

ЯЗВИН Александр Леонидович

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

Специальность 25.00.07 – гидрогеология

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

Научный консультант,  
доктор геолого-минералогических наук,  
Черепанский М.М.

Москва 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
|             | <b>ВВЕДЕНИЕ. Использование подземных вод для водоснабжения</b>                                      | 6   |
| <b>1</b>    | <b>ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД</b>                   | 13  |
| <b>1.1</b>  | <b>Ресурсный потенциал подземных вод<br/>Понятийно-терминологический аппарат</b>                    | 13  |
| 1.1.1       | Ресурсы и запасы подземных вод  | 13  |
| 1.1.2       | Месторождения подземных вод   | 19  |
| 1.1.3       | Классы использования подземных вод  | 22  |
| <b>1.2</b>  | <b>Система геологического изучения пресных подземных вод</b>  | 23  |
| 1.2.1       | Подземные воды как объект права   | 26  |
| 1.2.2       | Содержание системы геологического изучения пресных подземных вод                                    | 32  |
| 1.2.3       | Нормативно-правовая база в сфере законодательства о недрах  | 34  |
| 1.2.4       | Соотношение правовых норм законодательства о недрах и смежных отраслей                              | 43  |
| <b>1.3</b>  | <b>Совершенствование нормативно-правовой базы изучения ресурсного потенциала подземных вод</b>      | 61  |
| <b>2</b>    | <b>ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД</b>              | 67  |
| <b>2.1.</b> | <b>Развитие представлений об изученности эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод</b>      | 67  |
| 2.1.1       | Ранние классификации запасов полезных ископаемых  | 68  |
| 2.1.2       | Классификации СССР 1927-1942 г.   | 73  |
| 2.1.3       | Классификации запасов подземных вод   | 80  |
| 2.1.4       | Действующие зарубежные классификации запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых и углеводородов | 103 |
| 2.1.5       | Рамочная классификация ООН и сближение классификаций  | 109 |
| <b>2.2.</b> | <b>Совершенствование требований к изученности запасов подземных вод</b>                             | 113 |
| 2.2.1       | Питьевые и технические подземные воды   | 113 |
| 2.2.2       | Принципы определения границ месторождений подземных вод   | 127 |
| 2.2.3       | Оценка запасов подземных вод на участках одиночных водозаборов                                      | 142 |
| 2.2.4       | Использование данных мониторинга при оценке запасов подземных вод                                   | 155 |
| 2.2.5       | Достоверность прогнозных расчетов и балансовая принадлежность                                       | 162 |
| 2.2.6       | Охрана подземных вод от загрязнения   | 170 |
| <b>2.3</b>  | <b>Анализ структуры эксплуатационных запасов подземных вод, состоящих на государственном учете</b>  | 186 |
| <b>2.4</b>  | <b>Предложения по классификации запасов и требованиям к их изученности</b>                          | 189 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| <b>3</b>   | <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД</b>         | 201 |
| <b>3.1</b> | <b>Информационные системы</b><br>Понятия и определения   | 202 |
| <b>3.2</b> | <b>Исторический обзор использования информационных систем при проведении гидрогеологических исследований</b> | 205 |
| <b>3.3</b> | <b>Фактографические информационные системы</b>   | 222 |
| 3.3.1      | Общие положения и требования к свойствам информации  | 222 |
| 3.3.2      | Состав информации и структура фактографических баз данных  | 227 |
| 3.3.3      | Обеспечение устойчивого функционирования информационных систем и целостности баз данных                      | 237 |
| 3.3.4      | Методы обработки данных и основные направления их использования  | 240 |
| <b>3.4</b> | <b>Географические (картографические) информационные системы</b>  | 245 |
| 3.4.1      | Состав информации и структура картографических баз данных  | 246 |
| 3.4.2      | Формирование картографических баз данных   | 247 |
| 3.4.3      | Основные направления использования картографических ИС в гидрогеологии                                       | 248 |
| 3.4.4      | Геолого-картографическое (пространственное) моделирование  | 249 |
| <b>3.5</b> | <b>Предложения по разработке и использованию информационных систем</b>                                       | 253 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| <b>4</b>     | <b>РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>                              | 256 |
| <b>4.1</b>   | <b>Основные этапы проведения оценок ресурсного потенциала подземных вод</b>                | 256 |
| <b>4.2</b>   | <b>Методика оценки ресурсного потенциала подземных вод</b>                                 | 261 |
| <b>4.2.1</b> | <b>Основные положения методики (1995 г.) и полученные результаты</b>                       | 261 |
| <b>4.2.2</b> | <b>Совершенствование методики (2007 г.)</b>  | 267 |
| <b>4.3</b>   | <b>Использование геолого-картографического моделирования при оценке РППВ</b>               | 271 |
| 4.3.1        | База данных эксплуатационных запасов подземных вод   | 271 |
| 4.3.2        | База данных ресурсного потенциала подземных вод и методика картографического моделирования | 273 |
| 4.3.3        | Создание ЦМК Российской Федерации  | 276 |
| <b>4.4</b>   | <b>Результаты картирования и оценки ресурсного потенциала подземных вод</b>                | 283 |
| 4.4.1        | Карта ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации                             | 284 |
| 4.4.2        | Ресурсный потенциал подземных вод и его распределение по территории РФ                     | 285 |
| <b>4.5</b>   | <b>Использование результатов оценки РППВ и направления дальнейших исследований</b>         | 295 |

