

ния должно сопровождаться взаимоувязанными мерами в политике государства, а именно:

создание условий для справедливой конкуренции на внутреннем рынке производства геофизического оборудования, предназначенного для поиска месторождений;

стимулирование и господдержка отечественного производителя геофизического оборудования;

обеспечение приоритета сервисным компаниям, использующим оборудование российского производства, при выборе исполнителя на проведение геологоразведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шиманский В.В., Степанов И.В., Савицкий А.П. и др. Техно-технологическое обеспечение государственного геолого-геофизического изучения недр. // Российский геофизический журнал. — 2009. — № 47 — 48. — С. 4–16.

2. Шиманский В.В. Национальная безопасность России и технико-технологическое перевооружение геологоразведочной отрасли: газета «Российские недра» — № 6 (136) от 04.04.2012. — С. 8.

3. Мац Н.А., Ронин А.Л., Савицкий А.П., Шиманский В.В. Состояние и перспективы геофизического аппаратурно-методического обеспечения поисков твердых полезных ископаемых в России // Разведка и охрана недр. — 2012. — № 9. — С. 105–112.

4. Денисов В.М., Мац Н.А., Радилов А.В. и др. О концепции разработки полевых геофизических приборов в России на основе универсальной инструментально-информационной платформы // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 7. — С. 28–33.

5. Шиманский В.В. Техно-технологическое перевооружение геологоразведочной отрасли — условие обеспечения национальной безопасности России // Нефтегазовая вертикаль. — 2015. — № 22. С. 15–17.

© Шиманский В.В., Мац Н.А., 2016

Шиманский Владимир Валентинович // shimvld@mail.ru
Мац Николай Александрович // nmats51@mail.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.8

Круподеров В.С., Лукьянчиков В.М., Орфаниди Е.К.
(ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОКРИОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

*Изложены важнейшие результаты по основным направлениям исследований: региональные гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические работы и картографирование, оценка ресурсной базы подземных вод, оценка и прогноз опасных экзогенных процессов, оценка геодинамической обстановки и прогноз сейсмической опасности. По каждому направлению отмечены существующие проблемы и определены задачи на ближайшую перспективу. **Ключевые слова:** региональные гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические работы, картографирование, оценка ресурсной базы подземных вод, прогноз опасных экзогенных процессов, прогноз сейсмической опасности.*

Krupoderov V.S., Lukyanchikov V.M., Orfanidi E.K. (VSEGINGEO)
THE STATE, PROBLEMS AND TASKS OF THE DOMESTIC HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY, GEOCRYOLOGY AND GEOECOLOGY

*There are presented the most basic results on the main directions of the investigations: regional hydrogeological, engineering-geological, geocryological works and mapping, evaluation of groundwater resource base, assessment and prediction of hazardous exogenic processes, assessment of geodynamic situation and prediction of seismic hazard. For each direction the existing problems are stated and the tasks are defined for the nearest prospect. **Key words:** regional hydrogeological, engineering-geological, geocryological works, mapping, evaluation of groundwater resource base, prediction of hazardous exogenic processes, prediction of seismic hazard.*

ВСЕГИНГЕО, являясь головным геологическим научно-производственным предприятием со времени своего образования (1939 г.), создал **системную научную и нормативно-методическую основу** проведения на территории страны гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических и геоэкологических геологоразведочных работ и исследований. Это позволило в короткие сроки создать минерально-сырьевую базу подземных вод, обеспечить их широкое использование для водоснабжения населения и экономики страны, существенно повысить гидрогеологическую и инженерно-геологическую изученность недр; обосновать и реализовать на территории страны систему государственного мониторинга состояния недр.

Региональные гидрогеологические работы и картографирование

В соответствии с государственной программой Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» задачей региональных работ на современном уровне является повышение изученности территории Российской Федерации сводного и обзорного масштабов с созданием ГИС «Гидрогеологическая, инженерно-геологическая и геоэкологическая основа России».

Для указанных целей выполняется гидрогеологическое картографирование, включающее создание обзорных (1:2 500 000 и мельче), мелкомасштабных (1:1 000 000 и 1:500 000) и среднемасштабных (1:200 000 и 1:500 000) гидрогеологических карт общего и специального назначения. В настоящее время гидрогеологическая изученность территории России составляет порядка 45–50 % и 4–5 % масштаба 1:1 000 000, 25–30 % и 5–7 % масштаба 1:500 000, 70 % и 10 % масштаба 1:200 000 — соответственно в Европейской и Азиатской частях страны. Это вызывает необходимость гидрогеологического доизучения многих регионов, особенно в районах с высокой техногенной нагрузкой.

