



Язвин Александр Леонидович

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ
РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Специальность 25.00.07 – гидрогеология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

Работа выполнена в ЗАО "Гидрогеологическая и геоэкологическая компания "ГИДЭК" (ЗАО "ГИДЭК")

Научный консультант:

Доктор геолого-минералогических наук

Черепанский Михаил Михайлович

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор,

главный научный сотрудник ОАО "НИИ ВОДГЕО"

Алексеев Владимир Сергеевич

Доктор геолого-минералогических наук,

главный научный сотрудник ФГБУН

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН

Кулаков Валерий Викторович

Доктор геолого-минералогических наук, профессор,

консультант отдела мониторинга геодинамических процессов

ФГУП "Гидроспецгеология"

Куликов Геннадий Васильевич

Ведущая организация:

ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО)

Защита диссертации состоится 11 февраля 2016 г. в 15 часов в ауд.4-73 на заседании диссертационного совета Д 212.121.01 при Российском государственном геологоразведочном университете по адресу: 117997, г.Москва, ГСП-7, ул. Миклухо-Маклая, д.23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного геологоразведочного университета.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенных печатью) просим направлять по адресу: 117997, г. Москва, ГСП-7, ул. Миклухо-Маклая, д.23, Российский государственный геологоразведочный университет, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.121.01.

Автореферат разослан _____ 2015 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор геолого-минералогических наук, доцент

С.Д. Ганова

Актуальность исследований

В РФ подземные воды являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, за счет которого обеспечивается более 50% потребности в воде. Обладая рядом преимуществ перед поверхностными водами, они относятся к стратегическим видам полезных ископаемых, а возможность их использования влияет на национальную безопасность государств. Обоснованность решений по эксплуатации подземных вод определяется эффективностью системы геологического изучения их ресурсного потенциала (эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов).

В период 1960-80-х годов в СССР были детально разработаны и внедрены на практике положения методики проведения геологоразведочных работ и интерпретации полученных материалов. Однако анализ современного состояния изученности и использования подземных вод показывает, что в новых общественно-экономических условиях эффективность исследований существенно зависит не только от степени изученности гидрогеологических условий, но и от соответствия их результатов требованиям нормативно-правовой базы. Вопросы нормативно-правового регулирования изучения подземных вод не имеют научного гидрогеологического обоснования, что существенно влияет на информационную обеспеченность выполняемых работ и их эффективность.

Информационная обеспеченность и ее достаточность для принятия решений играют первостепенную роль при изучении ресурсного потенциала подземных вод. Прогресс компьютерных технологий позволяет интегрировать в единую информационную систему всю совокупность знаний об объектах исследования, нормативно-правовые требования, методическую базу проведения работ.

Итак, актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью совершенствования научно-методических основ системы геологического изучения ресурсного потенциала пресных подземных вод, не отвечающей современным условиям и возможностям информационных технологий.

Цели и задачи исследований

Основной целью работы является повышение эффективности изучения пресных подземных вод и их использования для водоснабжения за счет совершенствования методологической базы проведения геологоразведочных работ, информационного обеспечения оценок ресурсного потенциала и эксплуатационных запасов, их классификации и требований к изученности.

Для этого в работе решались следующие задачи:

- разработка предложений по совершенствованию системы геологического изучения подземных вод, включающей методические основы проведения работ, нормативно-правовые требования в сфере законодательства о недрах и смежных отраслей права;
- совершенствование классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов, требований к изученности месторождений и запасов;

- обоснование направлений развития и модернизации информационных систем (ИС), создаваемых для целей геологического изучения и оценки ресурсного потенциала подземных вод (РПВ);

- разработка методики геолого-картографического моделирования ресурсного потенциала подземных вод, его картирование и оценка на территории Российской Федерации.

Методика проведения исследований включала:

- комплексное исследование и научный анализ развития представлений об эксплуатационных запасах (ресурсах) подземных вод за весь период их изучения, на фоне аналогичного процесса для твердых полезных ископаемых и углеводородов, как в России (СССР), так и в других странах;

- систематизацию нормативно-правовых и нормативно-методических документов в сфере законодательства о недрах, регламентирующих проведение геологоразведочных работ, представление и экспертизу результатов оценки запасов подземных вод, их постановку на государственный учет;

- изучение нормативной базы, регламентирующей возможность использования подземных вод для хозяйственно-бытового и питьевого водоснабжения, и ее исторического развития, включая изменение содержания понятия "питьевые подземные воды" и требований к их охране от загрязнения;

- изучение геологического строения, гидрогеологических условий, защищенности и качества подземных вод, оценку достоверности прогнозных расчетов на различных объектах подсчета эксплуатационных запасов с целью совершенствования требований к изученности запасов и их классификации;

- анализ эволюции технических возможностей и методологии использования информационных систем в гидрогеологических исследованиях, выявление основных недостатков, препятствующих их эффективному применению;

- анализ методики и результатов ранее выполненных оценок прогнозных ресурсов, изучение опыта использования геолого-картографического моделирования, его применение для картирования и оценки ресурсного потенциала подземных вод.

Личный вклад автора

В основе работы лежат результаты исследований, полученные автором при проведении работ ЗАО "ГИДЭК" в области изучения ресурсного потенциала и эксплуатационных запасов подземных вод научно-методического (по контрактам с Федеральным агентством по недропользованию) и прикладного (по договорам с многочисленными пользователями недр в разных регионах РФ) характера. Они являются итогом как собственных разработок, так и работ, выполненных под руководством автора в качестве ответственного исполнителя.

Вклад автора состоит в формировании направлений исследований, постановке задач, их разработке и решении в соответствии с изложенными выше методами, анализе и обобщении полученных результатов, формулировании

предложений по совершенствованию системы геологического изучения подземных вод. Автором проведена систематизация положений законодательства и нормативной базы, регламентирующей изучение подземных вод, изучение историко-методических аспектов оценки и классификации запасов (ресурсов), охраны подземных вод от загрязнения, применения информационных систем.

Разработка структуры баз данных (БД), процедур обработки информации и решение гидрогеологических задач (за исключением программирования) при создании ИС GeoCODE также выполнены автором лично. Методика геолого-картографического моделирования разработана при непосредственном участии автора в качестве зам. главного редактора карты ресурсного потенциала РФ.

Научная новизна работы

- предложено определение понятия "ресурсный потенциал подземных вод" и современное соотношение понятий "запасы" и "ресурсы" подземных вод как основы требований к геологической изученности, используемых при решении задач определения величины возможного водоотбора;

- показано, что отсутствие научного гидрогеологического обоснования действующей системы нормативно-правового регулирования пользования недрами для изучения и добычи подземных вод является причиной ее противоречивости и недостаточной эффективности; разработаны предложения по изменению нормативно-правовой базы регулирования изучения и использования подземных вод;

- подготовлены предложения по изменению принципов категоризации эксплуатационных запасов, оценке их технико-экономической эффективности, требования к их изученности, включающие технологические и геолого-экономические исследования, обоснование границ месторождений, оценку защищенности и др.;

- разработана новая методология использования информационных систем в гидрогеологических исследованиях, включающая создание экспертных систем; сформулированы требования к фактографическим ИС, включая типизацию объектов, структуру баз данных, процедуры устойчивого функционирования ИС и поддержания целостности БД, способы обработки информации;

- разработана методика картирования и оценки ресурсного потенциала подземных вод на основе геолого-картографического моделирования и создания постоянно-действующих картографических моделей.

Защищаемые положения

1. Геологическое изучение ресурсного потенциала подземных вод представляет собой комплексную систему, неотъемлемым элементом которой являются требования нормативно-правовой базы, в значительной степени определяющие задачи, методологию и результаты геологоразведочных работ. Действующие требования противоречивы, избыточны, приводят к нивелированию роли содержательной части исследований и препятствуют эффективному

изучению подземных вод. Необходимые преобразования предлагается осуществить путем:

- сокращения нормативных требований, сопровождающих геологическое изучение, и их упрощения с учетом решаемых задач, масштаба объекта, степени его изученности и освоенности.

- закрепления в законодательстве отнесения подземных вод к полезным ископаемым; разделения компетенций между законом "О недрах" и Водным Кодексом, гармонизации правовых норм смежных отраслей законодательства, подготовки специального федерального закона "О подземных водах".

2. Для повышения эффективности гидрогеологических исследований и принимаемых на их базе проектных решений по освоению месторождений предлагаются следующие изменения классификации эксплуатационных запасов, критериев оценки их балансовой принадлежности и требований к изученности подземных вод:

- сокращение количества категорий эксплуатационных запасов до двух (B и C_1) с установлением схемы стадийности геологоразведочных работ, согласующей тип объекта изучения, вид пользования недрами и стадийность разработки проектных документов;

- введение понятия "нераспределенные запасы подземных вод", разделение балансовых и забалансовых запасов на основе их фактической востребованности (освоенности) и отказ от оценки влияния последних при проведении прогнозов;

- выделение границ месторождений на основе анализа природно-геологических, антропогенных факторов и детальности изучения разведанной площади;

- отказ от разделения подземных вод на питьевые и технические в сочетании с гидрогеологическим, технологическим и экономическим обоснованием методов обработки воды и утилизации отходов водоподготовки;

- проведение исследований по оценке защищенности водозаборов от поверхностного загрязнения для сокращения размеров зон санитарной охраны.

3. Функционал информационных систем должен обеспечивать принятие обоснованных решений по дальнейшему геологическому изучению недр или их освоению. Предложенная методология создания информационных систем при оценке ресурсного потенциала подземных вод базируется на следующих принципах:

- интегрирование в информационной системе всей совокупности имеющихся данных о гидрогеологических условиях рассматриваемого объекта, правовых и нормативно-технических требованиях, методической базе проведения работ;

- обработка исходной (фактической) информации путем ее систематизации, обобщения, преобразования и представления для анализа;

- комплексный анализ всей содержащейся в системе информации, оценка ее полноты, достоверности и достаточности для решения поставленных задач.

Разработанные универсальные требования к структуре баз данных и способам обработки информации, реализованные при создании программного комплекса GeoCODE, позволяют расширить возможности использования информационных технологий и осуществить переход к экспертно-информационным гидрогеологическим системам.

4. Разработанная методика картирования и оценки ресурсного потенциала подземных вод, основанная на использовании метода геолого-картографического моделирования, предоставляет принципиально новые возможности анализа и обработки информации за счет проведения пространственных операций над объектами и создания постоянно-действующих цифровых картографических моделей.

Практическая значимость и реализация результатов

Разработанные предложения по изменению системы геологического изучения ресурсного потенциала пресных подземных вод позволят существенно повысить научную обоснованность и эффективность их использования.

Основные положения диссертационной работы вошли в научно-методические отчеты ЗАО "ГИДЭК", подготовленные в рамках Государственных контрактов с Федеральным агентством по недропользованию. Полученные результаты послужили основой при подготовке проектов нормативных и методических документов:

- классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод;
- санитарные правила и нормы "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения";
- методические рекомендации по обоснованию границ месторождений подземных вод различных типов;
- методические рекомендации по проведению поисково-оценочных работ с целью обоснования использования некондиционных природных подземных вод для питьевого водоснабжения при их водоподготовке и размещении отходов водоподготовки в недра;
- методика оценки запасов питьевых и технических подземных вод месторождений и участков недр в районах интенсивной эксплуатации.

Разработанные методические подходы и рекомендации использовались при проведении ЗАО "ГИДЭК" оценки ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации и геологоразведочных работ по оценке запасов подземных вод для водоснабжения населенных пунктов и предприятий Центрального (Московский регион), Приволжского (Тольятти, Альметьевск, Заинск, Ижевск, Кизнер), Сибирского (Красноярск, Тура) федеральных округов.

Созданный на основе научных разработок по теме диссертации программно-алгоритмический комплекс GeoCODE показал свою эффективность на многочисленных объектах при решении таких задач, как оценка запасов пресных

подземных вод (Московский регион, Красноярский край, Самарская, Волгоградская, Рязанская, Тверская, Амурская области); оценка запасов минеральных подземных вод (регион Кавказских Минеральных Вод); обоснование внутриводоносного дренажа (Западно-Сибирский металлургический комбинат); обоснование сброса промышленно-сточных вод и ликвидации очагов загрязнения (Саратовская и Волгоградская области) и др.

Результаты картирования и количественной оценки распределения ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов по субъектам РФ и гидрогеологическим структурам 1 и 2 порядка являются основой для планирования их дальнейшего регионального изучения, постановки поисково-оценочных и разведочных работ, принятия управленческих решений по выбору стратегии использования подземных вод.

Апробация работы

Основные результаты исследований по теме диссертации были доложены и обсуждались на всероссийских, региональных, отраслевых совещаниях, международных и российских конференциях, конгрессах и съездах, основными из которых являлись:

- международные конгрессы "Вода: экология и технология" ЭКВАТЭК. Москва 1994, 1996, 1998, 2000, 2002.
- научная конференция "Проблемы гидрогеологии XXI века: наука и образование". Москва, МГУ, 2003.
- Всероссийские конференции "Современные проблемы изучения и использования питьевых подземных вод". Звенигород, 2002, 2006.
- международная научно-практическая конференция "Современные проблемы изучения и оценки эксплуатационных ресурсов питьевых подземных вод". Киев, 2008.
- VI и VII Всероссийские съезды геологов. Москва, 2008, 2012.
- всероссийские совещания по подземным водам Востока России. Тюмень, 2009, Иркутск, 2012.
- международная научная конференция "Ресурсы подземных вод. Современные проблемы изучения и использования". Москва, МГУ, 2010.
- международная научно-практическая конференция "Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии". п.Зеленый, 2011.
- всероссийская конференция "Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии". Московская область, 2013.
- международная научная конференция "Гидрогеология сегодня и завтра: наука, образование и практика", Москва, МГУ, 2013.
- Каспийская международная конференция по водным технологиям, Баку, 2013.
- II съезд "Российского союза гидрогеологов" (Росгидрогео). Москва, 2014.

Публикации

По теме работы опубликовано в открытой печати 46 работ, из них 16 статей в рецензируемых журналах, а также ряд глав в 4 коллективных монографиях.

Структура и объем работы

Работа состоит из введения, 4 глав и заключения, представлена на 330 страницах, включая 32 рисунка, 22 таблицы и список литературы из 380 наименований.

Благодарности

Диссертация является результатом исследований, проведенных в составе коллектива ЗАО "ГИДЭК", сотрудникам которого автор выражает искреннюю благодарность за плодотворную совместную работу и постоянное обсуждение результатов. Автор благодарит за сотрудничество и неоценимую помощь специалистов многих научных и производственных организаций гидрогеологической отрасли, сотрудников и экспертов Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых, общение с которыми дало возможность сформировать основные направления проведенных исследований.

