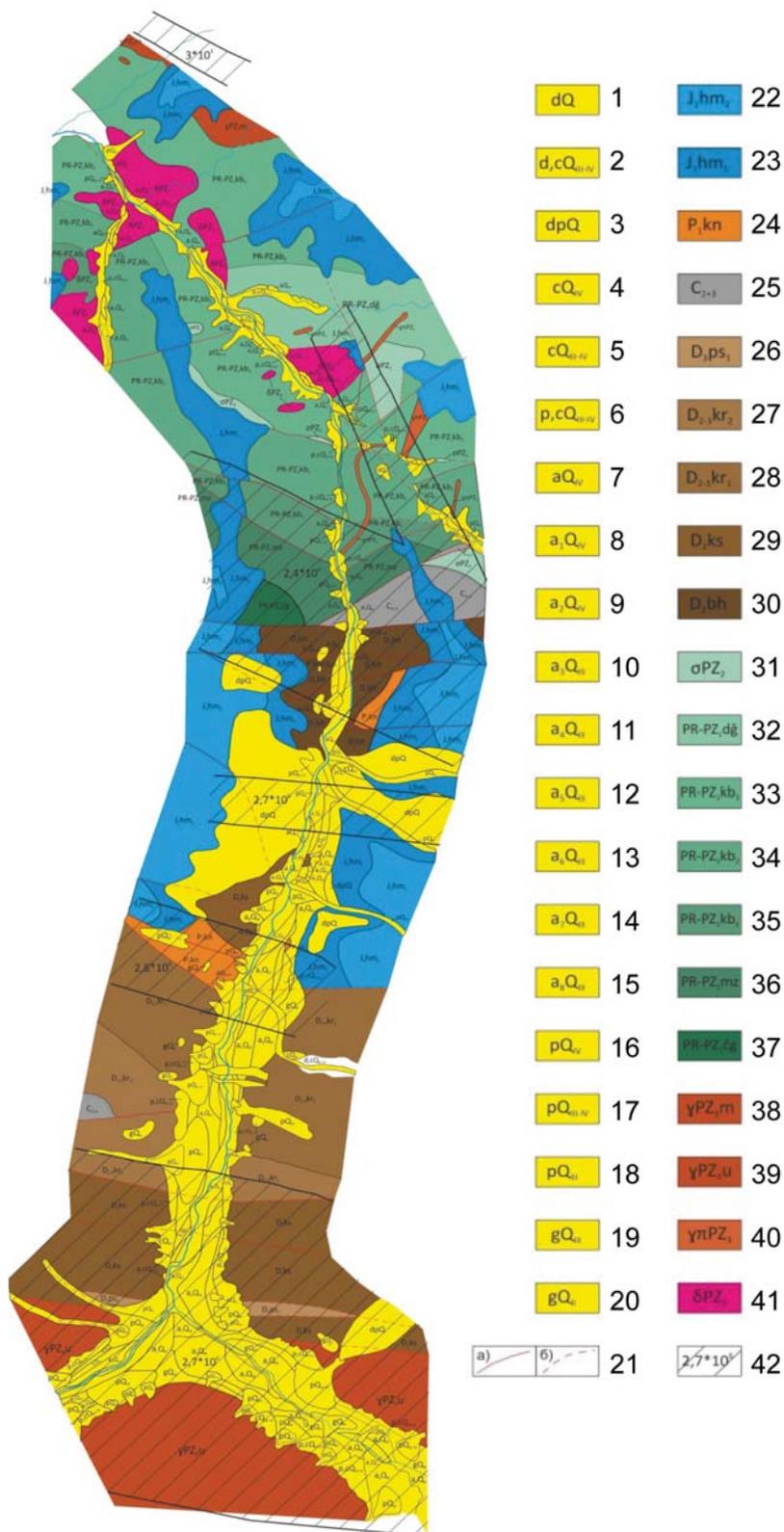
инклинометрия с онлайн и ручным съемом информации (СП 11-105-97);

экстензометрия (СП 11-105-97);

пъезометрия (измерения уровня грунтовых и подземных вод) (СП 11-105-97);
 порово-пластовое давление (СП 11-105-97);
 топогеодезические измерения (СП 11-104-97);
 геологично с внедренными оптически ми датчиками (Tencate Geo Detect);
 метеорологические измерения (темпера тура, давление, осадки, сила и направление ветра (СП 11-103-97);
 видео и фотосъемка;
 измерения динамики развития селей (уровень воды, тензометрия- растяжение троса) (СН 518-79).