Созданный в 2008 г. во ВСЕГИНГЕО ГИС-Атлас карт гидрогеологического содержания территории Российской Федерации масштабов 1:2 500 000 и 1:10 000 000 включает следующие карты: общую гидрогеологическую; водообменных бассейнов зоны свободного водообмена; затрудненного водообмена и застойного режима; гидрогеохимическую; прогнозных ресурсов питьевых подземных вод; месторождений подземных вод; минеральных вод; термальных вод; основных региональных изменений состояния подземной гидросферы в результате воздействия природных процессов и влияния техногенных факторов с прогнозом изменения состояния подземных вод и др. Для повышения эффективности его использования требуются доработка и актуализация, учитывающие реализацию возможности электронной версии публикации, включающую представление общей стратификации гидрогеологического разреза для представленных гидрогеологических структур и распространение и свойства всех выделенных в разрезе стратонов, а не только первых от поверхности, как это представляется стандартными твердыми копиями карт.

ГИС-Атлас карт гидрогеологического содержания масштаба 1:2 500 000 дополняет «Карта химического состава питьевых подземных вод территории Российской Федерации» того же масштаба с пояснительной запиской и методикой прогнозирования вероятного содержания ряда нормируемых микро- и макрокомпонентов в подземных водах. Назначение ее — оценка химического состава и качества питьевых подземных вод на стадии постановки поисково-оценочных работ по изысканию источников питьевого водоснабжения. При этом карта сопровождается методикой прогноза качества воды соответствию ГОСТу на питьевые воды по данным о ее минерализации и типе химического состава.

Гидрогеологическое районирование территории России актуализировано в масштабе 1:2 500 000 (2015 г.), в завершение которого должна быть составлена общая стратификация разреза гидрогеологических структур Российской Федерации. Впервые выполнена работа по районированию территории Российской Федерации по условиям эксплуатации питьевых подземных вод в масштабе 1:2 500 000 (2011 г.). Показано, что только сопоставление использования запасов и удельного потребления питьевых подземных вод определяет реальную картину сложности их эксплуатации. В реестр эксплуатационных запасов государственного учета питьевых подземных вод целесообразно ввести показатель сложности условий их освоения, определяющий приоритетность конкретного месторождения как на стадии постановки разведочных работ, так и при последующем выборе для использования.

Современные гидрогеологические карты масштаба 1:500 000 — 1:1 000 000 обеспечивают наиболее детальный картографический уровень, на базе которого возможно в среднесрочной перспективе для любой территории страны получать информацию о наличии и условиях формирования подземных вод, включая питьевые, их роли и влияние на хозяйственную деятельность. Эффективность гидрогеологического картографирования масштаба 1:1 000 000 — 1:500 000 доказана

опытом создания таких карт в границах листов О-42 (2007); Приволжско-Хоперского, Азово-Кубанского и Ветлужского (2007); Восточно-Предкавказского и Сыртовского (2009) артезианских бассейнов; листов Р-41 (2010), N-48, L-38, Q-37, M-53 (2011), P-36, R-36, Q-37, O-41, M-53 (2015) и др. Его результатом стало значительное повышение полноты гидрогеологической изученности картируемой территории, надежное обоснование рационального использования подземных вод.

Государственные гидрогеологические карты масштаба 1:1 000 000 являются картографической основой для решения федеральных и региональных задач по изучению, оценке состояния и управлению государственным фондом недр в части ресурсов и запасов подземных вод, осуществления государственного мониторинга состояния недр. Включение в задачи среднемасштабного картирования работ по созданию гидродинамических моделей артезианских бассейнов подземных вод позволило бы обеспечить картированию логически законченный вид и реально повысить эффективность управления государственным фондом недр, включая ресурсы и запасы подземных вод.

В число объектов, по которым работы завершены и получены новые или значительно более полные сведения о подземных водах, вошли гидрогеологическое доизучение или гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 территории листов: О-39-ХІІІ, ХІV (Котельнич, Киров, 2007), N-36-ІІІ, О-46-ХХХІІІ (Красноярская промышленная зона, 2008), Р-39-ХІІ, ХVІІІ (Корткеросская площадь), М-37-ХХХ (Лиски, 2008), О-35-VI, О-36-I (Лужско-Петербургская площадь), N-36-XI (Белый), N-38-ХХХІ (Кирсанов, 2010), L-38-ХХV, ХХVІ (Ставропольская площадь), N-37-ХХІІІ (Касимов), N-37-ХХІХ (Мичуринск), О-37-ХХVІ (Кимры), К-52-XI, ХІІ, ХVІІІ; К-53-VІІІ (Участок Славянский), М-40-V(Гай) и N-43-VІІІ (Омск) и др. Они отражают современный уровень гидрогеологического картирования формирования подземных вод, обобщенный в подготовленном ВСЕГИНГЕО «Методическом руководстве по составлению и подготовке к изданию листов государственных гидрогеологических карт Российской Федерации масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 (2015 г.)». Унификации представления гидрогеологических карт способствует и разработанная в институте база условных обозначений к упомянутому выше комплексу карт.

В настоящее время институтом ВСЕГИНГЕО создана методика представления гидрогеологических карт в интерактивном режиме (2015 г.), которая может быть предложена для широкого использования. Она дополняется информационно-аналитической системой «Гидрогеологическая изученность территории России», содержащей перечень как последних результатов гидрогеологических исследований, так и массива данных (веб-каталога), расположенного на сайте ФГБУ «Росгеолфонд».