Автор глубоко признателен И.С.Зекцеру за постоянное внимание к работе, научному консультанту М.М.Черепанскому за поддержку и ценные советы. Автор считает своей приятной обязанностью выразить благодарность И.В.Сахарову за многочисленные идеи при программировании комплекса GeoCODE и Т.П.Хачиян, которой были успешно решены разнообразные картографические задачи при изучении РППВ.

Особую признательность и благодарность автор выражает Б.В.Боревскому за многолетнее руководство и возможность профессионального развития, а также всестороннюю помощь в процессе написания диссертации.

1. ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Ресурсный потенциал подземных вод

Геологическое изучение недр, направленное на оценку перспектив использования подземных вод и обоснование водоснабжения, исторически разделяется на региональные и детальные исследования. В первом случае производится оценка прогнозных ресурсов (ресурсного потенциала) подземных вод, то есть максимального возможного отбора в пределах крупных территориальных образований, например, гидрогеологических структур, во втором – оценка запасов месторождений (участков месторождений), а именно - обоснование возможного водоотбора с выделенного участка недр, схем и режима эксплуатации водозаборных сооружений.

Подсчет и учет ресурсов / запасов проводится отдельно по каждому классу

(типу) подземных вод в зависимости от их назначения. В данной работе совместно рассматриваются пресные и солоноватые воды зоны свободного водообмена (питьевые и технические подземные воды). Заметим, что грань между свойствами указанных типов вод стирается все больше благодаря ужесточению требований к качеству пригодной для потребления воды и развитию методов водоподготовки.

Понятия "ресурсы" и "запасы" за длительный, приближающийся к 100-летию, период использования претерпели существенные изменения, как содержательно, так и в части методов проведения их оценок. Термин "ресурсный потенциал" в практике гидрогеологических исследований стал использоваться в начале 2000-х годов.

В настоящее время при оценках величины возможного водоотбора используются следующие основные понятия (табл. 1), определения которых сформулированы в работах Б.В.Боревского и Л.С.Язвина. Для ресурсного потенциала и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод представлена измененная редакция определений, предлагаемая автором. Из определений следует, что ресурсный потенциал – это суммарная величина запасов и прогнозных ресурсов оцениваемой территории (рис. 1).

Таблица 1

Термин	Определение
Ресурсный потенциал подземных вод (РППВ)	Часть естественных ресурсов, представляющая собой максимальную возможную величину отбора подземных вод определенного качества и целевого назначения, которая может быть получена в пределах оцениваемых регионов при условии их освоения по всей площади распространения продуктивных водоносных горизонтов с учетом заданных ограничений.
Эксплуатационные запасы подземных вод (ЭЗПВ)	Количество подземных вод, которое может быть получено на месторождении (участке) из геолого-технически обоснованных водозаборных сооружений при заданном режиме и условиях эксплуатации, а также качестве воды, удовлетворяющем требованиям ее целевого использования в течение расчетного срока водопотребления с учетом водохозяйственной обстановки, природоохранных, санитарных требований и социально-экономической целесообразности их использования
Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод (ПЭРПВ)	Количество подземных вод определенного качества и целевого назначения, которое может быть получено в пределах оцениваемых территорий дополнительно к эксплуатационным запасам
Месторождение подземных вод (МПВ)	Пространственно ограниченная часть водоносной системы, в пределах которой под влиянием сочетания комплекса геолого-экономических факторов создаются благоприятные по сравнению с окружающими площадями условия для отбора подземных вод в количестве, достаточном для целевого использования

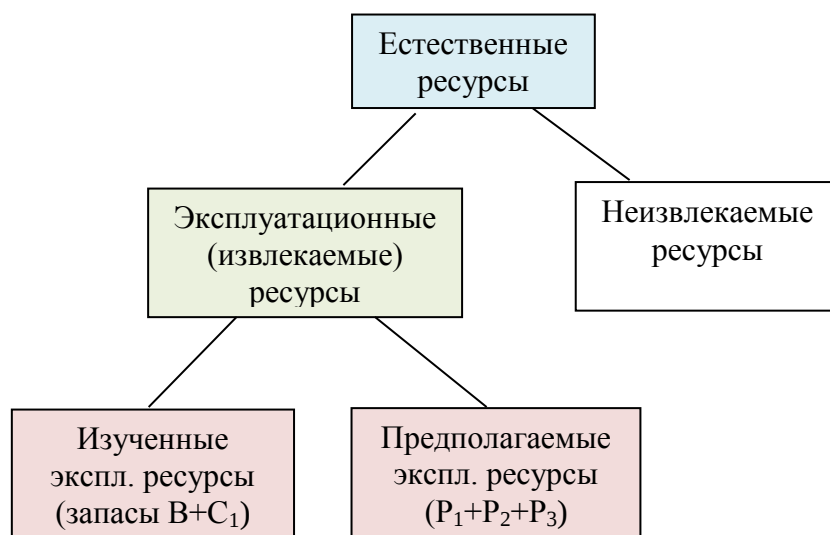


Рис. 1. Соотношение понятий "ресурсы", "запасы", "ресурсный потенциал" подземных вод

Для оценки его величины должна быть определена возможная доля изъятия естественных ресурсов подземных вод, которая характеризуется коэффициентом использования. Под естественными ресурсами подземных вод понимается суммарная среднегодовое величина их питания в естественных условиях, или обеспеченный питанием расход потока. Ресурсный потенциал включает в себя также "привлекаемые ресурсы", формирующиеся за счет привлечения части транзитного стока рек на участках береговых водозаборов.

Система геологического изучения пресных подземных вод

Содержание геологического изучения пресных подземных вод заключается в получении и анализе (обработке) информации, достаточной для их эффективного использования в целях хозяйственно-бытового, питьевого и технического водоснабжения, либо для постановки дальнейших геологоразведочных работ.

На основе материалов о геологическом строении, гидрогеологических условиях, компонентах окружающей среды и техногенных объектах создается информационная система, обеспечивающая принятие инженерных и управленческих решений. Виды исследований, требуемых для ее построения, и их основные результаты в зависимости от целевого назначения работ и соответствующей ему детальности приведены на рис. 2.

Поисково-разведочное направление сформировалось в середине XX века усилиями М.Е.Альтовского, Н.А.Плотникова, Г.Н.Каменского, М.П.Семенова на базе исследований в области общей и региональной гидрогеологии, динамики и баланса подземных вод. В период 1960-80-х годов были детально разработаны и внедрены методы определения параметров водоносных горизонтов, оценки эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод, положения методики проведения геологоразведочных работ и интерпретации их результатов.

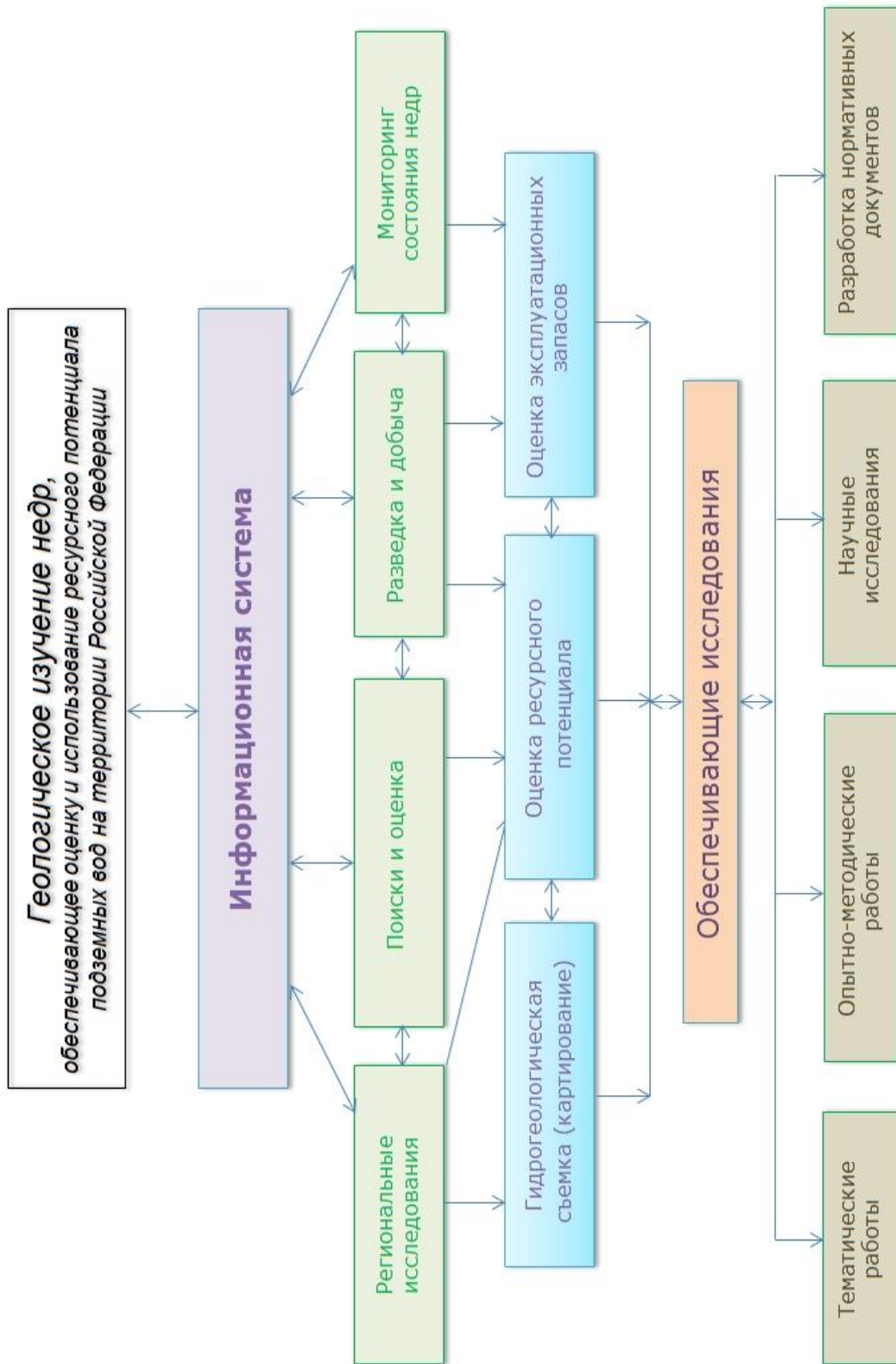


Рис. 2. Гидрогеологическая информационная система как основа проведения геологоразведочных работ

Большой вклад в становление поисково-разведочных работ внесли В.Д.Бабушкин, Н.Н.Биндеман, Б.В.Боревский, Ф.М.Бочевер, Н.Н.Веригин, В.А.Всеволожский, И.К.Гавич, В.М.Гольдберг, Л.К.Гохберг, В.А.Грабовников, В.Д.Гродзенский, Д.И.Ефремов, И.С.Зекцер, Б.М.Зильберштейн, В.С.Ковалевский, А.А.Коноплянец, И.И.Крашин, Е.Л.Минкин, В.А.Мироненко, В.С.Плотников, Н.И.Плотников, И.С.Пашковский, А.А.Рошаль, Б.Г.Самсонов, К.И.Сычев, М.А.Хордикайнен, В.М.Шестаков, Р.С.Штенгелов, Л.С.Язвин и многие другие.

Исследования, обеспечившие высочайший уровень методики изучения запасов (ресурсов) подземных вод, включали тематические и опытно-методические работы, научные исследования, как теоретического характера, так и базирующиеся на обобщении результатов разведочных работ и опыта эксплуатации водозаборов в различных гидрогеологических условиях.

Значение различного рода требований и ограничений, содержащихся в нормативных документах, сводилось в этот период, главным образом, к формированию приложений к отчетным материалам по оценке запасов. В настоящее время, в новых общественно-экономических условиях, функции нормативно-правовой базы принципиально изменились, она приобрела роль своего рода каркаса системы геологического изучения, в значительной степени определяющего задачи, методологию и результаты геологоразведочных работ.

Помимо этого, все связанные с обоснованием возможности использования подземных вод виды деятельности сопровождаются получением разрешительной документации и различных согласований.

Фактически государство выстраивает заново систему геологического изучения и использования подземных вод, стараясь максимально зарегулировать последовательность работ, их состав и требования к отчетности.

Таким образом, информационное обеспечение системы геологического изучения подземных вод должно включать не только имеющиеся знания о объекте исследования (достигнутая степень изученности) и методическую основу проведения работ, но и нормативно-правовые требования и ограничения.

Соответственно, важнейшим видом исследований, обеспечивающих эффективность геологоразведочных работ, является разработка нормативных документов. Однако вопросы нормативно-правового регулирования изучения подземных вод до настоящего времени не получили научного гидрогеологического обоснования.

Нормативно-правовое регулирование изучения подземных вод

В научной литературе вопросы правового регулирования отношений, связанных с подземными водами, рассматривали, главным образом, специалисты в области юриспруденции: М.М.Бринчук, О.С.Колбасов, Л.А.Заславская, Н.Б.Мухитдинов, А.А.Рускол, Н.А.Сыродоев, Д.В.Хаустов, Р.И.Белецкая, Э.Н.Мухина.

Представления о законодательном и нормативном обеспечении изучения и добычи подземных вод, опирающиеся на вопросы гидрогеологических исследований, как отрасли геологических знаний, нашли отражение в работах В.В.Антонова, Б.В.Боревского, Н.В.Седова, В.П.Стрепетова, Л.С.Язвина.

Подземные воды как объект права занимают особое положение среди всех видов природных ресурсов. С одной стороны, они находятся в недрах, с другой – являются частью общих водных ресурсов. Их двойственный характер предопределил отнесение не только к законодательству о недрах, но и к водному законодательству. При этом они полностью отвечают определению понятия "полезные ископаемые", согласно которому это "природные минеральные образования земной коры, неорганического и органического происхождения, химический состав и физические свойства которых позволяют эффективно использовать их в сфере материального производства".

Сложность правового регулирования отношений, связанных с подземными водами, состоит в его межотраслевом характере, который формируется на стыке законодательства о недрах и других отраслей права. Соответственно, по Э.Н.Мухиной, задача заключается в формировании межотраслевого института.

Помимо Водного кодекса, к базовым Федеральным законам, в той или иной степени регулирующим вопросы изучения и использования подземных вод, относятся: Градостроительный, Земельный и Налоговый кодексы, законы "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", "Об охране окружающей среды", "Об экологической экспертизе", "О водоснабжении и водоотведении", "Об информации, информатизации и защите информации" и др.

При этом можно выделить два вида соотношений законодательства о недрах и смежных отраслей:

- закон "О недрах" и подзаконные акты содержат отсылки к другим нормативным правовым актам;
- какая либо сфера деятельности подпадает под регулирование одновременно несколькими отраслями законодательства.