Основу системы составляет программно- математический блок, т.е. алгоритм, кото рый позволит увязать в единое целое раз розненные наблюдения всего комплекса, а также вычленить оценочные критерии, от ражающие состояние геологической среды и динамику развития ОГП различной ге нетической природы. Таким образом, важ нейшим элементом автоматизированной системы является регламент ведения на блюждений в повседневном режиме, а также

Рис. 1. Геологическая карта района Верхне-Кубанского полигона с выделенными на основе профилирования (радон- торон-гелиевого ряда) активными разломами: 1 — dQ — делювиальные отложения четвертичного периода; 2 — d, cQ — делювиальные, колювиальные отложения верхнего неоплейстоцена-голоцена; 3 — dpQ_{III-IV} — делювиально-пролювиальные отложения четвертичного периода; 4 — cQ_{IV} — колювиальные отложения голоцена; 5 — cQ_{II-IV} — колювиальные отложения верхнего неоплейстоцена-голоцена; 6 — p, cQ_{II-IV} — пролювиальные, колювиальные отложения верхнего неоплейстоцена-голоцена; 7 — aQ_{IV} — отложения руслового аллювия голоцена; 8 — a₁Q_{IV} — аллювиальные голоценовые отложения первой террасы; 9 — a₂Q_{IV} — аллювиальные голоценовые отложения второй террасы; 10 — a₃Q_{IV} — аллювиальные верхнеоплейстоценовые отложения третьей террасы; 11 — a₄Q_{IV} — аллювиальные верхнеоплейстоценовые отложения четвертой террасы; 12 — a₅Q_{IV} — аллювиальные верхнеоплейстоценовые отложения пятой террасы; 13 — a₆Q_{IV} — аллювиальные верхнеоплейстоценовые отложения шестой террасы; 14 — a₇Q_{IV} — аллювиальные верхнеоплейстоценовые отложения седьмой террасы; 15 — a₈Q_{IV} — аллювиальные верхнеоплейстоценовые отложения восьмой террасы; 16 — pQ_{IV} — пролювиальные отложения голоцена; 17 — pQ_{III-IV} — пролювиальные отложения верхнего неоплейстоцена-голоцена; 18 — pQ_{III} — пролювиальные отложения верхнего неоплейстоцена; 19 — gQ_{III} — гляциальные отложения верхнего неоплейстоцена; 20 — gQ_{II} — гляциальные отложения среднего неоплейстоцена; 21 — разрывные нарушения: а) прослеженные; б) предполагаемые; 22 — J₂hm₂ — верхняя хумаринская подсвита; 23 — J₂hm₁ — нижняя хумаринская подсвита; 24 — P₁kn — киньричадская свита; 25 — C₂₋₃ — средний, верхний отделы каменноугольного периода; 26 — D₂ps₁ — нижняя псебайская подсвита; 27 — D₂₋₃kr₂ — верхняя картджюрская подсвита; 28 — D₂₋₃kr₁ — нижняя картджюрская подсвита; 29 — D₂ks — кизилкольская свита; 30 — D₂bh — бухмуткинская свита; 31 — σPZ₂ — серпентиниты среднего палеозоя; 32 — PR-PZ₁dg — джаланкольская свита; 33 — PR-PZ₁kb₃ — верхнекубанская подсвита; 34 — PR-PZ₁kb₂ — среднекубанская подсвита; 35 — PR-PZ₁kb₁ — нижнекубанская подсвита; 36 — PR-PZ₁mz — моралыкольская свита; 37 — PR-PZ₁cg — чегемская серия; 38 — γPZ₃m — граниты верхнего палеозоя; 39 — γPZ₃u — граниты верхнего палеозоя; 40 — γπPZ₃ — гранит-порфиры верхнего палеозоя; 41 — δPZ₂ — диориты среднего палеозоя; 42 — участки аномального выделения радона



в режиме повышенной опасности и развития чрезвычайных ситуаций.

Выходная продукция мониторинга — бюллетень (рис. 2), отражающий состояние геологической среды в контурах выделенных площадей развития ОГП и Технический отчет, содержащий дежурные карты с графиками, разрезами и таблицами в зарамочном оформлении с текстовыми пояснениями.

В этой связи целесообразно создание отдельных, тесно увязанных элементов автоматизированной регистрации показателей геологической среды, характеризующих ее напряженно-деформированное состояние.

В числе факторов, вызывающих развитие ОГП выделяют три группы:

постоянные (геологическое строение, морфоструктуры и текстуры, формирующие рельеф);

медленно изменяющиеся (современные тектонические движения, климат, гидрогеологические, геокриологические условия, растительность, почвообразование);

быстроизменяющиеся (аномальные метеоусловия, гидрологические, сейсмические и техногенные условия).

Основным фактором, безусловно, является вода всех генетических разновидностей (подземные, грунтовые и метеогенные).