В качестве задач на ближайшее время можно выделить следующие:

1. Актуализация гидрогеологической карты Российской Федерации масштаба 1:2 500 000, определяющей

распространение и свойства подземных вод во всей водонасыщенной толще разреза и представление ее электронной версии в интерактивном режиме.

2. Плановое проведение среднемасштабного гидрогеологического картирования территории Российской Федерации и создание гидродинамических моделей артезианских бассейнов подземных вод как логическое завершение изучения условий формирования подземных вод, повышающее эффективность управления государственным фондом недр, включая ресурсы и запасы подземных вод.

3. Расширение задач региональных гидрогеологических работ, включив в нее изучение шельфа моря как вероятного источника минеральных ресурсов.

4. Создание единой системы хранения и представления гидрогеологической информации в интерактивном режиме.

5. Развитие методов прогноза химического состава подземных вод в естественных и нарушенных условиях и управление его качеством *in situ*.

6. Прогноз изменения ресурсов подземных вод в условиях глобального изменения климата.

7. Создание имитационных моделей артезианских бассейнов подземных вод для управления ресурсами подземных вод и решения межгосударственных вопросов по трансграничным артезианским бассейнам.

Ресурсная база подземных вод

Одной из проблем обеспеченности территорий Российской Федерации запасами питьевых и технических подземных вод многие годы остается переизбыток в государственном балансе неэксплуатируемых некондиционных запасов подземных вод. Причиной слабого освоения разведанных запасов по России в целом по-прежнему остается нерентабельность использования ранее разведанных запасов, находящихся на государственном балансе в нераспределенном фонде недр. Разведанные запасы не осваиваются, т.к. балансовые участки месторождений чрезмерно удалены от потенциальных водопотребителей. Степень изученности старых месторождений и запасов подземных вод нераспределенного фонда недр не отвечает требованиям современной Классификации и современным санитарным стандартам.

Проблемы месторождений и запасов нераспределенного фонда недр частично решены в рамках специально поставленных и проведенных в период 2010–2015 гг. по всем субъектам Российской Федерации за счет средств федерального бюджета геологоразведочных работ по оценке состояния месторождений питьевых и технических подземных вод нераспределенного фонда недр с целью приведения их запасов в соответствие с действующим законодательством и нормативными правовыми документами. В рамках этих работ за период с 2010 по 2014 гг. уже списано более 8,9 млн. м³/сут запасов подземных вод нераспределенного фонда недр, т.е. около 12 % от всех ранее разведанных нераспределенных балансовых запасов. В 2016 г. будут завершены работы по переоценке запасов подземных вод нераспределенного фонда недр.

Большая часть оставленных на государственном балансе запасов при переоценке была переведена в самую

низкую категорию изученности С₂, часть запасов выведена за баланс. Повсеместно сохранение старых неэксплуатируемых запасов на государственном балансе при их переоценке объяснялось надеждой на возможное появление новых точек экономического роста в районе неиспользуемых месторождений. В таблице приведены сравнительные данные по изменению количества балансовых запасов питьевых и технических подземных вод в Российской Федерации за три года: с 2012 по 2014 гг. За три последних года общие балансовые запасы подземных вод (питьевых и технических), стоящие в Российской Федерации на государственном учете, сократились после списания с государственного баланса на 8 %.

Наибольшая величина запасов подземных (питьевых и технических) вод, снятых с государственного баланса, отмечена в трех федеральных округах, которые характеризуются наименьшей освоенностью разведанных запасов подземных вод: Дальневосточный федеральный округ (ФО) — при более чем 90 % нераспределенных запасов с баланса снято только 20 %, Северо-Кавказский ФО (при 91 % неэксплуатируемых запасов списано 21 % от их общего по округу количества), Северо-Западный ФО (88 % разведанных запасов неэксплуатируемо, за 3 года списано 14 %).

Рациональное управление использованием и воспроизводством минерально-сырьевой базы невозможно без достоверного государственного учета и баланса ресурсов и запасов полезных ископаемых, в том числе подземных вод. В настоящее время в отрасли действует три системы учета подземных вод:

1) ИС «Учет и баланс подземных вод» (ФГБУ «ВНИИ-геосистем»);

2) государственный баланс подземных вод, формируемый ФГБУ «Росгеолфонд»;

3) учет и баланс месторождений и запасов подземных вод при ведении государственного мониторинга состояния недр (Центр государственного мониторинга состояния недр и региональных работ ФГБУ «Гидроспецгеология»).

Несогласованное действие трех отраслевых систем учета запасов подземных вод создает трудности использования предоставляемой этими системами информации для разного рода обобщений, необходимых органам управления. По многим районам имеются существенные расхождения в величинах запасов и количестве месторождений, приведенных в разных системах учета, а внутри единой системы учета запасов по отдельным регионам расходятся данные на разных уровнях обобщения: федеральных и территориальных.