|  |                   |     |
|--|-------------------|-----|
|  | <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> | 301 |
|--|-------------------|-----|

|  |                          |     |
|--|--------------------------|-----|
|  | <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> | 303 |
|--|--------------------------|-----|

### Список рисунков

| №    | Название   | Стр. |
|------|--|------|
| 1.1  | Соотношение понятий "ресурсы", "запасы", "ресурсный потенциал" подземных вод   | 16   |
| 1.2  | Гидрогеологическая информационная система как основа проведения геологоразведочных работ                                     | 25   |
| 1.3  | Требования законодательства при проведении геологоразведочных работ  | 35   |
| 1.4  | Общая схема пользования недрами при изучении и добыче подземных вод  | 38   |
| 1.5  | Последовательность действий при проведении геологоразведочных работ  | 38   |
| 1.6  | Последовательность действий при строительстве и эксплуатации   | 38   |
| 1.7  | Соотношение норм законодательства о недрах и смежных отраслей  | 44   |
| 2.1  | Периоды действия Классификаций полезных ископаемых в СССР и Российской Федерации   | 82   |
| 2.2  | Корреляция категорий запасов / ресурсов подземных вод между Классификациями, действовавшими в различные периоды              | 87   |
| 2.3  | Классификация запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых CRIRSCO   | 105  |
| 2.4  | Диаграмма McKelvey (1972 г.)   | 105  |
| 2.5  | Классификация запасов и ресурсов углеводородов SPE   | 108  |
| 2.6  | Границы месторождений подземных вод Тольяттинской группы (план)  | 136  |
| 2.7  | Границы месторождений подземных вод Тольяттинской группы (разрез)  | 137  |
| 2.8  | Границы месторождения подземных вод Асинер (план)  | 138  |
| 2.9  | Границы месторождения подземных вод Асинер (разрез)  | 139  |
| 2.10 | Границы Архызского месторождения подземных вод (план)  | 140  |
| 2.11 | Границы Архызского месторождения подземных вод (разрез)  | 141  |
| 2.12 | Сравнение фактических и прогнозируемых показателей эксплуатации Тольяттинского МПВ   | 164  |
| 2.13 | Прогнозируемое и фактическое изменение уровней подольско-мячковского водоносного комплекса (по данным ОАО «Геоцентр-Москва») | 165  |
| 2.14 | Динамика количества МПВ (УМПВ) и запасов подземных вод   | 190  |
| 2.15 | Классификация запасов / ресурсов подземных вод. Ось геологической, технологической и экономической изученности               | 194  |
| 2.16 | Классификация запасов / ресурсов подземных вод. Ось технико-экономической эффективности освоения                             | 194  |
| 3.1  | Информационное обеспечение геологического изучения недр  | 224  |
| 3.2  | Принципиальная структура блока объектов фактографической базы данных   | 230  |
| 3.3  | Информационная структура документального блока фактографической БД   | 233  |
| 3.4  | Основные информационные связи объекта «Участок недр»   | 234  |
| 3.5  | Принципиальная структура блока информации о режиме   | 235  |
| 3.6  | Примеры использования комплекса GeoCODE  | 243  |
| 4.1  | Использование геолого-картографического моделирования при оценке ресурсного потенциала территории Волгоградской области      | 275  |

| <b>№</b> | <b>Название</b>   | <b>Стр.</b> |
|----------|---|-------------|
| 4.2      | Блок схема оценки и картирования РППВ   | 277         |
| 4.3      | Технология генерализации значения модуля РППВ (ПЭРПВ)   | 281         |
| 4.4      | Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" Центрально-Европейской части РФ. Масштаб 1:5000000  | 286         |
| 4.5      | Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" центральной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Масштаб 1:5000000                              | 287         |
| 4.6      | Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" сочленения Западно-Сибирского артезианского бассейна и Алтае-Саянской складчатой области. Масштаб 1:5000000 | 288         |
| 4.7      | Условные обозначения к "Карте ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации"   | 289         |