Применительно к горно-складчатой зоне необходимо выделять три метеорологических процессообразующих периода:

конец зимы — весна — начало лета (таяние снежного покрова и ливневые дожди);

лето, осень, начало зимы (период ливневых дождей);

середина зимы (короткий межлетний период, когда основным фактором выступают только гравитационные процессы, вызванные сейсмичностью или климатическими аномалиями).

Отсюда следует вывод, что дежурные карты — один из продуктов деятельности полигонов (или 3D-модели) должны отражать указанные процессообразующие периоды.

Настоящие Регламенты должны выполняться на основе нормативных документов (СП, РД, Постановлений Правительства РФ, Приказов МПР РФ и ФА Роснедр) и устанавливать порядок осуществления мониторинга подземных вод, экзогенных и эндогенных процессов геодинамически активных и техногенно-нагруженных регионов и определять возможности комплексного ведения стационарных (полигонных) работ с заинтересованными партнерами различных ведомств.

Неотъемлемой частью Регламентов являются отчеты, справки, донесения и Бюллетень, отражающий состояние и свойства массивов горных пород и динамику развития ОГП. Отчетная документация регламентирована ГОСТами.

Информационные бюллетени о состоянии недр на территории субъектов РФ и Федерального округа в це-

Типовая форма Бюллетеня мониторинга ОГП на полигонах

| Участок и № ПК | Прогноз возможных событий | | Данные мониторинга | | Прогноз возможных последствий |
|----------------|---------------------------|---------------------|--|---|-------------------------------|
| | Оценка состояния | Степень вероятности | Вид мониторинга, на основании которого получена информация | В числителе Предельные показатели в знаменателе измеренные | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

Ответственный исполнитель, должность _____, ФИО _____, дата _____

Рис. 2. Типовая форма Бюллетеня мониторинга ОГП на полигонах

лом составляются ежегодно. Основой для составления бюллетеней являлись результаты ведения ГМСН как на региональном, так и на территориальном и объектном уровнях. Мониторинг на полигонах осуществляет свою деятельность в одном из трех режимов:

повседневной деятельности — при отсутствии угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций;

повышенной готовности — при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций;

чрезвычайной ситуации — при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Режимы повышенной готовности и чрезвычайных ситуаций устанавливаются и отменяются решениями руководителей Роснедр и его территориальных органов.

На всех полигонах, подведомственных Региональному Центру ОАО «Геоцентр-Москва» (Верхняя Волга, Малая Истра, Каменная Степь, Деменка-Кожаны) регламенты работ примерно совпадают, методика наблюдений за состоянием подземных вод соответствует рекомендациям ВСЕГИНГЕО и включает комплекс работ, состоящий в основном из замеров уровней в скважинах, измерений дебитов родников, замеров температуры воды, глубин скважин и отбора проб подземных вод на химический анализ. Фактические замеры с полигонов в определенные сроки поступают в Территориальные Центры, где обрабатываются и передаются в Региональный Центр, а затем в Федеральный Центр ГМСН — ФГУГП «Гидроспецгеология».

Работы на полигоне выполняет специализированное геологическое предприятие или его подразделение по государственному контракту в рамках проведения научно-исследовательских и опытно-методических работ в соответствии с Программой ГМСН. Не исключается проведение на территории полигона дополнительных наблюдений на договорной основе с недропользователями при условии создания дополнительной наблюдательной сети скважин, площадок и т.п. Вновь созданная наблюдательная сеть после завершения договорных работ либо переходит в собственность полигона, либо ликвидируется в установленном порядке.

Методика работ на полигонах ГМСН, как правило, регламентирована нормативными документами по функциональной принадлежности. К примеру: «Методическими указаниями по ведению гидрогеодеформационного мониторинга для целей сейсмопрогноза ...» [4]; «Методическими рекомендациями по созданию и эксплуатации локальных наблюдательных сетей сейсмических станций в составе Службы мониторинга гео-

логической среды...» [3]; «Методическими указаниями по ведению мониторинга опасных эндогенных геологических процессов с применением локальных сетей сейсмических станций (в составе государственного мониторинга состояния недр», 2002 г.; ГОСТом Р 22.1.06-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования» [2]; Инструкцией по составлению проектов и смет (ССН и СНОР).