Расхождение данных о запасах в разных системах их учета связано с объективными причинами, в числе которых:

неоднократное изменение гидрогеологического разчленения разреза со сменой границ и наименования учетных водоносных горизонтов;

изменение учетных названий месторождений и участков месторождений;

отсутствие единых принципов установления границ месторождений;

изменение подхода к оценке запасов, представляемых на утверждение: до 2000-х годов запасы подсчитывались

Изменение величины балансовых запасов питьевых и технических подземных вод по федеральным округам Российской Федерации за 3 года (2012–2014) (по данным ФГБУ «Гидроспецгеология»)

Федеральный округ	Балансовые запасы, тыс. м³/сут, на 01.01.2013 г./ на 01.01.2015 г./изменение за 3 года					
	ВСЕГО		В том числе, по категориям			
	количество	% изменения	A+B+C ₁	% от общего	C ₂	% от общего
Российская Федерация	92971,6	—	79928,7	86%	13042,9	14%
	85826	—	71389,9	83%	14436,1	17%
	7145,6	8%	8538,8	3%	–1393,2	–3%
Центральный	27593,6	—	24874,9	90%	2718,7	10%
	27348,7	—	24389	89%	2959,7	11%
	244,9	1%	485,9	1%	–241	–1%
Северо-Западный	4893,6	—	3839,1	78%	1054,5	22%
	4230,6	—	3008,9	71%	1221,7	29%
	663	14%	830,2	7%	–167,2	–7%
Южный	8099,3	—	7267,4	90%	831,9	10%
	7360,7	—	6030,4	82%	1330,3	18%
	738,6	9%	1237	8%	–498,4	–8%
Северо-Кавказский	7376,6	—	6172,1	84%	1204,5	16%
	5842,5	—	4993,4	85%	849,1	15%
	1534,1	21%	1178,7	–1%	355,4	1%
Приволжский	17989,7	—	14642,8	81%	3346,9	19%
	16912,8	—	13736,7	81%	3176,1	19%
	1076,9	6%	906,1	0%	170,8	0%
Уральский	6033,8	—	5217,7	86%	816,1	14%
	5437,7	—	4516,9	83%	920,8	17%
	596,1	10%	700,8	3%	–104,7	–3%
Сибирский	13803,6	—	12016,3	87%	1787,3	13%
	12945,2	—	10093	78%	2852,2	22%
	858,4	6%	1923,3	9%	–1064,9	–9%
Дальневосточный	7181,4	—	5898,4	82%	1283	18%
	5747,8	—	4594,6	80%	1153,2	20%
	1433,6	20%	1303,8	2%	129,8	–2%

вались для условий достижения предельной нагрузки на водоносные горизонты; в настоящее время — по фактической водопотребности;

несогласованность границ гидрогеологических структур в применяемых разных схемах гидрогеологического районирования;

изменение Классификации запасов и ресурсов подземных вод (1951, 1960, 1983, 1997 и 2007 гг.) с изменениями количества категорий и подходов к категоризации запасов.

Изменение любой учетной информации (границ учетных месторождений, учетной адресной привязки месторождений, смена учетного водопотребителя, переименования учетных водоносных горизонтов) создает опасность двойного учета запасов, особенно если учетом занимаются специалисты недостаточной квалификации. Изменение категорий изученности при переоценке запасов на старых месторождениях, состоявших ранее из одних участков, а после переутверждения — из других участков, а в некоторых случаях тех же, но изменивших какой-либо идентификаци-

онный учетный параметр, вносит путаницу и затрудняет анализ изменений состояния ресурсной базы подземных вод.

К потере информации и дополнительным объемам работ по идентификации данных, многочисленным пересчетам и т.д. приводят радикальные изменения гидрогеологического районирования и гидрогеологической стратификации.

Кроме перечисленных в числе отраслевых проблем остаются:

слабая координация региональных картографических исследований и поисково-оценочных работ, целью которых является оценка запасов и прогнозных ресурсов, приводит к снижению достоверности гидрогеологических численных моделей, на основе которых такая оценка и осуществляется;

около половины добычи подземных вод приходится на участки недр, по которым не оценивались и не утверждались запасы;

отсутствуют современные методические и нормативно-правовые документы, обеспечивающие управление ресурсами на всех этапах работ, достоверную оценку

запасов и ресурсов подземных вод, их государственный учет и рациональное использование.

С учетом основных проблем считаем требующими решения следующие задачи:

Создание на базе существующих 3-х систем, дублирующих друг друга в части государственного учета запасов, единой ИС «Учет и баланс подземных вод» с принятием административно-управленческого решения об организации и ведении государственного учета и баланса ресурсов и запасов подземных вод на территориальном и федеральном уровнях.

Разработка нормативно-методических документов по организации и ведению государственного учета и баланса ресурсов и запасов подземных вод.

Разработка и принятие регламента представления геологической информации для систематического ведения государственного учета и баланса подземных вод.

Обеспечение ежегодной государственной отчетности недропользователей о добыче подземных вод по формам 4-ЛС и 3-ЛС на участках недр, предоставленных в пользование.