В диссертации рассмотрены наиболее острые вопросы соотношения правовых норм законодательства о недрах и смежных отраслей. Ниже перечислены основные из них.

Отсутствие в Водном кодексе определений используемых понятий, в частности понятия "водосборная площадь подземного водного объекта", исключение месторождений из категории подземных водных объектов и отсутствие порядка определения их границ приводит к неопределенности при реализации права пользования подземными водами и осуществлении хозяйственной деятельности.

Нормативные акты, регламентирующие получение лицензий на пользование недрами и оформление земельных участков для недропользования, содержат противоречия и нуждаются в установлении четкой последовательности действий.

Несогласованность норм законодательства о недрах и о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения фактически вынуждает недропользователей проводить разработку и согласование проекта ЗСО уже на стадии геологического изучения недр.

Нормативные документы в сфере законодательства "Об охране окружающей среды", регулирующие допустимое изъятие поверхностного стока, устанавливают практически невыполнимые требования и одновременно оставляют возможность их игнорирования. При этом отсутствует регламентация согласования изъятия стока с бассейновыми водными управлениями при оценке запасов подземных вод.

Использование в законе "О недрах" понятия "собственность информации" противоречит Гражданскому Кодексу и закону "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", не позволяет решить важнейшие вопросы обеспечения доступа к информации, полученной при добыче подземных вод, материалам государственного мониторинга, данным о запасах и величине разрешенного водоотбора.

Состав и порядок проведения геологоразведочных работ регламентируется нормативно-правовой базой в сфере законодательства о недрах. Он выстроен для случая, когда объектом оценки запасов является участок недр без оцененных запасов. Общая схема пользования недрами (лицензирование, проектирование и регистрация работ, оценка и экспертиза запасов полезных ископаемых, представление информации в геологические фонды, проектирование разработки месторождений) представляется вполне логичной.

Однако она не предусматривает вариантов, которые должны касаться, в первую очередь, проектирования геологического изучения недр и эксплуатации - для участков действующих водозаборов, для одиночных водозаборных узлов, а также для геологоразведочных работ, которые проводятся за счет средств недропользователей. Помимо избыточности целого ряда требований к проведению ГРР, обратим внимание на сроки предоставления основных сопровождающих их государственных услуг. Их суммарная продолжительность достигает 500 дней, что вполне сопоставимо со сроками проведения собственно геологоразведочных работ на крупных объектах.

Многие из действующих документов в сфере недропользования, в первую очередь "Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" (2007 г.), а также требования к изученности запасов нуждаются в коренной переработке. Эти вопросы рассматриваются в главе 2.

На основании изложенного выше выделены следующие основные проблемы нормативно-правового регулирования изучения и использования подземных вод:

- несогласованность и разобщенность норм закона "О недрах", Водного кодекса и других смежных отраслей законодательства;
- отсутствие в законах и других правовых актах определений используемых понятий и унификации понятийного аппарата;

- наличие неправомерных, а иногда и противоречащих здравому смыслу положений и требований – как в законах (кодексах), так и в подзаконных актах;
- жесткая регламентация административных процедур при одновременной нечеткости формулировок и, соответственно, неоднозначности их трактовок;
- избыточность требований к проведению работ и представлению их результатов, не учитывающая разнообразие и разномасштабность рассматриваемых объектов и решаемых задач.

Выводы и предложения

В современных общественно-экономических условиях геологическое изучение подземных вод представляет собой комплексную систему, неотъемлемым элементом которой являются требования нормативной базы, в значительной степени определяющие задачи, методологию и результаты геологоразведочных работ. При этом действующая база противоречива, содержит ряд пробелов, устаревших норм и необоснованных требований, что препятствует эффективному и рациональному использованию недр.

Сложившаяся система требует как гармонизации закона "О недрах" с другими Федеральными Законами (Кодексами), так и упорядочения норм многочисленных подзаконных актов. Необходимы следующие действия:

1) приведение в законе "О недрах" определения понятия "полезные ископаемые", с включением в их состав подземных вод.

2) разделение компетенций между Законом "О недрах" и другими законодательными актами, в первую очередь - Водным кодексом. Возможные виды деятельности применительно к подземным водам обычно формулируются в виде триады "изучение – использование – охрана". В ней упущено 4-ое звено – "добыча", которая по умолчанию включается в "использование". Линию раздела следует провести следующим образом: деятельность, связанная с доступом в недра - к ней относятся изучение и добыча - подлежит юрисдикции законодательства о недрах.

3) осуществление подготовки кодифицированного акта (Кодекса), либо специального федерального закона "О подземных водах". Единый правовой акт можно рассматривать как оптимальный инструмент решения проблемы гармонизации правовых норм, необходимой для повышения эффективности использования подземных вод.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Развитие представлений об изученности месторождений и совершенствование требований к классификации запасов

Оценке запасов (ресурсов) всех видов полезных ископаемых свойственна неопределенность, зависящая от сложности геологических условий, детальности их изученности, объема и достоверности используемых данных. Критерии

дифференциации запасов/ресурсов по степени изученности (надежности оценки) и хозяйственному значению устанавливают соответствующие Классификации.

Система и параметры классификации запасов подземных вод

В основе всех современных классификаций запасов, как отечественных, так и зарубежных, лежат принципы, разработанные в начале XX века. Обоснование количества категорий и критериев дифференциации запасов по категориям являлось основным направлением совершенствования Классификаций запасов всех полезных ископаемых.

В середине XX века в СССР подземные воды получили статус полезного ископаемого, оценка их запасов была признана важнейшей государственной задачей. На протяжении всего последующего времени разработчики классификаций стремились унифицировать подходы к оценке запасов для твердых полезных ископаемых, углеводородов и подземных вод, о чем свидетельствует близость их основных положений и синхронность подготовки.

Разработкой классификаций эксплуатационных запасов (ресурсов) подземных вод занимались П.И.Бутов, К.И.Маков, Е.Ф.Тамм, М.П.Семенов, Ф.А.Макаренко, Р.В.Бородин, Б.И.Куделин, Н.И.Плотников, Н.М.Фролов и др. Наиболее значительный вклад в их развитие внесли Н.А.Плотников, М.Е.Альтовский, Н.Н.Биндеман, Г.Н.Каменский, Н.Д.Краснопевцев, Б.В.Боревский и Л.С.Язвин.

Все основные действующие классификации запасов полезных ископаемых являются двухмерными. Предложенная в Рамочной Классификации ООН трехмерная система была впоследствии признана нежизнеспособной. Для подземных вод целесообразность сохранения двухмерной системы была показана Б.В.Боревским и Л.С.Язвиным в 2002 г. При этом акцентировалась необходимость соответствия каждой категории запасов определенной стадии геологоразведочных работ и стадии технико-экономического обоснования, проектирования и освоения предоставленных в пользование участков недр.

Таким образом, квалификация запасов по категориям изученности должна производиться на основе геолого-гидрогеологической изученности с учетом горнотехнических, технологических, экономических и др. факторов. Прогнозные ресурсы, которые являются геологическим, а не геолого-экономическим (в отличие от эксплуатационных запасов) понятием, квалифицируются на основе только геологической изученности. Вторая ось – технико-экономической эффективности – определяет хозяйственное значение запасов.

Категоризация запасов (ресурсов) подземных вод

Выделенные в первой "Классификации эксплуатационных запасов подземных вод" (1950 г.) 5 категорий охватывали весь спектр возможной изученности территорий: от анализа данных эксплуатации действующих водозаборов до оценки запасов по гидрогеологическим предпосылкам.

Всего за истекший период было разработано 5 Классификаций. Во всех, за

исключением первой, выделяются 4 категории запасов: А, В, С₁, С₂. Однако требования к соответствующей им изученности претерпевали существенные изменения. В первых классификациях все категории относились к запасам. Прогнозные ресурсы выделяются с 1983 г., с 2007 г. они разделены на три категории (Р₁, Р₂, Р₃). Сопоставительный анализ Классификаций свидетельствует о последовательном повышении требований к запасам категорий С₁ и С₂ (рис. 3).

Какие-либо количественные критерии достоверности подсчета выработаны не были. Отнесение к той или иной категории производится субъективно, границы между ними довольно условны. Категоризация запасов заключается в экспертном определении наибольшего соответствия изученности оцениваемого месторождения (участка) и категории в последовательном ряду изученности согласно действующей классификации.

Анализ действующей Классификации и ее применения свидетельствует о необходимости внесения изменений в принципы категоризации, направленных на повышение эффективности геологического изучения и освоения недр.

Запасы категории А

Согласно построению классификационных систем, категория А определяет наибольшую степень достоверности подсчитанных запасов. Их оценка базируется на опыте эксплуатации водозаборных сооружений. Назначением запасов категории А – т.е. освоенных запасов – является обоснование возможности их дальнейшей эксплуатации, а также расширения и реконструкции водозаборов.

В настоящее время большую часть работ по оценке запасов составляют работы на действующих водозаборах, однако при этом запасы категории А практически не подсчитываются (как правило, утверждаются запасы категории В). Следовательно, требования к ним значительно превышают информативность материалов, которые обычно бывают получены в процессе эксплуатации. Эксплуатационный мониторинг не проводится недропользователями в должном объеме, поскольку не используется ими для оперативного управления, а действенный механизм воздействия на них отсутствует.

Что же касается назначения запасов категории А – их наличие не является условием продолжения разработки, в том числе изменения схемы водозаборов.

Итак, выделение запасов категории А в настоящее время не имеет практического значения, поскольку они ничем не отличаются от категории В при обосновании действий недропользователя. Материалы эксплуатации в подавляющем большинстве случаев недостаточны для квалификации запасов по данной категории. Сохранение категории А может рассматриваться только как дань традиции и аналогии с другими видами полезных ископаемых.

Запасы категории С₂

Наибольшие затруднения для всех типов полезных ископаемых вызывает "идентификация" категории С₂, по выражению Ю.Н.Новикова (применительно к углеводородам) "балансирующей на грани запасов и ресурсов".

Виды геологических работ	1950-1960	1960-1983	1983-1997	1997-2007	2007-2015	Проект
Эксплуатация	A ₁	A	A	A	A	B
Разведка	A ₂	B	B	B	B	B
Оценка	B	C ₁	C ₁	C ₁	C ₁	C ₁
Поиски	C ₁	C ₁	C ₂	C ₂	C ₂ P ₁	P ₁
Региональные работы	C ₂	C ₂	P	P	P ₂ P ₃	P ₂ P ₃

Примечание: названия видов геологических работ соответствуют современным представлениям

Рис. 3. Корреляция категорий запасов / ресурсов подземных вод между Классификациями, действовавшими в различные периоды

Следует подчеркнуть, что порядок выделения запасов категории C_2 подвергался значительным изменениям. При этом они, помимо их не вполне ясных обоснованности и назначения, имеют ярко выраженную неопределенность территориальной принадлежности (подсчитываются применительно "ко всей площади месторождения"). Из этого следует, что запасы, относимые к категории C_2 , не отвечают определению понятия "запасы", приведенному в главе 1.

В 2007 г. с принятием ныне действующей Классификации статус запасов категории C_2 должен был очередной раз понизиться – до прогнозных ресурсов категории P_1 . Этого не произошло, в результате чего требования к двум указанным категориям практически идентичны. Следовательно, после разделения ресурсов на три категории категория запасов C_2 вообще оказалась "лишней".

Итак, вследствие развития представлений о прогнозных ресурсах, конкретизации требований к ним и увеличению их значимости, выделение запасов категории C_2 утратило целесообразность. Все подсчитанные запасы категории C_2 следует перевести в прогнозные ресурсы категории P_1 .

Предлагаемая система классификации запасов и ресурсов показана на рис. 4.

Достоверность прогнозных расчетов и балансовая принадлежность запасов

Технико-экономическая эффективность запасов устанавливается путем определения их балансовой принадлежности. Для подземных вод впервые данное понятие было введено в Классификации 1960 г. С тех пор, несмотря на кажущуюся простоту вопроса и неизменность выделения двух групп запасов (балансовые и забалансовые), критерии их разделения неоднократно изменялись.

Критерием достоверности оценки хозяйственного значения запасов является их фактическое освоение. Величины ранее утвержденных запасов базируются на общепринятых в СССР ожиданиях существенного роста водопотребления. В результате невостребованные запасы составляют более 80%, в то время как согласно государственному учету к забалансовым отнесены лишь 3-4%.

Между тем при проведении прогнозных расчетов в составе оценки ЭЗПВ требуется учет взаимодействия водозабора на оцениваемом месторождении и всех водозаборов на участках недр с утвержденными ранее запасами.

Следствиями принятой постановки являются крайне низкая достоверность прогноза состояния подземных вод и неэффективные экономические решения – в результате вынужденного ухода на более глубокие горизонты с худшими показателями качества и/или на большие расстояния от потребителей.

В работе обоснован ряд изменений нормативной базы и методики проведения прогнозных расчетов, которые должны заключаться в следующем:

- 1) Дополнение понятия "участки нераспределенного фонда недр" понятием "нераспределенные запасы подземных вод" и их отнесение к забалансовым;
- 2) Выделение групп балансовых и забалансовых запасов должно базироваться на оценке двух групп факторов:

Увеличение степени изученности				
				
Объект изучения	Вид пользования недрами	Объект оценки	Категория	Стадия разработки проектных и предпроектных документов
Месторождения (МПВ) и их участки	Разведка и добыча	Эксплуатационные запасы	B	Рабочая документация
	Оценка		C ₁	Проектная документация
Участки, перспективные для локализации месторождений, фланги МПВ и смежные горизонты	Поиски	Прогнозные эксплуатационные ресурсы	P ₁	Обоснование инвестиций
Гидрогеологические районы 3-го и 4-го порядков, бассейны средних рек, административные районы	Региональное геологическое изучение		P ₂	Обоснование схем комплексного использования и охраны водных ресурсов
Гидрогеологические районы 1-го и 2-го порядков, бассейны крупных рек, территории субъектов РФ			P ₃	

Рис. 4. Классификация запасов / ресурсов подземных вод. Ось геологической, технологической и экономической изученности

Балансовая принадлежность	Прогнозные эксплуатационные ресурсы не подразделяются	Эксплуатационные запасы	
		забалансовые	балансовые
Категория изученности	$P_1 + P_2 + P_3$	B	
		C ₁	

Увеличение технико-экономической эффективности освоения

Рис. 5. Классификация запасов / ресурсов подземных вод. Ось технико-экономической эффективности освоения

- технико-экономических, определяющих экономическую целесообразность освоения (горно-геологические, технические, технологические и др.);
- социально-экологических, определяющих возможность освоения (природоохранные, земельные ограничения и др.).