Вся указанная нормативно-методическая база нуждается в корректировке, поскольку идет непрерывное совершенствование приборно-аналитической базы, программно-математического обеспечения и технологий мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. — 3-е изд., доп. — М.: Наука, 1990.
2. ГОСТ Р 22.1.06-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования. — М.: ГОССТАНДАРТ России, 1999.
3. Методические рекомендации по созданию и эксплуатации локальных наблюдательных сетей сейсмических станций в составе Службы мониторинга геологической среды Федеральной системы сейсмических наблюдений и прогноза землетрясений. — М.: Центр ГЕОН, 1998.
4. Методические указания по ведению гидрогеодеформационного мониторинга для целей сейсмопрогноза (система RE-STEPS) / Составители: Вартанян Г.С., Гончаров В.С., Кривошеев В.П., Потемка Э.П., Стажило-Алексеев С.К. — М.: ВСЕГИНГЕО, Геоинформмарк, 2000.
5. Приказ МПР РФ от 21.05.2001 № 433 «Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» / Зарегистрирован в Минюсте РФ 24.07.2001, N 2818.
6. Приказ Роскомнедра № 117 от 11.07.1994 г. «Об организации службы государственного мониторинга геологической среды». — М., 1994.
7. Приказ ФА Роснедра от 24.11.2005 № 1197 «Об утверждении положения о функциональной подсистеме мониторинга состояния недр единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»
8. Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. — М.: Наука, 2003.
9. Федеральный закон «О недрах» от 21 февраля 1992 г. N 2395-1 с изменениями и дополнениями

© Медведев Ст.А., Потемка Э.П., Крупская Э.Ю., 2015

Медведев Станислав Александрович // vsegingeo@rambler.ru
Потемка Эдуард Петрович // potemka@mail.ru
Крупская Эльвира Юрьевна // geopartia@rambler.ru

УДК 556.3.01 (1/9)

Челидзе Ю.Б. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

ОБЩЕЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ МАСШТАБА 1:2 500 000 (МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ)

Рассмотрены сложности и проблемы в осуществлении общего гидрогеологического районирования РФ: наличие различных научно-методических подходов; отсутствие устоявшегося мнения и подходов к общему гидрогеологическому районированию; трудности соблюдения единых принципов в связи с разнообразием природных условий территории РФ; проблемы в технологии выделения и обоснования гидрогеологических структур и особенно в технологии конкретной трассировки их границ. Рассмотрены примеры проблемных участков как результат отсут-

*ствия структурно-геологических аргументаций с многовариантным и неоднозначным обоснованием границ гидрогеологических структур и условности их трассировки. **Ключевые слова:** общее гидрогеологическое районирование, сложные артезианские бассейны плит, гидрогеологические складчатые области, гидрогеологические массивы, щиты, индексы.*

Chelidze Yu.B. (VSEGINGEO)

GENERAL HYDROGEOLOGICAL ZONING OF THE
RUSSIAN FEDERATION ON THE SCALE OF 1:2 500 000
(TECHNIQUE AND TECHNOLOGY, RESULTS AND
PROBLEMS)

*There are described the complications and problems of general hydrogeological zoning of the RF territory: availability of different scientific and methodical approaches and actually absence of an unambiguous opinion and approach to general hydrogeological zoning; difficulties with observing unified principles due to a variety of natural conditions on the RF territory; problems with the technology to define and substantiate hydrogeological structures and especially with the technology of concrete tracing of their boundaries. There are considered the examples of problematic areas as a result of absence of structural and geological argumentations with multi-variant and ambiguous substantiation of boundaries of hydrogeological structures and conventionality of their tracing. **Key words:** general hydrogeological zoning, complicated artesian basins of plates, hydrogeological folded areas, hydrogeological massifs, shields, indices.*

В процессе разработки методики общего гидрогеологического районирования (ОГГР) и актуализации «Карты гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000» [2], которые осуществляются ФГУП «ВСЕГИНГЕО» совместно с ФГУП «Гидроспецгеология» (Государственный контракт от 06.08.2013 г. № АМ-02-34/26 с Федеральным агентством по недропользованию) возникли следующие проблемы: наличие различных научно-методических подходов и практически отсутствие устоявшегося мнения и подходов к общему гидрогеологическому районированию; отсутствие четких показателей проведения и фактического обоснования границ гидрогеологических структур; трудности соблюдения единых принципов общего гидрогеологического районирования в связи с разнообразием природных условий территории РФ; проблемы в технологии выделения и обоснования гидрогеологических структур и их индексации; проблемы в технологии конкретной трассировки их границ.

1. Аналитический обзор работ по методике общего гидрогеологического районирования, осуществленный в рамках работ ФГУП «ВСЕГИНГЕО» и ФГУП «Гидроспецгеология» (2013), свидетельствует о сложности проблемы, неоднозначности методики районирования, наличия многих позиций и подходов, которые отличаются методологией, технологией, перечнем показателей и критериев районирования, а также их иерархическим ранжированием.

Ниже приведены наиболее современные и технологически обоснованные подходы ОГГР.

В основу регионального гидрогеологического районирования [7] положен структурно-гидрогеодинамиче-