### Список таблиц

| <b>№</b> | <b>Название</b>   | <b>Стр.</b> |
|----------|---|-------------|
| 1.1      | Определения основных понятий  | 18          |
| 1.2      | Сроки предоставления основных государственных услуг                       | 40          |
| 1.3      | Документы, регламентирующие лицензирование пользования недрами            | 41          |
| 1.4      | Документы, регламентирующие проектирование и проведение работ             | 41          |
| 1.5      | Документы, регламентирующие подсчет и экспертизу запасов подземных вод    | 42          |
| 2.1      | Ранние Классификации запасов полезных ископаемых                          | 72          |
| 2.2      | Классификация Госплана  | 75          |
| 2.3      | Классификация запасов твердых полезных ископаемых, 1941 г.                | 76          |
| 2.4      | Классификация запасов нефти, 1932 г.                                      | 78          |
| 2.5      | Классификация запасов нефти, 1942 г.                                      | 79          |
| 2.6      | Соотношение запасов различных категорий для освоения (1983 г.)            | 92          |
| 2.7      | Критерии оценки качества питьевой воды                                    | 120         |
| 2.8      | Подразделение питьевых подземных вод на классы согласно ОК 032-2002       | 120         |
| 2.9      | Компоненты химического состава, определяющие класс питьевых подземных вод | 126         |
| 2.10     | Зависимость расчетного времени $T_m$ от природных условий (1982 г.)       | 177         |
| 2.11     | Время $T_m$ расчета границ 2-го пояса ЗСО (1995 г.)                       | 178         |
| 2.12     | Динамика запасов подземных вод по категориям за период 2004-2013 г.       | 188         |
| 2.13     | Динамика количества МПВ (УМПВ) и запасов подземных вод                    | 190         |
| 3.1      | Этапы применения ИС в гидрогеологии                                       | 206         |
| 3.2      | Типизация информационных объектов   | 228         |
| 4.1      | Структура формы "Определение РППВ (напорные горизонты)"                   | 278         |
| 4.2      | Структура формы "Определение РППВ (безнапорные горизонты)"                | 278         |

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **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 до настоящего времени не получили достаточного 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 (ИС) всю совокупность знаний об объектах исследования, нормативно-правовые требования, методическую базу проведения работ.

Таким образом, 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, создаваемых для целей геологического изучения и оценки ресурсного потенциала подземных вод;

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

### **Методика исследований**

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 эксплуатационных 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 методологических подходов к использованию 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 диссертационной 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 информационных



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 (В и С<sub>1</sub>) 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 для хозяйственно-бытового и питьевого водоснабжения.

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 г.
- научная конференция "Проблемы гидрогеологии XXI века: наука и образование". Москва, МГУ, 2003 г.
- Всероссийские конференции "Современные проблемы изучения и использования питьевых подземных вод". Звенигород, 2002, 2006 г.
- международная научно-практическая конференция "Современные проблемы изучения и оценки эксплуатационных ресурсов питьевых подземных вод". Киев, 2008 г.

- VI и VII Всероссийские съезды геологов. Москва, 2008 г., 2012 г.
- всероссийские совещания по подземным водам Востока России. Тюмень, 2009 г. Иркутск, 2012 г.
- международная научная конференция "Ресурсы подземных вод. Современные проблемы изучения и использования". Москва, МГУ, 2010 г.
- международная научно-практическая конференция "Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии". п.Зеленый, 2011 г.
- всероссийская конференция "Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии". Московская область, 2013 г.
- международная научная конференция "Гидрогеология сегодня и завтра: наука, образование и практика", Москва, МГУ, 2013 г.
- Каспийская международная конференция по водным технологиям, Баку, 2013 г.
- II съезд "Российского союза гидрогеологов" (Росгидрогео). Москва, 2014 г.

### **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 36 рисунков, 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.С.Сахарову за многочисленные идеи при программировании ИС 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 и внимание в процессе написания диссертации.