К забалансовым относятся запасы, освоение которых на момент оценки является нецелесообразным в связи с невостребованностью и/или невозможным, но имеется перспектива их последующего вовлечения в эксплуатацию.

3) Необходима корректировка балансовой принадлежности по фактическим данным о востребованности и освоении запасов. Балансовые запасы переводятся в забалансовые по истечении 10-летнего срока с даты проведения их экспертизы или даты прекращения эксплуатации, при отсутствии лицензии на право пользования недрами с целью разведки и добычи подземных вод.

4) Влияние на оцениваемый участок расчетного водоотбора на месторождениях (участках) с забалансовыми запасами не учитывается. Для прогнозных ресурсов балансовая принадлежность не оценивается (рис. 5).

Совершенствование требований к изученности запасов подземных вод

Выполненный анализ нормативных и нормативно-методических документов, результатов работ по оценке эксплуатационных запасов и материалов их постановки на государственный учет позволяет определить следующие основные направления совершенствования требований к изучению запасов подземных вод.

Требования к качеству подземных вод, технологическая и геолого-экономическая изученность

1. При проведении геологоразведочных работ первоочередным является вопрос о соответствии качества воды назначению ее использования, в случае пресных подземных вод - для питьевого, хозяйственно-бытового и/или технического водоснабжения.

Действующие требования к качеству подземных вод базируются на двух положениях. Согласно первому, при оценке запасов подземные воды должны быть разделены на питьевые и технические, с соответствующим различием процедуры согласования. Второе фактически ставит знак равенства между "питьевыми водами" и "подземными питьевыми водами". Оба приводят к многочисленным проблемам при подсчете запасов и их постановке на учет, причиной чего являются следующие обстоятельства.

С одной стороны, в результате ужесточения нормативных требований к питьевым водам наблюдается существенное уменьшение распространения подземных вод, которые являются кондиционными в природном состоянии. С другой, вследствие развития технологий очистки (обработки) воды, практически все подземные воды зоны свободного водообмена удовлетворяют условию возможности их доведения до питьевого качества. Следовательно, определение подземных питьевых вод должно выглядеть следующим образом: это "природные подземные воды, качество которых по всем показателям удовлетворяет

требованиям питьевого водоснабжения или могут быть доведены до них существующими методами водоподготовки (кондиционирования)".

Разделение подземных вод на питьевые и технические потеряло смысл, поскольку ничего не говорит о качестве (свойствах) воды, являясь исключительно характеристикой ее ожидаемого использования. Вода одного и того же месторождения (участка) может использоваться и как питьевая, и как техническая, что со всей очевидностью подтверждается практикой оценки запасов и их постановки на государственный учет.

Очевидно, что возможность и целесообразность использования подземных вод, требующих проведения водоподготовки, должна быть обоснована как технологически, так и технико-экономически.

2. По существу все воды зоны свободного водообмена могут использоваться в питьевых целях. При этом они должны подразделяться на классы, соответствующие их качеству. Действующие критерии разделения следует изменить в соответствии с прогрессом в методах водоподготовки:

- различие между классами должно заключаться не в различии концентраций одних и тех же компонентов. За основу дифференциации следует принять необходимые методы водоподготовки, то есть классы должны различаться показателями, требующими устранения отклонений от питьевых норм.

- подразделение подземных вод на классы определяется возможностью применения безреагентных методов водоподготовки (2 класс) или использования реагентов и изменения химического состава (3 класс). Воды 1 класса не требуют водоподготовки.

- классы качества должны отражать весь спектр природных вод. Недопустима ситуация, когда вода не может быть отнесена ни к одному из выделенных классов.

При оценке и постановке на государственный учет запасов подземных вод следует, прежде всего, указывать не назначение их использования, а их природное состояние (принадлежность тому или иному классу). Например:

- питьевые подземные воды 2 класса, для питьевого водоснабжения;
- питьевые подземные воды 3 класса, для питьевого и технического водоснабжения.

Использование для технического водоснабжения вод 3-го класса разрешается без ограничений, 2-го – по согласованию, 1-го – в исключительных случаях.

3. Неотъемлемой частью оценки запасов является обоснование технологии доведения качества исходной воды до установленных норм или требований потребителя, то есть - получение информации, достаточной для обоснования необходимости, выбора методов и проектирования систем обработки воды.

Указанная информация должна быть получена в процессе геологического изучения недр на основе материалов полевых и лабораторных технологических исследований, в том числе - натурного технологического моделирования.

Технологическая оценка производится с позиций выбора наилучших доступных технологий водоподготовки.

4. Эксплуатационные запасы месторождений подземных вод подлежат геолого-экономической оценке, определяющей (как и для других видов полезных ископаемых), целесообразность их использования. Оценка включает обоснование способа и системы разработки (горно-техническая часть), водоподготовки (технологическая часть) и определение экономических показателей освоения.

При наличии альтернативных вариантов производится их сопоставление по технико-экономическим показателям и природоохранным ограничениям разработки, и выбор наиболее рационального. Критерием, как правило, является минимум приведенных затрат на освоение и добычу, но окончательное решение принимает недропользователь.

Определение границ месторождений подземных вод

Обязательным элементом оценки эксплуатационных запасов подземных вод является обоснование границ месторождений и их участков, которое необходимо для ведения государственного учета запасов, кадастра месторождений, определения возможности застройки территорий, передачи участков недр недропользователям, охраны от истощения и загрязнения и др.

Условность границ месторождений свойственна всем видам полезных ископаемых. Для подземных вод, вследствие ряда их особенностей, обоснование границ сопряжено с наибольшей неопределенностью. Очевидно, что выделенная площадь МПВ, с одной стороны, должна быть достаточной для его охраны, а с другой - не должна приводить к избыточному ограничению хозяйственного использования земель. При этом МПВ не является тождественным таким понятиям, как "лицензионный участок" или "площадь водосбора".

Подходы к обоснованию положения границ базируются на определении понятия "месторождение подземных вод". Оно должно производиться на основе 3 групп факторов:

- природно-геологических (геологических, гидрогеологических, гидрологических),
- антропогенных (технико-экономических, социально-экологических),
- геолого-разведочных.

К первой группе относятся: положение границ продуктивных горизонтов, зон повышенной проводимости, кондиционных вод и др., а также конфигурация речной сети и границы водосборов поверхностных вод. Во вторую входят наличие и возможность вывода из оборота земель, пригодных для размещения водозаборных сооружений и зон санитарной охраны, природоохранные ограничения. Геолого-разведочные факторы определяют границы и детальность изучения разведанной (оцененной) площади.

В условиях большой площади распространения водоносных горизонтов, которая значительно превышает возможную площадь месторождения, границы

следует определять с использованием результатов гидрогеодинамических расчетов исходя из условия невозможности пересечения контуров МПВ.

Для месторождений подземных вод рекомендуется следующий принципиальный порядок выделения границ. Предварительно на картографическую основу наносятся контуры площадей, соответствующих перечисленным выше природно-геологическим факторам. Их сочетание позволяет выделить контур, в пределах которого, в соответствии с определением понятия "месторождение" имеются благоприятные условия для отбора подземных вод. Затем, при необходимости, границы МПВ уточняются на основе данных изученности территории и результатов прогнозных расчетов.

Непосредственным образом с установлением границ месторождения связан вопрос об оценке величины максимально возможного водоотбора в его пределах. Поскольку величина отбора зависит от схем водозаборных сооружений и их расположения, в данной постановке задача может иметь только ориентировочное решение, соответствующее прогнозным ресурсам категории P_1 , но не запасам категории C_2 .

Оценка запасов подземных вод на участках одиночных водозаборов

Общепринятое понятие "месторождение подземных вод" в настоящее время подвергается ревизии, которая не имеет геологических оснований и обусловлена несовершенством законодательства, в первую очередь – проблемой статуса участков недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами. Среди специалистов-гидрогеологов существуют две крайние точки зрения относительно данного понятия:

- любой участок недр с оцененными запасами подземных вод, эксплуатируемый одиночным водозабором, должен квалифицироваться как месторождение подземных вод. Этот принцип соответствует существующей нормативной базе и реализуется в настоящее время в большинстве субъектов РФ.

- месторождение является объединением больших площадей, в пределах которых расположено множество групповых и одиночных водозаборов. Каждый участок одиночного водозабора приобретает статус участка месторождения.

Второй принцип принят для Московской области, где были выделены 39 укрупненных месторождений - таким образом, что почти вся территория региона оказалась разделена на МПВ. Фактически это гидрогеологическое районирование территории, направленное на упрощение процедуры учета, а не выделение (оконтуривание) месторождений.

Оба подхода противоречат принятому определению понятия "месторождение подземных вод". В результате их применения количество зарегистрированных в РФ месторождений и участков месторождений увеличивается в геометрической прогрессии и с 1991 г. возросло с 3.5 до 12 тысяч.

Другие негативные последствия отсутствия специальных требований к оценке запасов по участкам одиночных водозаборов заключаются в

многочисленных проблемах при оформлении и экспертизе материалов подсчета запасов подземных вод, неточностям и противоречиям при их учете.

В связи с этим в работе сформулирован ряд изменений нормативной базы, касающихся легитимности понятия "одинокый водозаборный узел", введения упрощенных требований к оценке запасов, придания особого статуса участкам недр, не имеющим промышленного значения.

Оценка защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения

В состав геологоразведочных работ необходимо включать исследования по оценке защищенности водозаборов от поверхностного загрязнения. Тезис об основополагающей роли понятия "защищенность" при организации зон санитарной охраны (ЗСО) не подвергается сомнению, однако в действующих санитарных правилах и нормах степень защищенности учитывается алогично и недостаточно обосновано. Рекомендуются следующие основные изменения:

1) Разделение подземных вод на 3 группы по степени защищенности:

- надежно защищенные (защищены от химического и микробного загрязнения) – время поступления загрязнений превышает срок эксплуатации.

- защищенные (защищены от микробного загрязнения) – время поступления загрязнений более 200 суток.

- недостаточно защищенные – время поступления загрязнения в эксплуатируемый водоносный горизонт менее 200 суток;

2) Размеры первого пояса не зависят от степени защищенности;

3) Время выживаемости бактерий не зависит от защищенности и климатических условий;

4) Третий пояс ЗСО должен быть разделен на две части: 3а (запрещается наличие любых источников загрязнения) и 3б (запрещается только наличие неисправных скважин), границы которых определяются соответственно с учетом вертикального движения загрязнения и без его учета.

Выводы и предложения

Выполненный анализ свидетельствует о необходимости внесения изменений в принципы категоризации запасов подземных вод и определения их балансовой принадлежности. Основные направления такого совершенствования включают:

- сокращение количества категорий эксплуатационных запасов до двух (В и С₁), которым должны соответствовать определенные стадии геологоразведочных работ и стадии технико-экономического обоснования, проектирования и освоения;

- выделение балансовых и забалансовых запасов на основе двух групп факторов: технико-экономических и социально-экологических, определяющих, соответственно, экономическую целесообразность и возможность освоения;

- отказ от учета влияния на оцениваемое месторождение расчетного водоотбора на месторождениях (участках) с забалансовыми запасами.

В современных условиях требования к изученности эксплуатационных

запасов подземных вод должны быть дополнены следующими положениями:

- неотъемлемой частью оценки запасов является технологическое изучение - обоснование технологии обработки воды с целью доведения ее качества до требуемого;
- запасы месторождений подземных вод подлежат геолого-экономической оценке, определяющей целесообразность их использования;
- обязательным элементом оценки запасов подземных вод является обоснование границ месторождений и их участков;
- в состав разведочных работ необходимо включать исследования по оценке защищенности водозаборов подземных вод от поверхностного загрязнения.

Нормативно-правовые акты следует дополнить положениями, обеспечивающими:

- придание юридического статуса наблюдательным пунктам и сетям мониторинга;
- соблюдение требований о ведении недропользователями эксплуатационного мониторинга на участках добычи;
- проведение оценки запасов по одиночным водозаборам и оформление отчетных материалов по упрощенным требованиям.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Информационные системы в гидрогеологии

1. Увеличение масштабов изучения и использования минерально-сырьевых ресурсов, развитие методов и средств исследования геологической среды сопровождались повышением ценности и востребованности информации о недрах. К первым информационным системам, ручного обращения, относятся фонды геологической информации. В настоящее время в Российской Федерации хранящиеся в них материалы рассматриваются как важнейший государственный актив, национальное достояние и фактор обеспечения безопасности страны. По мере накопления информации и вовлечения в процесс обоснования решений все больших объемов исходных данных, возрастали требования к возможностям их хранения и обработки.

Оптимальным способом хранения, анализа и обработки материалов гидрогеологических исследований является создание информационных систем (ИС), включающих организационно упорядоченные данные и средства управления ими, предназначенных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления.

Вопросы теории баз данных, их администрирования, проектирования и построения информационных систем разработаны в основополагающих исследованиях Ш.Атре, Дж.Мартина, Дж.-Л.Уэлдона, Дж.Ульмана, К.Дейта, М.Н.ДеМерса.

Проблемам применения информационных систем в гидрогеологических исследованиях посвящены работы В.В.Веселова, Л.К.Гохберга, Д.И.Ефремова, Ю.О.Зеегофера, А.Н.Клюквина, В.В.Куренного, Л.Лукнера, Н.С.Огняника, И.С.Пашковского, А.А.Рошала, Н.В.Седова, М.М.Черепанского, Д.Б.Аракчеева, О.В.Митраковой, А.С.Попова, Л.Е.Чесалова.

Задачи использования информационных систем за длительный период эволюционировали от накопления и представления данных до анализа материалов и управления гидрогеологическими процессами. Со второй половины XX века понятие ИС ассоциируется с компьютерными технологиями, которые получают все большее распространение в практике геологоразведочных работ. Современные представления предписывают обязательное наличие в их составе аппаратно-программных средств, обеспечивающих накопление, преобразование, анализ, представление и передачу данных.

2. Развитие ИС в гидрогеологии следует рассматривать как часть общего процесса развития информационных технологий, определяемого, в первую очередь, эволюцией технических средств (ручные, механизированные, электронно-вычислительные машины, персональные компьютеры).

Вплоть до конца 1980-х годов развитие представлений о ИС и направлениях их использования опережало возможности имеющихся в распоряжении гидрогеологических организаций технических средств. Вследствие этого автоматизированные ИС не получили широкого распространения и практически не использовались, находя применение лишь у их авторов. Исключением можно считать только системы геофильтрационного моделирования, однако и они редко выходили за пределы организаций-разработчиков.

Наибольшее применение в практической деятельности получила разработка ИС для информационного обеспечения моделирования, что нашло отражение в разработке концепции постоянно действующих математических моделей (ПДМ). ПДМ должна быть обеспечена информацией, достаточной для воспроизведения гидрогеологических условий на разные периоды времени. В связи с этим обязательным условием разработки ПДМ является наличие в ее составе баз данных и соответствующих программных средств.