Разработка методических рекомендаций по поискам, оценке и разведке подземных вод, включая установление границ месторождений подземных вод.

Внесение изменений в действующую Инструкцию по лицензированию участков недр, предоставленных в пользование для добычи подземных вод с учетом современной нормативно-правовой базы недропользования.

Разработка и внедрение положения о порядке апробации и учета прогнозных ресурсов подземных вод.

Региональные инженерно-геологические работы и опасные геологические процессы В современных условиях, когда интенсивное освоение регионов России часто сопровождается негативным изменением природных условий не только в строго ограниченных зонах, но и на обширных пространствах, и техногенез является мощным фактором формирования инженерно-геологических условий, — особое значение приобретают научные и практические направления региональной инженерной геологии и инженерно-геологического картографирования. Эффективность мер по обеспечению природной безопасности зависит от качества и объема информации об инженерно-геологических условиях территорий, устойчивости массивов горных пород и интенсивности развития опасных природных и техноприродных процессов. Таким образом, основной проблемой инженерно-геологических работ на данном этапе является информационное обеспечение широкого спектра инвестиционных проектов освоения территорий разнообразными данными, позволяющими разработать комплекс мер по безопасному недропользованию и охране природной среды.

Устойчивое развитие регионов страны невозможно без детального учета разнообразия инженерно-геологических обстановок, механизмов и факторов нарушений устойчивости и пр. Существующая нормативно-методическая и информационная база инженерно-геологических работ, сформированная во второй половине XX в., к настоящему времени уже не отвечает современным требованиям к рациональному использованию геологической среды и обеспечению безопасности территорий, населения и объектов экономики.

Во ВСЕГИНГЕО разработана концепция региональных инженерно-геологических работ и инженерно-геологического картографирования, а также создаются системы требований к региональным инженерно-геологическим картам обзорного и мелкого масштабов. Цель разработанной концепции — обеспечение изученности региональных инженерно-геологических условий в пределах различных регионов России, комплексная оценка закономерностей распространения и формирования современных инженерно-геологических обстановок, свойств горных пород, характера и основных тенденций развития современных геологических процессов в естественных и нарушенных условиях регионов России.

Основные задачи:

оценка и прогноз изменения устойчивости геологической среды в условиях воздействий сложного ком-

плекса техноприродных нагрузок, состояния и свойств массивов горных пород для оценки перспектив их безопасного и эффективного использования;

оценка современного состояния геологической среды и прогноз последствий негативных изменений устойчивости для различных видов промышленного и гражданского освоения территорий, безопасности населения, добычи полезных ископаемых и других целей.

Таким образом, главными направлениями совершенствования региональных инженерно-геологических работ являются: проведение комплекса мероприятий по составлению Атласа современного состояния геологической среды России, актуализация современной инженерно-геологической карты Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 с включением территории Крыма, а также актуализация и составление нового поколения инженерно-геологических карт масштаба 1:200 000, включая карты условий и развития ЭГП, повышение уровня инженерно-геологической изученности страны за счет работ по составлению специальных инженерно-геологических карт масштаба 1:1 000 000 как в листах международной разграфки, так и в пределах зон «повышенного риска», создание серии нормативно-методических документов нового поколения, регламентирующих проводимые работы.

Сохраняет актуальность проблема оценки и учета опасности проявления опасных экзогенных геологических процессов (ОЭГП). Частота природных катастроф с начала века, по данным МЧС, практически удвоилась. Годовые потери в сфере жизнедеятельности Российской Федерации от проявления только оползней, селей и обвалов составляют минимум 30 миллиардов рублей, количество пострадавших не менее 1000 человек; воздействию этих ОЭГП подвержены более 10 тысяч крупных населенных пунктов, в том числе 120 городов с населением 100 тыс. человек и более. При учете других ОЭГП материальные потери увеличатся не менее чем в полтора — два раза. По некоторым оценкам, суммарный ущерб от проявлений ОЭГП на территории России может достигать 5–6 % ВВП. Пораженность процессами многих регионов Российской Федерации достигает 60–80 % (Северный Кавказ, Поволжье, зона БАМ, Камчатка и др.) и даже 90 % (Черноморское побережье, Ставропольский край и др.).

В соответствии с оценками МЧС затраты на предупреждение чрезвычайных ситуаций, связанных с ОЭГП, составляют порядка 10 % от затрат на их ликвидацию. Основными направлениями изучения ОЭГП остаются их мониторинг и основанное на его результатах прогнозирование. В части мониторинга ОЭГП в последние годы проведена оптимизация наблюдательных сетей, что привело к заметному увеличению числа наблюдательных объектов и более рациональному их распределению по территориям и типам ЭГП, созданы и регулярно пополняются по результатам наблюдений базы данных. Однако необходимо отметить, что структура наблюдательных сетей и методика наблюдений еще далека от оптимальной. К сожалению, пока

не закончена работа по составлению Карты районирования территории России по быстроизменяющимся факторам развития ЭГП для обоснования выделения учетных объектов ГМСН на федеральном уровне масштаба 1:2 500 000. В настоящее время обобщение данных в Федеральном центре ГМСН осуществляется по административным территориям субъектов Федерации, что противоречит природе границ распространения ЭГП. Крайне слабо техническое оборудование участков, что приводит либо к невоспроизводимости, либо к прямой невозможности получения количественных характеристик активности отдельных проявлений ЭГП и их ассоциаций. Соответственно представляется целесообразной актуализация методического обеспечения и дальнейшая оптимизация сети ГМСН (подсистема ЭГП) на основе указанной выше Карты, а также разработка технических требований и изготовление приборного и программного обеспечения объектов и наблюдательных участков системы ГМСН.