## 1. ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

### 1.1. Ресурсный потенциал подземных вод. Понятийно-терминологический аппарат

#### 1.1.1. Ресурсы и запасы 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.

Необходимо отметить, что 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.

Дискуссия о содержании и применении данных терминов продолжается, то затухая, то вновь возобновляясь, на протяжении всего существования гидрогеологии как научно-прикладной дисциплины, ориентированной на обоснование использования подземных вод. В первую очередь она является следствием главных особенностей подземных вод как полезного ископаемого – их подвижности и возобновляемости.

Подчеркнем, что речь идет о величине водоотбора, то есть об эксплуатационных ресурсах и запасах. Что касается естественных ресурсов, то относительно данного понятия (именно понятия, а не методах оценки их величины) в середине прошлого века достигнут консенсус.

Можно выделить три основных подхода при разграничении понятий "запасы" и "ресурсы": использование терминов как синонимов, различие на основе отождествления соответственно с емкостью и питанием, различие по степени изученности. Подробнейшим образом эти вопросы были рассмотрены в 1960-80-х годах [55, 110, 179]. Приведем их краткую характеристику.

1. Изначально в практической гидрогеологии при проведении разведочных работ эти термины использовались как синонимы. Красноречивым свидетельством этого являются названия статей в геологических журналах 1930-40-х годов [62, 127, 187, 188, 316].

М.Е.Альтовский в статье 1947 г. "О классификации эксплуатационных запасов подземных вод" [12] писал: "так как термины запасы и ресурсы являются синонимами, то в дальнейшем целесообразно сохранить общеизвестный русский термин запасы. Сочетание трех слов "запасы подземных вод" вполне характеризует положение о том, что в данном случае идет речь о жидком и возобновляющемся полезном ископаемом".

2. Отправной точкой дискуссии считается обоснованный Ф.П.Саваренским в классическом труде "Гидрогеология" [285] вывод о том, что возможности добычи подземных вод отличаются от объема воды в недрах – вследствие их питания. Приведем несколько цитат.

"Подземные воды не обладают постоянными запасами, как прочие полезные ископаемые, так как они возобновляются в процессе круговорота воды на земном шаре. При использовании подземных вод, например, для водоснабжения, приходится рассчитывать не на тот объем, который занимают подземные воды в земной коре или в данном бассейне или водоносном слое, а на приток подземных вод, обеспечивающий правильную эксплуатацию водных запасов... Поэтому правильнее говорить не о "запасах" подземных вод, а о "ресурсах" подземных вод, понимая под этим термином обеспечение в водном балансе данного района поступления подземных вод, и оставляя за термином "запасы" лишь определение тех количеств воды, которые находятся в данном бассейне или слое независимо от поступления воды и расхода, а в зависимости от его емкости".

Несомненно, на заре становления гидрогеологии как научного направления эти воззрения Саваренского сыграли огромную роль в понимании формирования притока подземных вод к водозаборным сооружениям. И сегодня емкость и питание рассматриваются как основные статьи балансовой структуры водоотбора.

Как в 1930-х годах (М.П.Толстой, 1937), так и в настоящее время ряд специалистов считают, что к подземным водам неприменим термин "запасы" – в первую очередь, из-за того, что он предполагает статическое восприятие воды (В.А.Всеволожский, Р.С.Штенгелов, 2003).

Из этого должно следовать, что ресурсы могут использоваться только для подвижных тел (субстанций), а запасы – для неподвижных.

На наш взгляд, не следует ставить знак равенства между запасами и емкостью (с одной стороны) и ресурсами и питанием (с другой), и тем более, отказывать термину "запасы" в праве на существование.

Подземные воды являются одновременно частью земных недр и частью общих водных ресурсов суши, поэтому целесообразно рассмотреть применение этих терминов для поверхностных вод и для других видов полезных ископаемых.

При изучении поверхностных вод основным является понятие "ресурсы", но, в то же время, оцениваются и "запасы воды в руслах рек" [70]. Для твердых полезных ископаемых и

углеводородов используются как "запасы", так и "ресурсы".

То есть в обоих случаях используются оба понятия. Для подземных вод, занимающих промежуточное положение, нет оснований отказываться от одного из них.