3. Бурное развитие вычислительного оборудования, появление персональных компьютеров, развитие ГИС и средств удаленного доступа оказали значительное влияние на архитектуру и возможности использования ИС. Прогресс компьютерных технологий в 1990-е годы многократно повысил эффективность применения ИС и позволил не только реализовать сформулированные ранее идеи, но и сделать их доступным для массового использования. Появились качественно новые возможности обработки и передачи информации. Отметим, что применение ИС при изучении подземных вод является одним из немногих, но крайне важных направлений гидрогеологических исследований последних десятилетий, где прогресс очевиден.

С 1990-х годов ИС, применяемые при проведении гидрогеологических исследований, разделяют на фактографические и географические ИС, а также системы численного моделирования. Сближение и объединение трех указанных направлений привело к созданию так называемых интегрированных (комплексных) информационных аналитических систем (ИАС).

Промышленные ГИС, а также системы математического моделирования в гидрогеологии, разрабатываются крупными международными корпорациями. В связи с этим в настоящее время усилия сосредоточены, в большей степени, на создании фактографических ИС. Разработанная ЗАО "Геолинк" ПДМ-технология (ModInfo) остается единственным примером глубоко интегрированной информационной системы, созданной на основе единой программной среды.

Другим важным направлением развития гидрогеологических ИС, помимо информационной базы моделирования, является разработка систем информационной поддержки государственного управления и регулирования недропользования. Они реализуют, главным образом, функционал информационно-поисковых систем и предназначены для учета и территориального обобщения данных о запасах, лицензиях, водоотборе.

4. Согласно сформулированным в главе 1 принципам, информационное обеспечение системы геологического изучения подземных вод включает имеющиеся знания о геолого-гидрогеологических условиях объекта исследования, нормативно-правовые требования и ограничения, методическую основу проведения работ (рис. 6).

Фактическая информация о различных показателях состояния подземных вод и их динамике представляет главную ценность геологоразведочных работ. Ее наличие определяет возможность анализа гидрогеологических условий, пересмотра или корректировки выводов авторов отчетов, использования полученных ранее данных для решения новых задач, отличающихся от стоявших перед исполнителями работ.

Информационная система должна предоставлять возможность систематизации, обобщения, преобразования и представления фактической информации для анализа гидрогеологических условий, обеспечивающего принятие эффективных инженерных и управленческих решений.

Анализ ранее полученных фактических материалов и требований нормативно-правовой базы должен играть основную роль уже на начальной стадии процесса поисков и разведки и служить основой оценки полноты и достоверности имеющейся информации для выявления недостающих данных и обоснования геологоразведочных работ - определения состава и объемов полевых исследований и их минимизации.

Применение информационных систем в гидрогеологических исследованиях должно выйти за рамки обслуживания моделирования и выдачи материалов мониторинга и недропользования.

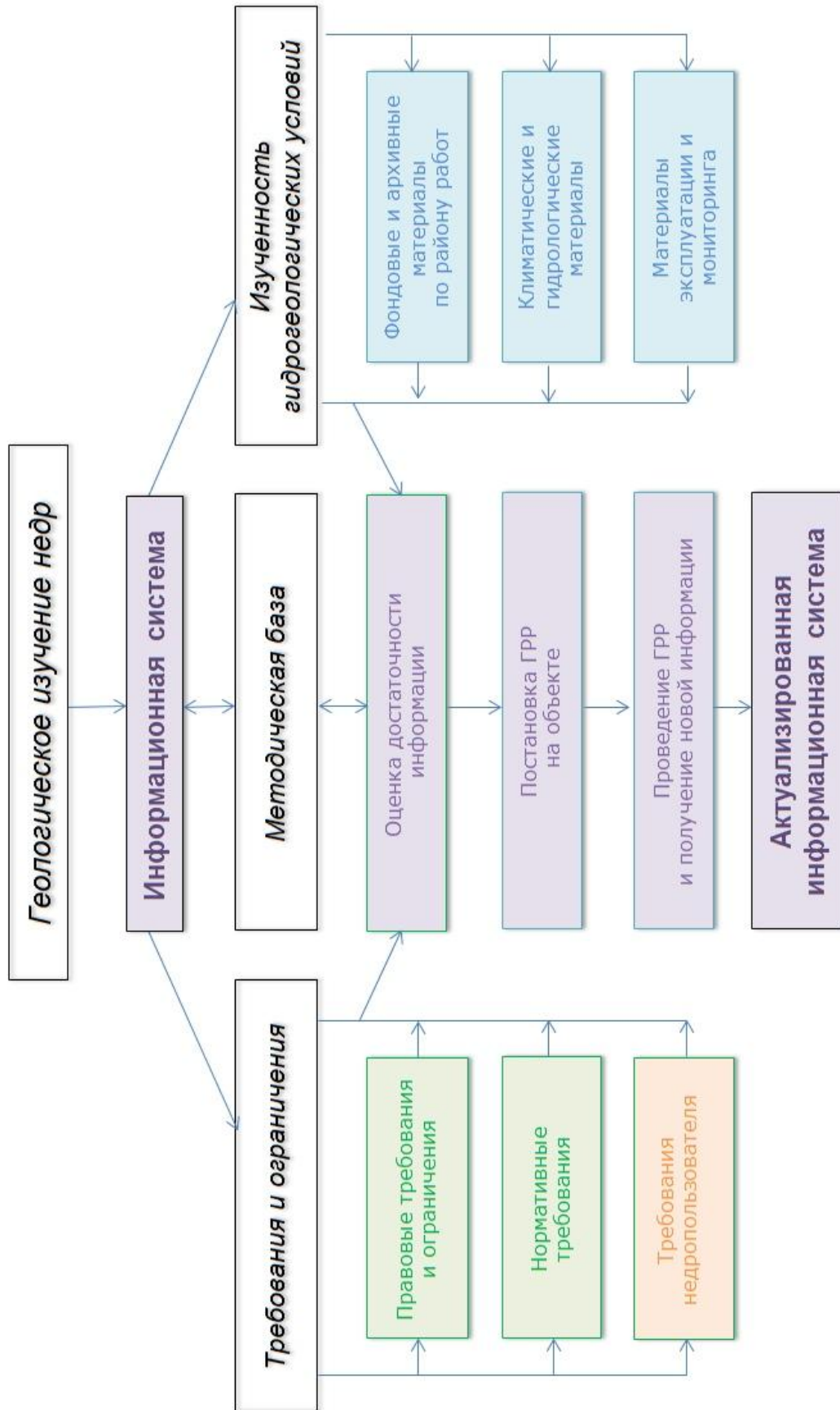


рис. 6. Информационное обеспечение геологического изучения недр

Предлагаемая концепция заключается в информационном обеспечении геологического изучения недр и создании экспертно-информационных систем, назначением которых является проведение экспертных оценок возможной величины запасов и ресурсов подземных вод.

Фактографические информационные системы

Использование информационных технологий в гидрогеологии, несмотря на многолетний опыт разработки и постоянное совершенствование технических средств, сопряжено с рядом проблем, обусловленных, в первую очередь, особенностями предметной области, таких как: наличие большого объема разнородных данных, субъективность информации и разобщенность ее логической структуры, слабая формализация задач.

Для информационных систем, применяемых при оценке запасов подземных вод, характерен ряд недостатков, основные из которых сводятся к следующему:

- неоптимальная конфигурации структуры баз данных и отсутствие единой типизации объектов;
- недостаточно четко прописанные критерии идентификации гидрогеологических объектов и информации;
- фиксированное количество видов вводимых объектов и показателей;
- недостаточно развитые средства поиска объектов и связанных данных;
- узкий спектр процедур преобразования и обобщения информации;
- ограниченный набор выходных форм;
- отсутствие инструментов анализа состава и качества информации.

В связи с этим возникает задача разработки требований к фактографическим информационным системам объектного уровня, обеспечивающим, в первую очередь, накопление и обработку фактических материалов. Особое внимание должно быть уделено учету специфических особенностей предметной области (гидрогеологических данных), осложняющих функционирование ИС.

Предлагаемые подходы к фактографическим ИС объектного уровня были реализованы в ЗАО "ГИДЭК" автором совместно с И.В.Сахаровым при разработке программно-алгоритмического комплекса (ПАК) GeoCODE (свидетельство о государственной регистрации № 2009610229 от 11.01.2009 г.). На наш взгляд, они являются комплексными и универсальными и позволят минимизировать указанные проблемы при создании аналогичных фактографических ИС объектного уровня. В их состав входят:

- строгое разграничение видов информации, объектов базы данных, их свойств, классификаторов, входных и выходных форм;
- возможность расширения состава баз данных путем создания пользователем новых объектов и новых показателей;
- критерии идентификации данных на основе "ключевых полей";
- процедуры для поддержания целостности БД, направленные на проверку уникальности, согласованности и непротиворечивости данных и их коррекцию;

- процедуры выборки объектов по комплексным признакам;
- способы обработки данных, в том числе пространственное и временное обобщение информации, формирование стандартных и специальных выходных форм, экспорт данных в ГИС и системы моделирования.

Особенностью комплекса GeoCODE является направленность на систематизацию, обобщение и анализ всей совокупности материалов, полученных по району (участку) работ при проведении гидрогеологических и других видов исследований, мониторинга окружающей среды, а также использовании недр для добычи воды и других целей.

Структура БД основана на строгом разграничении видов информации, объектов базы данных, их свойств, классификаторов, входных и выходных форм. В ее составе целесообразно выделить следующие три блока (раздела): блок информации об объектах базы данных, блок информации о состоянии природной среды, лексикографический блок. Особое внимание уделяется требованиям непротиворечивости информации об объектах БД, единства гидрогеологической стратификации и районирования.

При разработке гидрогеологических баз данных предлагается использовать типизацию объектов, предусматривающую их разделение на две категории: "информационные" и "словарные". Под термином "информационный объект" понимаются объекты, характеристики которых являются предметом хранения и обработки средствами конкретной ИС. "Словарные объекты" используются только для обобщения данных и формирования запросов.

Информационные объекты разделяются на следующие группы: природные пространственно-ограниченные объекты (месторождения и их участки, предоставленные в пользование участки недр), технические объекты (пункты наблюдения, сооружения для отбора/закачки воды), документальные объекты (отчетные материалы, протоколы геологической экспертизы, лицензии на право пользования недрами) и др.

Важнейшим вопросом устойчивого функционирования ИС является обеспечение целостности БД. С этой целью была проведена систематизация сформулированных в различных источниках по теории баз данных требований к информации (полнота, избыточность, актуальность, непротиворечивость, уникальность, динамическая непрерывность, устойчивость и др.), которые были реализованы применительно к гидрогеологическим ИС.

Внесенные в ИС данные должны быть унифицированы, взаимосвязаны и систематизированы. Для контроля уникальности информации служат разработанные критерии идентификации объектов и данных на основе так называемых "ключевых полей". Для поддержания целостности БД предусмотрен набор дополнительных процедур, направленных на проверку согласованности и непротиворечивости данных, в том числе сквозную проверку связанных объектов по общим параметрам, и их коррекцию (синхронизация пространственных

характеристик, пересчеты показателей и др.).

Разработанные методы содержательной обработки данных включают процедуры выборки объектов по комплексным признакам, обобщения переменных данных по времени, пространственного обобщения информации, формирования стандартных и специальных выходных форм, экспорта информации в ГИС и системы моделирования.

Выборка осуществляется на основе механизма, позволяющего учитывать различные типы критериев: расположение объекта, свойства объекта, привязки к другим объектам базы, наличие связанных данных и др. Некоторые примеры использования комплекса GeoCODE приведены на рис. 7.

Географические ИС и геолого-картографическое моделирование

Согласно Де Мерсу, традиционный подход к картам, "парадигма сообщения", подразумевал, что сама карта является конечным продуктом. При этом пользователю не доступны как возможность работы с данными, так и собственно исходная информация. Альтернативный подход, "аналитическая парадигма", основан на идее, что карта должна не только сообщать информацию, но и позволять анализировать и обрабатывать ее для получения большей отдачи при изменившихся обстоятельствах или потребностях.

Этот подход получил всестороннее развитие на базе достижений компьютерной техники, что наиболее ярко проявляется при использовании ГИС - информационных систем, предназначенных для управления пространственно-распределенными данными.

Важнейшим свойством ГИС является наличие инструментов "картографического моделирования", под которым понимается использование взаимодействующих, упорядоченных пространственных операций, как элементарных, так и сложных логическо-математических функциональных действий над картографическими объектами, способность комбинировать представление информации нескольких выбранных тем.

ГИС рассматриваются в качестве инструмента решения прикладных задач - с целью получения новой информации - картографических материалов синтетического и аналитического характера. Современные геоинформационные системы расширили использование карт через замену их большим числом цифровых картографических слоев с взаимосвязанными темами. Эти слои могут быть автоматически проанализированы, а их тематическое наполнение объединено для получения информации, необходимой специалистам, принимающим решения (О.В.Митракова, Д.Б.Аракчеев).

Наибольшее применение из инструментов пространственного моделирования в гидрогеологических исследованиях нашел метод наложения полигональных (и других типов) покрытий, обеспечивающий передачу атрибутов объектов полигонам результирующей темы.