Оценка опасности развития ОЭГП должна основываться на системе комплементарных прогнозов различного масштаба и заблаговременности. Подобная система должна включать пространственные прогнозы различных масштабов; временные региональные долгосрочные и краткосрочные, локальные краткосрочные и оперативные, — как фоновые, характеризующие естественный режим процессов, так и аномальные, описывающие развитие ОЭГП под влиянием антропогенных воздействий.

Создание такой системы прогнозов связано со значительными трудностями, обусловленными как недостаточным методическим обеспечением прогнозирования, так и проблемами с получением исходных фактических данных по режиму проявления конкретных ОЭГП. Апробированные методики краткосрочного и оперативного прогнозирования по рядам активности ОЭГП в настоящее время отсутствуют. Определенные проблемы возникают даже в части достаточно хорошо апробированной методики составления долгосрочных региональных прогнозов.

При составлении долгосрочных прогнозов ЭГП одним из существенных элементов был учет их связей с солнечной активностью, обуславливающий циклический характер режима быстроизменяющихся факторов. Многолетние данные по солнечной активности (выраженной в числах Вольфа), наблюдаемой с 1749 г., позволяют экстраполировать ее изменения, а, следовательно, и тенденцию связанных с ней природных явлений, в том числе и ЭГП на много лет вперед. Важным фактором при составлении прогнозов было наличие в изменении солнечной активности четко выраженных 11-летних циклов, к определенным частям которых были приурочены, как правило, проявления ЭГП. Однако в последнее время характер этих взаимосвязей заметно изменился. Это связано с особенностями последнего 24-го цикла солнечной активности, выраженного крайне слабо. Достоверных прогнозов изменения солнечной активности не имеется, хотя ряд исследователей обращают внимание на то, что этот цикл совпадает с началом нового столетнего цикла солнечной

активности, который по ряду косвенных показателей предположительно будет периодом минимальной за многие столетия или даже тысячелетия солнечной активности с минимумом в середине XXI в. Возможно, начинается «эра пассивного Солнца» и даже наступление нового Минимума Маундера (периода с 1645 по 1715 гг., когда долговременное уменьшение количества солнечных пятен привело к «малому ледниковому периоду», — наиболее острой фазе похолодания климата в XIV–XIX вв.).

В данной ситуации при долгосрочном прогнозировании, прежде всего, следует учитывать изменения атмосферной циркуляции северного полушария и ее долговременные тенденции. При непосредственном учете солнечной активности более достоверными могут быть краткосрочные прогнозы, опирающиеся на анализ изменений показателей солнечного ветра (скорости сгустков плазмы и концентрации протонов в ней). Это дополнительный, но очень важный практически импульсный источник энергии, способный привести к катастрофической активизации ОЭГП. Анализ данных по скорости солнечного ветра позволяет отметить ее увеличение в годы активизации селей и других опасных экзогенных геологических процессов. Это, в частности, проявилось в начале XXI в. при катастрофической активизации селей на Северном Кавказе в 2000 г., активизации селей в том же районе в 2014 г. и ряде других случаев. Все это обуславливает необходимость проведения комплексных НИР по разработке и практической апробации современных методик составления прогнозов различного масштаба и заблаговременности для различных типов ЭГП и их парагенетических ассоциаций.

При оценке опасности ЭГП в настоящее время следует учитывать, что их активность, в отличие от XX в., намного больше и чаще бывает обусловлена техногенным фактором. Наиболее сильная активизация происходит при совместном влиянии природных и техногенных факторов. Активность техногенно-обусловленных ЭГП может на порядок превышать активность аналогичных процессов в естественном состоянии (олимпийские объекты в Сочи).

Геокриологические региональные работы

В последние годы во ВСЕГИНГЕО разработаны новые подходы комплексного проведения региональных и мониторинговых работ в пределах вновь осваиваемых территорий криолитозоны, дано обоснование масштабов съемки и картографирования, сформулированы задачи ГМСН и методы их решения. Развитие этого направления работ предполагает создание системы государственных геоэкологических полигонов, представляющих собой территории с особым статусом и с правом разработки недр.