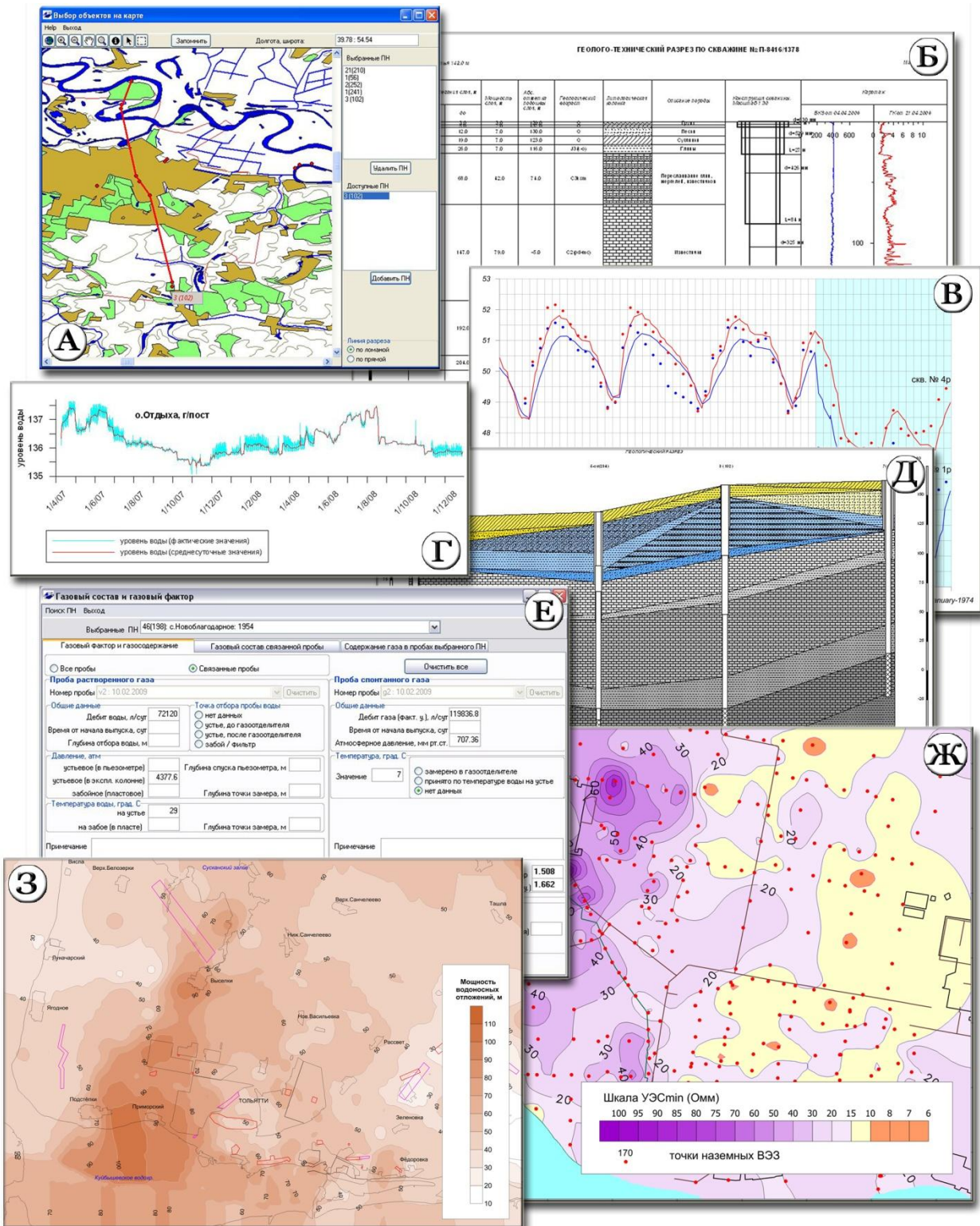


Рис. 7. Примеры использования комплекса GeoCODE: выбор скважин для построения разреза (А); геологический разрез (Б); геолого-технический разрез (В); расчет газового состава и газового фактора (Г); карта-схема мощности водоносных отложений (Д); хронологический график уровня воды (Е); сопоставление модельных и фактических уровней (Ж); схема участков засоления пород зоны аэрации (З)

В качестве примеров использования геолого-картографического моделирования можно выделить решение таких задач, как оценка уязвимости/защищенности подземных вод и гидрогеоэкологическое прогнозирование. Вопросы регионального геолого-картографического моделирования при оценке РППВ рассмотрены в главе 4.

Выводы и предложения

1. При изучении ресурсного потенциала подземных вод первостепенную роль играет информационная обеспеченность принимаемых решений и совершенство используемых методов обработки данных. Оптимальным способом хранения, анализа и обработки материалов гидрогеологических исследований является создание информационных систем.

Прогресс компьютерных технологий многократно повысил эффективность ИС и позволил сделать их доступным для массового использования. Однако в настоящее время их применение ограничено обеспечением математического моделирования и выдачей материалов мониторинга и недропользования.

Предлагаемая концепция заключается в создании экспертно-информационных систем оценки запасов и прогнозных ресурсов подземных вод и базируется на следующих положениях:

- интегрирование всей совокупности знаний о геолого-гидрогеологических условиях объекта исследования, правовых и технических требованиях и ограничениях, методической базе проведения работ;

- оценка полноты и достоверности имеющейся информации на предпроектной стадии для выявления недостающих данных и обоснования методики и объемов геологоразведочных работ с учетом норм, установленных регламентирующими документами;

- систематизация, обобщение, преобразование и представление фактической информации для анализа гидрогеологических условий, обеспечивающего принятие эффективных инженерных и управленческих решений.

2. Использование информационных технологий в гидрогеологии сопряжено с рядом проблем, обусловленных особенностями предметной области. Предлагаемые требования к фактографическим ИС объектного уровня, в том числе к составу информации и структуре баз данных, обеспечению устойчивого функционирования, процедурам поддержания их целостности и способам обработки информации, были реализованы при разработке ПАК GeoCODE. Они являются комплексными, универсальными и позволяют минимизировать указанные проблемы при создании аналогичных фактографических ИС.

3. Широкое применение в гидрогеологических исследованиях находят географические ИС, важнейшим свойством которых является наличие инструментов пространственного моделирования. Функционал ГИС позволяет использовать их для геолого-картографического моделирования, возможности которого незаменимы при оценке ресурсного потенциала подземных вод.

4. РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОССИИ

Основные этапы и методика проведения оценок РППВ

Концептуально региональные оценки эксплуатационных ресурсов/запасов, или, в современной терминологии, ресурсного потенциала, восходят к первой Классификации запасов подземных вод и, еще глубже – к первым отечественным классификациям запасов твердых полезных ископаемых и углеводородов. Государственная политика была направлена на максимально полный учет полезных ископаемых, в том числе еще не разведанных районов, чему изначально соответствовали запасы категории C_2 , затем – "прогнозные ресурсы", а в 2000-х годах – "ресурсный потенциал".

В разработку методики оценки прогнозных ресурсов и ее реализацию большой вклад внесли Н.Н.Биндеман, Ф.М.Бочеввер, Л.С.Язвин, Б.В.Боревский, М.А.Хордикайнен, В.Д.Гродзенский, М.П.Полканов, С.М.Семенова-Ерофеева, А.Н.Клюквин, Д.И.Ефремов, В.К.Гохберг, И.С.Пашковский, С.С.Мирзаев, В.М.Шестопалов, В.И.Иодказис, Д.И.Пересунько, И.И.Крашин, В.С.Плотников и многие другие специалисты.

История региональных оценок возможного суммарного отбора подземных вод насчитывает более 50 лет. Первоначально методика была разработана Н.Н.Биндеманом и Ф.М.Бочеввером и заключалась в проведении аналитических расчетов применительно к равномерной сетке размещения водозаборов с шагом 5 км. При этом водоотбор формировался только за счет емкостных запасов.

В 1970-х годах проводилась региональная оценка эксплуатационных запасов по крупным регионам на базе рекомендаций по региональной оценке прогнозных ресурсов для слабо- (1971) и хорошо изученных районов (1972). Дополнительно к емкостным запасам учитывались естественные и привлекаемые ресурсы.

В 1995 г. "ГИДЭК" (Б.В.Боревский, Л.С.Язвин) была разработана новая методика, базирующаяся на учете только питания водоносного горизонта (естественных ресурсов) и привлекаемых ресурсов, формирующихся за счет поверхностных вод. Данная методика учитывает как общую величину обеспеченности ресурсов подземных вод, так и принципиальную возможность их отбора. Оценка выполняется на неограниченный период эксплуатации.

Таким образом, методика региональной оценки постоянно совершенствовалась. При этом принципы расчетов ресурсов по условным сеткам не потеряли своей актуальности до настоящего времени. Основные положения современной (1995 г.) методики заключаются в следующем:

1. Основой региональных оценок является предварительное районирование на базе структурно-тектонического строения территории и гидрогеологических особенностей формирования ресурсов подземных вод.

2. При оценке величины РППВ определяется возможная доля изъятия естественных ресурсов водозаборными сооружениями, которая характеризуется коэффициентом использования α . Его значения зависят от ряда факторов:

геологическое строение разреза, гидравлический характер горизонтов, фильтрационные параметры, мощность отложений, допустимое понижение, принятое расстояние между водозаборными сооружениями (R_k).

3. Важнейшим фактором формирования РППВ является собственно величина питания подземных вод. Отождествление модуля естественных ресурсов и модуля подземного стока в реки существенно занижает величину питания, так как разгрузка в речную сеть представляет собой только один из элементов расходования подземных вод. Оценка питания должна выполняться также на основе данных по инфильтрации атмосферных осадков, расходам подземного потока, по материалам эксплуатации водозаборов, наблюдений за режимом подземных вод, математического моделирования.

4. В долинах рек, где возможна эксплуатация береговых водозаборов, рассчитывается линейный модуль ресурсного потенциала. Его величина зависит от водопроницаемости водоносного горизонта, допустимого понижения уровня, сопротивления русловых отложений и схемы водозабора. Она не должна превышать пропускную способность русловых отложений и меженный сток реки с учетом его допустимых изменений.

Разработанная в 1995 г. Б.В.Боревским и Л.С.Язвиным методика была реализована на рубеже XX и XXI веков для всей территории страны. Исследования по оценке РППВ проводились территориальными геологическими организациями в каждом субъекте РФ. Помимо аналитических расчетов, использовалось математическое моделирование и метод аналогии.

Использование геолого-картографического моделирования

Анализ полученных результатов показал, что методика оценки ресурсного потенциала требует дальнейшего развития и совершенствования, в первую очередь - унификации подходов к оценке питания подземных вод и выбора шага расчетных сеток в граничащих между собой субъектах РФ. Целью выполненных исследований являлась разработка и реализация методики геолого-картографического моделирования при картировании и оценке РППВ. Основные направления совершенствования методики заключались в:

- уточнении и унификации расчетных величин естественных ресурсов,
- корректировке расчетного шага сетки для смежных территорий субъектов Федерации и пересчете оцененных величин РППВ;
- подразделении подсчитанных величин ресурсного потенциала на эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы.

На основе материалов по отдельным субъектам проводилось построение цифровой кондиционной карты ресурсного потенциала территории РФ масштаба 1:2 500 000. Ресурсный потенциал подземных вод определен на основе созданной карты исходя из величин площади расчетных участков с соответствующими значениями модулей. Прогнозные ресурсы определены как разность между величинами ресурсного потенциала и поставленных на учет запасов подземных

вод. Детальность выполненной оценки согласно действующей "Классификации..." соответствует изученности прогнозных ресурсов *категории Р₃*.

Для обобщения и анализа всей совокупности сведений о ресурсном потенциале подземных вод, создания цифровой карты РППВ и подсчета его величины по отдельным территориям автором разработана специальная методика и (совместно с Т.П.Хачиян) технология геолого-картографического моделирования на основе картографических и фактографических баз данных гидрогеологической информации. В этом состоит принципиальное отличие методики создания карты РППВ от реализованной в 1995-2002 г.

Вся информация сведена в два независимых блока, различающихся составом данных, целевым назначением и картографическим представлением содержащихся в них объектов: **БД ресурсного потенциала** подземных вод (БДРП) и **БД эксплуатационных запасов** подземных вод (БДЭЗ).

В составе обоих блоков выделены два уровня информации. К первому уровню относится **исходная информация** (картографическая и фактографическая), содержащаяся в отчетах по территориям субъектов РФ и протоколах экспертизы запасов. Ко второму уровню относится **генерализованная информация**, служащая основой для построения цифровой модели карты ресурсного потенциала РФ и оценок ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов.

Под цифровой моделью карты (ЦМК) понимается цифровое представление всех пространственных объектов, соответствующее информационной нагрузке тематических карт, полностью и адекватно отображающее ее геометрию, пространственное расположение, качественные и количественные характеристики, так чтобы при визуализации ЦМК возможно было получить изображение, максимально адекватное оригиналу.

База данных эксплуатационных запасов подземных вод

БДЭЗ создана средствами ПАК GeoCODE и предназначена для ввода и хранения данных об утвержденных запасах подземных вод. В ее состав входят месторождения подземных вод и участки месторождений, непосредственно к которым отнесена гидрогеологическая информация. В рамках решаемой задачи в картографических материалах используется точечное представление объектов на основе координат центров МПВ.

БД эксплуатационных запасов первого уровня создавалась как фактографическая, затем подлежащая отображению на картах информация экспортировалась в картографическую базу данных. Информационное наполнение данного блока выполнено по материалам государственного учета.

Генерализация информации, содержащейся в БДЭЗ первого уровня, заключалась в объединении участков МПВ в соответствующие им месторождения и слиянии информации при переходе к базе данных второго уровня, для чего была

разработана специальная процедура. На основе фактографической БД запасов подземных вод был создан тематический слой месторождений, переданный в картографическую БД. На карте отображались только *крупные месторождения*, то есть наиболее значимые для каждого из субъектов РФ. Помимо этого, были выделены месторождения и участки в долинах рек – для подсчета запасов и ресурсного потенциала участков размещения *береговых водозаборов*.

База данных ресурсного потенциала подземных вод и методика картографического моделирования

БДРП включает взаимосвязанные картографические и фактографический блоки. В основу ее создания положены исходные картографические и табличные материалы, составленные в 1996-2001 г. геологическими организациями субъектов РФ в масштабе от 1:200 000-1:500 000 до 1:2 500 000.

Первичные базы данных создавались в виде наборов независимых слоев для каждого субъекта федерации. Характеристики гидрогеологических параметров и показателей, содержащиеся в исходных картах, использовались в качестве основной информации при проведении картографического моделирования.

Пространственной единицей при подсчете модулей и величин РППВ является расчетный участок, для выделения которого в качестве критериев принимаются такие показатели, как величина питания, количество горизонтов, гидрогеологические параметры, интенсивность перетекания, допустимое понижение уровня, принятое расстояние между водозаборами и др.

Расчетные участки были выделены, главным образом, при оценке прогнозных ресурсов подземных вод по территориям тех субъектов РФ, где оценка РППВ осуществлялась гидродинамическим методом. Каждый расчетный участок связан с фактографической БД, содержащей все принятые при расчетах параметры. Результатом моделирования для каждого субъекта является полигональный слой ресурсного потенциала подземных вод (рис. 8).

Согласно подготовленной методике геолого-картографического моделирования работы по картированию и оценке РППВ территории Российской Федерации включают основные этапы, отраженные в блок-схеме на рис. 9.

Разработанная методика упрощает процедуры подсчета ресурсного потенциала, позволяет проводить корректирование исходных данных и вносить изменения в результаты оценок. Созданные картографические модели, сопровождаемые фактографическими и картографическими базами данных, можно рассматривать как постоянно-действующие, аналогичные используемым при численном моделировании процессов геофильтрации.

Также разработанная методика позволяет выполнить оценку РППВ применительно к любому виду районирования: для речных бассейнов разного порядка, водохозяйственных участков, природно-географических зон страны.