Учитывая возрастающие требования к оценке и прогнозу быстроменяющихся характеристик природной обстановки, среди которых геокриологические аспекты играют одну из ведущих ролей и что со всей очевидностью проявляется в практике различных отраслей народного хозяйства (геологии, изысканиях, строительстве и т.п.), целесообразно первостепенное внимание уделить фоновым мониторинговым исследова-

ниям, особенно в прибрежно-шельфовой зоне Арктики. В этой связи необходима реорганизация и дальнейшее развитие геокриологического стационара Марре-Сале, как одного из опорных информационных пунктов в арктической криолитозоне.

Представляют несомненный интерес результаты мониторинговых наблюдений за динамикой температурного режима донных отложений Приамальского шельфа, вскрытого двумя буровыми скважинами ВСЕГИН-ГЕО в мае 2014 г., оборудованными «Логгерами LPC».

В соответствии с программными документами последнего времени («Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г.», Климатическая доктрина Российской Федерации, «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года») важнейшей задачей является разработка и создание **федеральной целевой программы «Криолитозона России»** в системе Минприроды Российской Федерации. ФЦП должна инициировать новый крупный этап изучения и освоения криолитозоны, при этом в нее необходимо включить:

1. Обновленные концепции, методы, масштабы и этапы проведения опережающих региональных и мониторинговых работ во вновь осваиваемых и недостаточно изученных регионах криолитозоны, включая шельф арктических морей. Составной частью этой программы должна быть подпрограмма **«ГМСН в криолитозоне»**, включая береговую и шельфовую зоны арктических морей. Первоочередной задачей в реализации ФЦП и подпрограммы **«ГМСН в криолитозоне»**, на наш взгляд, является воссоздание на новой основе системы мониторинговых наблюдений за основными параметрами криолитозоны на специальных стационарах и полигонах на территории Арктики и Субарктики. Всего таких комплексных наблюдательных пунктов (полигонов) на перспективу до 2020 г. необходимо не более 8–10.

2. Повышение требований к проектированию объектов добывающей промышленности, особенно в части разработки инженерных мероприятий, предупреждающих развитие нежелательных криогенных процессов, а также способов утилизации промышленных и бытовых отходов.

3. Основные направления и этапы технического перевооружения отрасли для выполнения мобильных геологических (гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических) и экологических обследований осваиваемых территорий. Реализацию проектов по созданию транспортной техники следует признать одной из главных государственных задач поддержки научных и прикладных программ изучения и освоения Арктики, которые выполняют геологические организации Минприроды России и экспедиции институтов РАН и др.

4. Подведение итогов геологических и экологических последствий и опыта освоения крупнейших на севере Западной Сибири газоконденсатных месторождений «Медвежье», «Уренгойское» и др., эксплуатация которых была начата более 40 лет назад. Одним из главных предметов такого изучения является во-

прос о соответствии зоны техногенного воздействия объектов газовой промышленности и размеров лицензионных участков, предоставляемых в недропользование.

5. Разработку Положения о создании экологического фонда ликвидации месторождений полезных ископаемых в арктической криолитозоне на примере нефтегазовой отрасли.

6. ФЦП должна инициировать создание системы независимых экспертных советов при Минприроды России из представителей профильных институтов для обсуждения концептуальных положений и этапов реализации проектов хозяйственного освоения новых арктических регионов криолитозоны, включая береговую зону и шельф северных морей.

Прогноз сейсмической опасности

Гидрогеодинамический мониторинг, являющийся сегодня основным методом мониторинга эндогенных процессов в составе ГМСН, развивается с 1980-х годов. Методика и технология ведения мониторинга ГГД поля, как инструментария непрерывных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием земной коры в сейсмоактивных регионах, были разработаны научным коллективом ВСЕГИНГЕО. Идеологической основой мониторинга стало научное открытие Г.С. Вартамяна и Г.В. Куликова «Явление глобально проявляющихся быстропротекающих пульсационных изменений в гидрогеосфере» и установленные ими пространственно-временные закономерности зарождения и развития короткоживущих структур деформации — элементарных составляющих ГГД поля Земли.

Было установлено, что подземные воды (как среда, охватывающая свободные и связанные воды в недрах Земли) воспринимают все вариации напряжений в массивах горных пород, происходящие под воздействием внешних и внутренних факторов. Отсюда, путем изучения режима изменения гидрогеологических характеристик среды (гидродинамических, физико-химических), функционально связанных с полем механических напряжений, становится возможным судить о состоянии недр в определенные моменты времени и о характере развития геодинамических процессов на больших площадях. К развитию процессов подготовки землетрясения ГГД поле обладает особенно высокой чувствительностью. Именно поэтому в 1985 г. мониторинг ГГД поля был включен в общий комплекс работ по прогнозу землетрясений.

По инициативе и под научным руководством Г.С. Вартамяна тогда же были начаты работы по созданию региональной наблюдательной сети ГГД мониторинга в сейсмоопасных регионах бывшего СССР. И уже к 1991 г. эта сеть включала более 200 наблюдательных пунктов. Весь цикл научно-методических и технологических исследований во ВСЕГИНГЕО по созданию и совершенствованию мониторинга ГГД поля выполнялся именно с целью разработки такой системы, которая могла бы обеспечивать получение достоверной и достаточной информации для оценки уровня сейсмической опасности и разработки методических решений для краткосрочного прогноза сильных землетрясений.