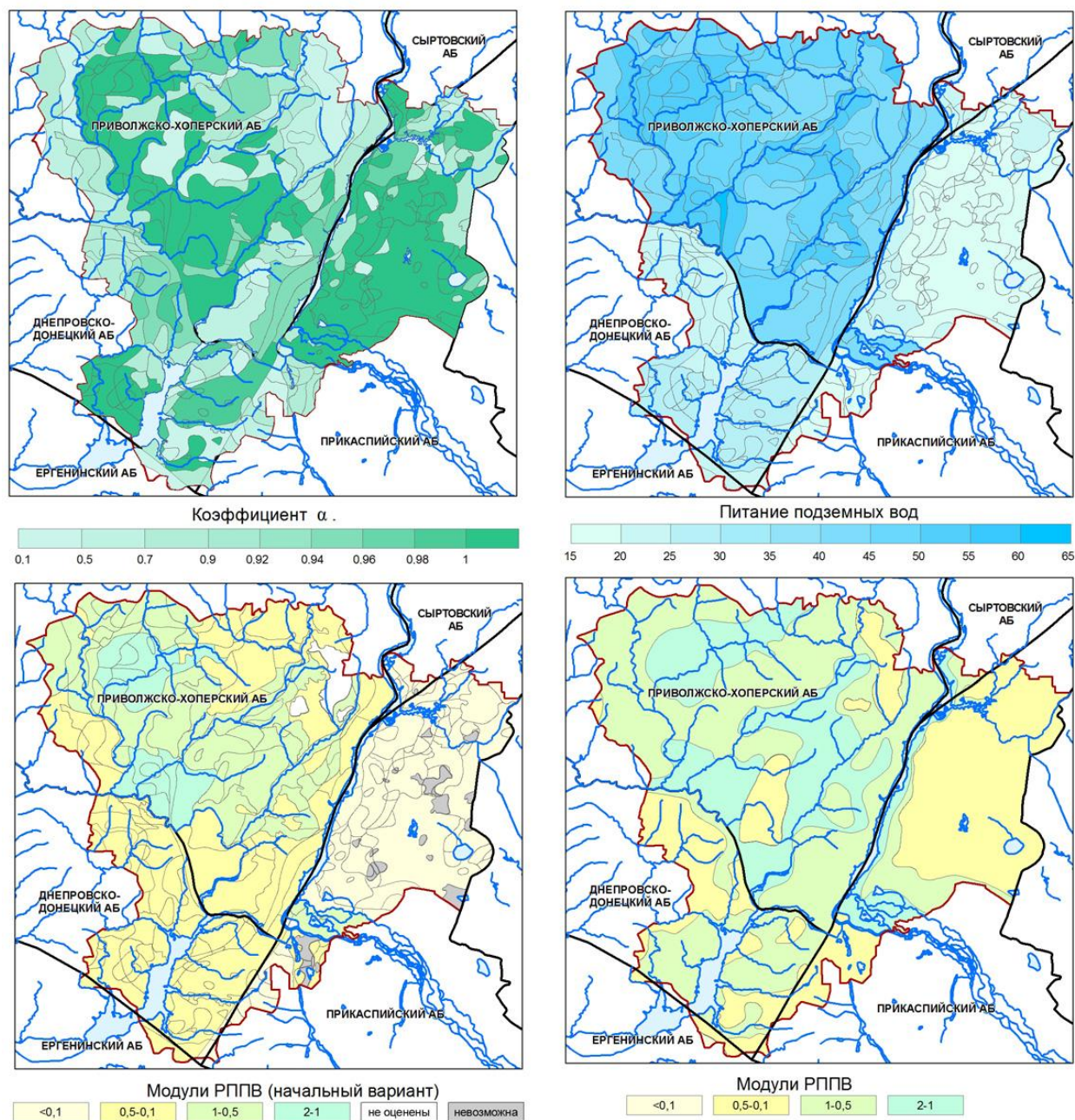


Рис. 8. Использование геолого-картографического моделирования при оценке ресурсного потенциала территории Волгоградской области

Результаты картирования и оценки РППВ

По итогам проведения работ были получены следующие результаты:

- подготовлена цифровая карта ресурсного потенциала подземных вод РФ м-ба 1 : 2 500 000, топологически увязанная и адаптированная к топографической основе, административному и гидрогеологическому районированию.
- уточнен ресурсный потенциал подземных вод на территории России в целом, гидрогеологическим структурам I и II порядка и субъектам РФ; выполнено его подразделение на эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы.

Основными факторами, определяющими условия формирования и распределения РППВ, являются: тип гидрогеологической структуры, величина питания подземных вод, параметры водоносных горизонтов.

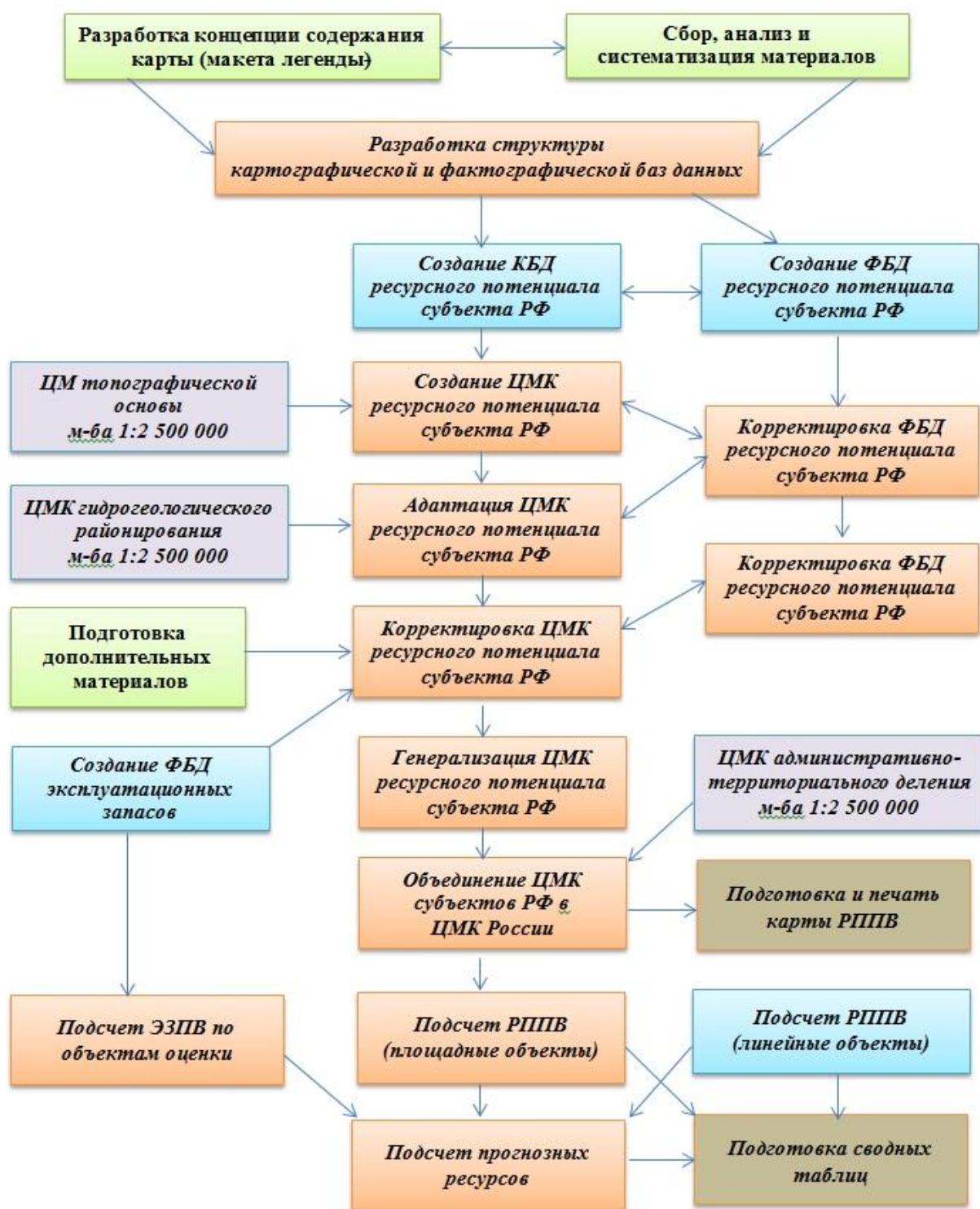


Рис. 9. Блок схема оценки и картирования РППВ

На итоговой карте показаны площадные модули ресурсного потенциала, территории распространения вод с различной минерализацией, границы областей развития многолетнемерзлых пород с различной площадью таликовых зон, крупные месторождения, а также приведены суммарные значения РППВ по гидрогеологическим районам (структурам). Фрагмент карты показан на рис. 10.

Европейская часть РФ относится преимущественно к территории сплошного распространения горизонтов, в горных регионах водоносные горизонты имеют

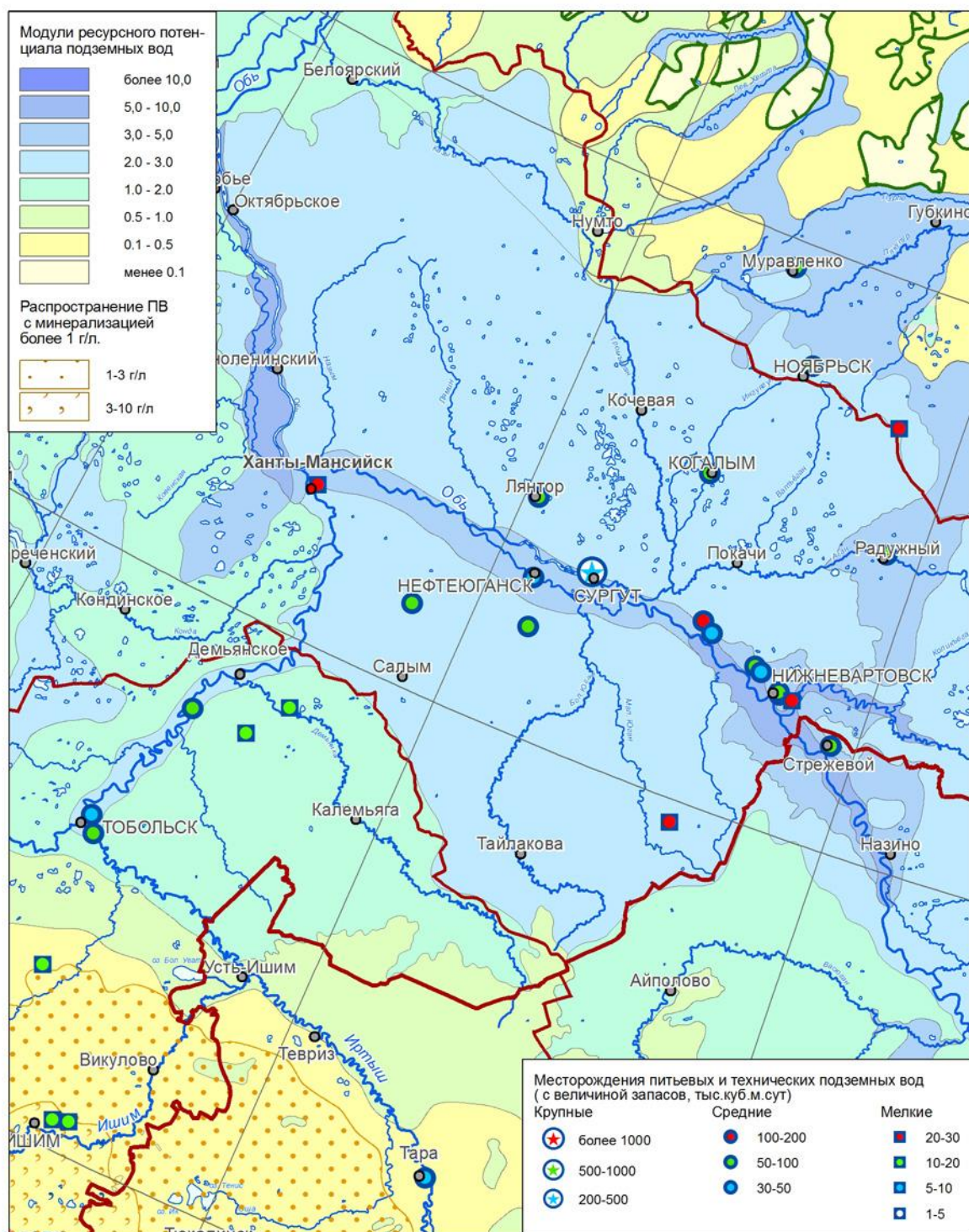


Рис. 10. Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" центральной части Западно-Сибирского артезианского бассейна.

локальное развитие. Преобладающие значения модулей $0.8-1.2 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$, территории с максимальными ($2-3$ и $3-5 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$) и минимальными (менее $0.1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$) величинами занимают приблизительно по 10% площади.

В Азиатской и на Крайнем Севере Европейской части одним из основных факторов, определяющих формирование РППВ, является широкое развитие многолетнемерзлых пород, подчиненное в целом широтной зональности.

Принятые значения модуля (менее $0.1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$) являются интегральной площадной оценкой, но характеризуют только возможность наличия локальных таликов. Значение модуля РППВ в Азиатской части составляет менее $0.5 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ (преимущественно менее $0.1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$). Для расположенных южнее горных областей характерны значения $0.1-0.5$ и $0.5-1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$. Горизонты сплошного распространения характеризуются значениями модуля $2-3$ и $3-5 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$.

На основе полученных материалов были оценены закономерности распространения ресурсного потенциала подземных вод по гидрогеологическим структурам, Федеральным округам и субъектам Федерации. Российская Федерация обладает весьма существенным ресурсным потенциалом подземных вод, составляющим около $1000 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$ или более $365 \text{ млн. кубометров}$ в год.

Немногом более $60 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$ из них (5%) приходится на участки возможного размещения береговых водозаборов (в т.ч. $20 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$ – на месторождения с оцененными запасами). По субъектам РФ диапазон изменения модулей составляет от 0.04 (Таймыр) и $0.1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ (Карелия, Эвенкия, Чукотка) до $3.6 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ (Кабардино-Балкария).

Подсчитанный ресурсный потенциал на территориях распространения солоноватых подземных вод составляет менее $35 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$, т.е. порядка 3% от общей величины. Наибольшую роль воды с минерализацией более 1 г/л могут играть при водоснабжении таких субъектов РФ, как Республика Калмыкия, Курганская, Астраханская, Ростовская области и ряд других.

Величина состоящих на учете запасов по состоянию на 01.01.2013 г. – $93 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$. Таким образом, средняя для РФ разведанность ресурсного потенциала – менее 10%. По отдельным субъектам РФ она меняется от первых единиц до 90%. Средний модуль по территории России (без учета участков береговых водозаборов) составляет $0.7 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$. По федеральным округам он меняется от 0.4 (Дальневосточный ФО) до 1.3 (Приволжский и Уральский ФО) $\text{л/с}\cdot\text{км}^2$.

Данные результаты получены при проведении мелкомасштабных исследований и лишь в малой степени характеризуют неравномерность распределения РППВ в пределах отдельных территорий. Между тем, при оценке перспектив водоснабжения важнейшее значение имеют вопросы качества подземных вод (отсутствие пресных подземных вод, наличие микрокомпонентов в превышающих ПДК количествах); развитие многолетнемерзлых пород и др. Для учета перечисленных факторов и оценки обеспеченности отдельных районов и населенных пунктов требуется проведение более детальных исследований.

Выводы и предложения

Разработка мелкомасштабной карты РППВ России является одним из этапов решения задачи управления подземными водными ресурсами. Результаты выполненной оценки могут использоваться для решения таких задач как:

- определение обеспеченности населения и объектов промышленности

подземными водами для различных территориальных образований;

- ведение учета ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов;
- оценка возможной доли использования подземных вод при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов;
- принятие решений по выбору стратегии использования подземных вод: строительство водопроводов, водоподготовка "на месте", совместное использование подземных и поверхностных вод;
- планирование и постановка поисково-оценочных работ;
- эффективное функционирование системы лицензирования пользования недрами в области изучения, добычи и использования подземных вод.

Карта РППВ является результирующей, интегрирующей и осредняющей данные, содержащиеся в информационной системе. На основе созданных баз данных в зависимости от набора имеющейся информации для любой интересующей площади или района может быть дана экспертная оценка потенциальных возможностей использования подземных вод.

Разработанная методика предполагает возможность создания постоянно-действующих картографических моделей, позволяющих производить корректирование исходных данных и оперативное внесение изменений в результаты оценок на основе вновь полученной информации.

Карта ресурсного потенциала должна найти применение при решении вопросов совместного использования подземных и поверхностных вод с учетом оценки их взаимовлияния на основе определения коэффициентов сокращения речного стока (М.М.Черепанский, 2005).

Для получения более полной и объективной картины детальность изучения ресурсного потенциала должна быть увеличена. Важнейшей задачей является оценка РППВ для вододефицитных районов, где отсутствуют кондиционные или близкие к ним по качеству воды. Предложенная методика, с некоторыми модификациями, может использоваться для построения мелкомасштабных и среднемасштабных карт любых оцениваемых территорий.

Заключение

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Показано, что неотъемлемым элементом системы геологического изучения ресурсного потенциала подземных вод является нормативная-правовая база, которая в значительной степени определяет задачи, методологию и результаты геологоразведочных работ. Ее совершенствование должно производиться на основе отнесения к закону "О недрах" всех вопросов изучения и добычи подземных вод, согласования с другими Законами и Кодексами, упорядочения многочисленных подзаконных актов с учетом дифференциации требований в соответствии с масштабом объекта и степенью его изученности. Оптимальным решением является разработка специального закона "О подземных водах".

2. Обосновано сокращение количества категорий эксплуатационных запасов за счет исключения категорий А и С₂, что позволяет установить четкую схему стадийности геологоразведочных работ, согласующую тип объекта изучения, вид пользования недрами и стадийность разработки проектных документов.

Разработаны критерии выделения групп балансовых и забалансовых запасов; обоснованы принципы выделения границ месторождений; обоснован отказ от разделения подземных вод на питьевые и технические в сочетании с проведением технологических и геолого-экономических исследований; показана необходимость исследования защищенности водозаборов от загрязнения.

3. Разработана принципиально новая методология использования информационных технологий, заключающаяся в создании экспертно-информационных систем оценки запасов и прогнозных ресурсов подземных вод, интегрирующих знания о геолого-гидрогеологических условиях объекта, правовые и технические требования, методическую основу проведения работ.

Основными направлениями их использования являются оценка имеющейся информации на предпроектной стадии для постановки геологоразведочных работ и обработка фактической информации для анализа гидрогеологических условий.

4. Разработана методика геолого-картографического моделирования и создания постоянно-действующих картографических моделей ресурсного потенциала, базирующаяся на возможности корректирования исходных данных и внесения изменений в результаты оценок на основе вновь полученных материалов геологоразведочных работ и региональных исследований.

В результате применения разработанной методики создана "Карта ресурсного потенциала пресных подземных вод Российской Федерации" масштаба 1:2 500 000, выполнена его оценка по гидрогеологическим структурам I и II порядка и территориям субъектов РФ с подразделением на эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы.

Основные направления дальнейших исследований должны включать:

- совершенствование правовых норм отраслей законодательства, регулирующих изучение, добычу, использование и охрану подземных вод;
- разработку "Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод", нормативных и методических документов по проведению технологических исследований подземных вод и геолого-экономической оценке месторождений и установлению их границ;
- создание и внедрение экспертно-информационных систем оценки запасов и ресурсов подземных вод, позволяющих сократить объемы работ за счет полноценного использования материалов предшествующих исследований и их всестороннего анализа;
- детализацию ресурсного потенциала с определением величины прогнозных ресурсов по категориям Р₂ и Р₁, с их разделением по водоносным горизонтам и комплексам, а также по классам качества подземных вод.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

Монографии

1. Обработка данных опытных гидрогеодинамических работ: опытно-фильтрационные опробования // в кн. "Гидрогеодинамические расчеты на ЭВМ". Ред. Штенгелов Р.С., М.: изд. МГУ, 1994. - с. 161-189. Соавторы Веселова В.Л.
2. Ресурсы и использование пресных подземных вод в Российской Федерации // в кн. "Подземные воды мира: ресурсы, использование, прогнозы". Ред. Зекцер И.С., М.: Наука, 2007. - с. 163-189. Соавторы Боровский Б.В., Язвин Л.С.
3. Возобновляемые подземные водные ресурсы // в кн. "Водные ресурсы России и их использование". Ред. Шикломанов И.А., С-Петербург, 2008. - с. 229-281. Соавторы Боровский Б.В., Зекцер И.С., Язвин Л.С.
4. Оценка и картирование эксплуатационных ресурсов и ресурсного потенциала пресных подземных вод // в кн. Зекцер И.С. и др. "Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. Современное состояние и перспективы использования в России". М.: Научный мир, 2012. - с. 38-69. Соавторы Боровский Б.В.
5. Карта ресурсного потенциала пресных подземных вод России. Масштаб 1:5 000 000. М., ЗАО "ГИДЭК", 2012. Соавторы Боровский Б.В., Хачиян Т.П. и др.

Свидетельства

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009610229 от 11.01.2009 г. "GeoCODE", Роспатент, 2009. Соавторы: Сахаров И.В.

Статьи в реферируемых журналах из списка ВАК:

7. Роль разломов в формировании фильтрационных неоднородностей верхнего гидрогеологического этажа. // Разведка и охрана недр. - 2003. - №10. - с. 34-38. Соавторы: Крапивнер Р.Б., Плугина Т.А.
8. Обоснование численной геофильтрационной модели Тольяттинского месторождения подземных вод. // Разведка и охрана недр. - 2003. - №10, с. 41-44.
9. Основные результаты поисков подземных вод для удовлетворения питьевых потребностей п.Тура. // Разведка и охрана недр. - 2005. - №11, с. 30-33. Соавторы: Кадамцева Т.Н., Козак С.З., Сидоркин В.В., Федулова А.М.
10. Геоэкологическая оценка отдаленных последствий аварийного выброса водонефтяной смеси из добывающей скважины месторождения углеводородов и разработка проектных решений по локализации очага загрязнения. // Разведка и охрана недр. - 2005. - №11, с. 54-57. Соавторы: Устинова Г.В., Шуваткин К.Н.
11. Изменение гидрогеологических условий территории Западно-Сибирского металлургического комбината и обоснование принципиальной схемы общеплощадочного дренажа. // Разведка и охрана недр. - 2005. - №11, с.59-61. Соавторы: Черняк А.Г.
12. Северо-Западный Федеральный округ. Подземные воды: состояние обеспеченности питьевыми и техническими водами. // Минеральные ресурсы России. - 2008. - №4, с.88-93. Соавторы: Пугач С.Л., Боровский Б.В.
13. Принципы определения границ месторождений подземных вод. // Разведка и охрана недр. - 2010. - №10, с.9-14. Соавторы: Боровский Б.В., Боровский Л.В.
14. Характеристика программно-алгоритмического комплекса GeoCODE. // Разведка и охрана недр. - 2010. - №10, с. 42-47. Соавторы: Сахаров И.В.

15. Ресурсный потенциал питьевых подземных вод Уральского Федерального округа. // "Минеральные ресурсы России" - 2010. - №6, с.8-13. Соавторы: Пугач С.Л., Боровский Б.В., Палкин С.С.
16. Основные этапы развития учения об оценке эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод в СССР и современной России. Прошлое, настоящее, будущее. // Недропользование XXI век. - 2012. - №2, с.44-54. Соавторы: Боровский Б.В.
17. Кондиционные и некондиционные питьевые и технические подземные воды. Проблемы изучения, назначения использования, нормативной базы. // Разведка и охрана недр. - 2012. - №11, с. 18-26. Соавторы Боровский Б.В.
18. Особенности методики оценки эксплуатационных запасов подземных вод в районах их интенсивной эксплуатации (на примере Московского региона). // Разведка и охрана недр. - 2012. - №11, с. 3-13. Соавторы: Боровский Б.В.
19. Опыт переоценки запасов и прогнозных ресурсов минеральных вод Ессентукского и Бештаугорского месторождений. // Недропользование XXI век. - 2013. - №2, с.37-45. Соавторы: Абрамов В.Ю., Боровский Б.В., Ершов Г.Е.
20. Общие требования к фактографическим информационным системам объектного уровня при изучении и использовании подземных вод. // Геоинформатика. - 2013. - №4, с. 57-64. Соавторы: Сахаров И.В.
21. Критический Обзор нормативных документов, регламентирующих изучение и использование питьевых и технических подземных вод. // Разведка и охрана недр. - 2014. - № 5, с.3-10
22. Экспертные оценки возможности использования карт ресурсного потенциала подземных вод при разработке схем комплексного использования и охраны водных ресурсов. // Разведка и охрана недр. - 2014. - № 5, с.29-32. Соавторы: Боровский Б.В., Черепанский М.М.
23. Еще раз об упрощенных требованиях к оценке запасов подземных вод на участках недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами: состояние проблемы и пути решения. // Разведка и охрана недр. - 2014. - № 5, с.32-39. Соавторы: Боровский Б.В.

Основные статьи в научных сборниках

24. Интерпретация опытных откачек в долине р.Кафирниган. // "Гидрогеологические исследования в межгорных впадинах Южного Таджикистана". Москва, 1991. - с.67-104. Соавторы: Веселова В.Л., Шестаков В.М.
25. Изучение и оценка гидрогеоэкологических условий Приокского месторождения подземных вод для водоснабжения г.Москвы и южной группы городов Московской области. // "Материалы международного конгресса "Вода: экология и технология". Москва, 1994. Соавторы: Клюквин А.Н., Лазаренко В.Н., Боровский Б.В. и др.
26. NISHE: новая модель для оценки гидрогеоэкологических воздействий. // "Материалы 3 международного конгресса "Вода: экология и технология". Москва, 1998. Соавторы: Мюлеман А.Ф.М., Жоров А.А.
27. Исследования влияния антропогенеза на условия формирования эксплуатационных запасов подземных вод (на примере Тольяттинского месторождения). // В кн. "Проблемы гидрогеологии XXI века: наука и образование. Сборник докладов конференции, посвященной 50-летию кафедры гидрогеологии МГУ им. М.В.Ломоносова", Москва, 2003. - с. 226-238. Соавторы: Боровский Б.В., Ершов Г.Е., Закутин В.П.

28. Задачи, методика и результаты выполненной в Российской Федерации в конце XX - начале XXI века оценки прогнозных ресурсов пресных подземных вод. // В кн. "Современные проблемы изучения и оценки эксплуатационных ресурсов питьевых подземных вод". Материалы Международной научно-практической конференции (Беларусь, Казахстан, Россия, Украина). НИЦ РПИ НАН Украины, ГИДЭК (Россия), Киев, 2008. - с. 6-13. Соавторы: Боровский Б.В., Язвин Л.С.
29. Исследование внутригодовой изменчивости условий взаимосвязи подземных и поверхностных вод на островных водозаборах г.Красноярск методом математического моделирования // В кн. "Подземные воды Востока России. Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России". Тюмень, 2009. - с.410-412. Соавторы: Беляков М.В., Караулов В.А.
30. Современные проблемы и задачи проведения поисково-разведочных работ на питьевые подземные воды". // В кн. "Подземные воды Востока России. Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России". Тюмень, 2009. - с.22-27. Соавторы: Боровский Б.В., Ершов Г.Е., Палкин С.С.
31. Оценка ресурсного потенциала питьевых подземных вод. Современные проблемы изучения и использования. // В кн. "Ресурсы подземных вод: Современные проблемы изучения и использования" (Материалы международной научной конференции. К 100-летию со дня рождения Б.И.Куделина). М., МГУ, ИВП РАН, 2010. - с.30-39. Соавторы: Боровский Б.В.
32. Повышение надежности водоснабжения населения России за счет использования ресурсов подземных вод. // В кн. "Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России" (Всероссийская научная конференция)" Краснодар, 2010. - с.117-129. Соавторы: Боровский Б.В., Зекцер И.С.
33. Результаты оценки ресурсного потенциала пресных подземных вод на территории Российской Федерации. // В кн. "Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции", Московская область, п. Зеленый, 2011. - ч.2, с. 39-49. Соавторы: Боровский Б.В.
34. Некоторые принципиальные проблемы совершенствования методики оценки эксплуатационных запасов подземных вод и ее нормативной базы (в порядке дискуссии). // В кн. "Подземная гидросфера. Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России". Иркутск, 2012. - с. 289-293. Соавторы: Боровский Б.В.
35. Экспертные оценки возможности использования подземных водных источников на основе карт ресурсного потенциала подземных вод различного масштаба. // В кн. "Материалы Каспийской международной конференции по водным технологиям", Баку, 2013. - с.67-74. Соавторы: Боровский Б.В., Зекцер И.С.
36. Переменные граничные условия при расчетах водозаборов. // В кн. "Материалы международной научной конференции "Гидрогеология сегодня и завтра: наука, образование и практика", Москва, 2013. - с. 433-442. Соавторы: Ершов Г.Е., Кувыкина Ю.Ю.
37. Разработка фактографических информационных систем объектного уровня. // В кн. "Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии" (Всероссийская научно-практическая конференция)" Москва, 2013. - с.74-76. Соавторы: Сахаров И.В.