В 1998 г. была разработана концепция создания и эксплуатации региональной системы геодинамического мониторинга на основе наблюдений за ГГД полем и другими геофизическими параметрами в Российской Федерации для целей прогноза сильных землетрясений. Научные положения этой концепции и результаты 10–15-летних наблюдений за геодинамическим режимом подземных вод в сейсмоактивных регионах были положены в основу «Методических указаний по ведению ГГД мониторинга для целей сейсмопрогноза (система R–STEPS)», согласованных с МЧС России и в 2000 г. утвержденных МПР России (2000 г.). Этот нормативный документ обеспечил ведение наблюдений по единой программе и методике во всех сейсмоактивных регионах, определил роль и место ГГД мониторинга в Федеральной системе сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений. Разработанная технология ГГД мониторинга была признана патентными службами России, США, Евросоюза, Японии, Греции и других стран.

В настоящее время ГГД мониторинг эндогенных процессов представляет собой высокотехнологичный автоматизированный раздел ГМСН. Мониторинг выполняется на региональном и на федеральном уровнях. ФГУП «ВСЕГИНГЕО» регулярно составляет ежедекадные и ежемесячные бюллетени с оценкой сейсмической опасности и прогнозами сильных землетрясений, которые направляет в Федеральное агентство по недропользованию, МЧС РФ (ВНИИ ГОЧС) и Российский экспертный совет по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска РАН и МЧС РФ.

На региональном уровне исследователями получены интересные материалы по комплексированию гидрогеодинамических и геофизических методов. В.К. Стажило-

Алексеев (ФГУП «Гидроспецгеология») и В.Г. Сибгатуллин (НП «ЭЦ РОПР») на основе комплексной обработки данных добились качественно нового уровня оценки и прогнозирования сейсмогеодинамических процессов. Значительных успехов в комплексной обработке мониторинга эндогенных процессов на Северном Кавказе, особенно на Сочинском полигоне, добился коллектив под руководством Д.Н. Забирченко (ОАО «Кавказгеолсъемка»).

Востребованность ГГД мониторинга ярко проявилась при подготовке и проведении Зимних Олимпийских Игр в Сочи. Данные мониторинга эндогенных процессов на Сочинском полигоне стали одним из основных источников оперативной информации о геодинамическом состоянии территории. Опыт создания и эксплуатации Сочинского полигона выявил насущную потребность создания методики ГГД мониторинга на селитебных территориях для обеспечения информационно-геологической основы оценки состояния и прогноза развития опасных геологических процессов густо заселенных и промышленно нагруженных территорий.

На опытно-производственных полигонах ВСЕГИНГЕО (Верхне-Кубанский, Марре-Сале) отрабатываются новые технологии мониторинга опасных геологических процессов как для условий сейсмоопасных регионов, так и для криолитозоны.

В подготовке статьи принимали участие: Барон В.А., Плотникова Р.И., Лукьянчикова Л.Г., Молодых И.И., Крестин Б.М., Гарифулин В.А., Дубровин В.А.

© Круподеров В.С., Лукьянчиков В.М., Орфаниди Е.К., 2016

Круподеров Владимир Степанович // vsegingeo@bk.ru

Лукьянчиков Валерий Михайлович // lvml@mail.ru

Орфаниди Елена Константиновна // lorfanidi@rambler.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 550.3 + 620

Соловьев Н.В., Романов В.В., Мальский К.С.
(МГРИ–РГГРУ)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕО- ЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

*Работа посвящена актуальной проблеме изучения состояния действующих и законсервированных геологоразведочных выработок методами геофизики — георадиолокации и сейсморазведки. Отмечена высокая эффективность георадиолокационных исследований при изучении затопленных участков выработок, недоступных прямому обследованию. Проанализированы спектры Накамуры слабых микросейсмических волн и волн от массовых промышленных взрывов. **Ключевые слова:** инженерная сейсморазведка, геологоразведочные выработки, инженерная электроразведка, георадиолокация, бурение, скважина.*

Soloviev N.V., Romanov V.V., Malskiy K.S. (MGRI–RGGRU)

THE MAIN DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT OF EXPLORATION WORK

*The work is devoted to an actual problem of studying the state of active and abandoned mining geophysics methods — GRP and seismic. The high efficiency of GRP research in the study of the workings flooded areas that are inaccessible to direct examination. Nakamura spectra were analyzed weak microseismic waves and waves of mass industrial explosions. **Key words:** geophysical methods, near-surface seismic, mining, near-surface electric prospecting, GRP, drilling, well.*

Технико-технологическое обеспечение геологоразведочных работ является одним из основных элементов эффективности системы недропользования, позволяющей планомерно и целенаправленно проводить изучение земных недр с целью получения устойчивого необходимого прироста запасов полезных ископаемых.