Несмотря на терминологическую дискуссию использование терминов как синонимов, с некоторыми нюансами, имело место вплоть до начала 1980-х годов. Например, в 1971 г. и 1972 г. были изданы Методические рекомендации по перспективной оценке эксплуатационных запасов подземных вод для хорошо- и слабоизученных районов [48, 229]. Оба документа были предназначены для проведения региональных оценок, преимущественно по категории С2, к запасам которой относились "общие ресурсы подземных вод в пределах выявленных благоприятных бассейнов, участков, площадей, структур и комплексов водовмещающих пород, ориентировочно установленные по общим геолого-гидрогеологическим данным, подтвержденным количественным и качественным опробованием в отдельных точках".

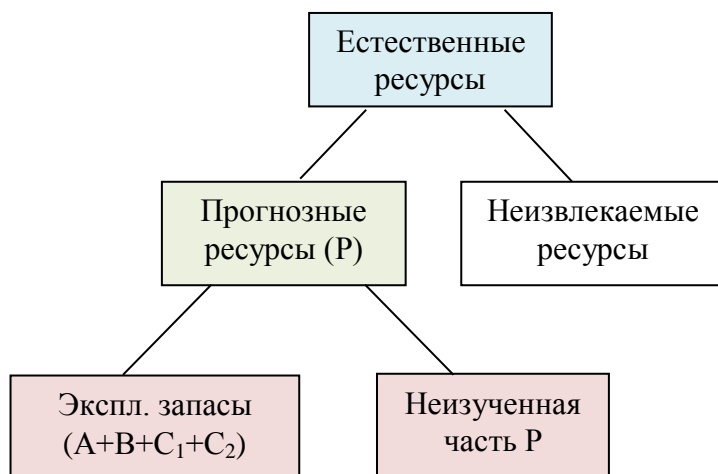
3. В 1983 г. утверждена "Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод" [157], где было проведено их разграничение по степени изученности (рис. 1.1). Прогнозные ресурсы (категория Р) оцениваются в границах артезианских бассейнов, гидрогеологических районов и отражают их потенциальные эксплуатационные возможности. Они учитывают возможность обнаружения новых месторождений, предполагаемое наличие и масштаб которых основываются на общих гидрогеологических представлениях, теоретических предпосылках и на результатах геологического и гидрогеологического картирования, гидрологических, воднобалансовых, геофизических и гидрохимических исследований. Аналогичная норма содержится в "Классификации..." 1997 г. [158].

Таким образом, граница между ресурсами и запасами проведена по масштабу объекта и, соответственно, степени его изученности. Такое разделение используется для твердых полезных ископаемых и углеводородов, как в России, так и за рубежом.

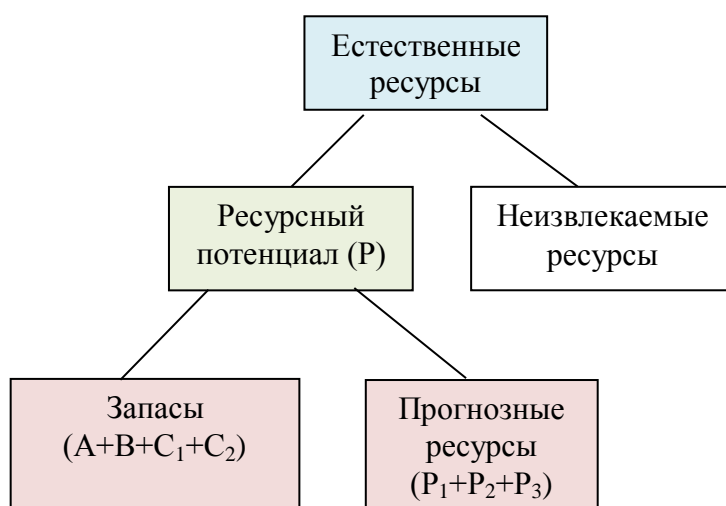
В 2002-2003 г. ЗАО "ГИДЭК" по государственному контракту с МПР России был разработан проект "Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод". В нем проведено разграничение понятий "прогнозные ресурсы" и "эксплуатационные запасы" по геолого-экономическим и геолого-техническим принципам их изучения и освоения, при этом принято, что первые являются геологическим понятием, а вторые – геолого-экономическим [27].

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы. У гидрогеологов нет монополии на толкование термина "ресурсы". Он не обязательно отражает движение изучаемого объекта. Отказ от критикуемой некоторыми авторами терминологии, используемой в классификациях запасов/ресурсов подземных вод, является еще одним шагом на пути их вывода за рамки полезных ископаемых, со всеми вытекающими последствиями.

Период 1983-2007 г.



Период после 2007 г.



Содержание понятий

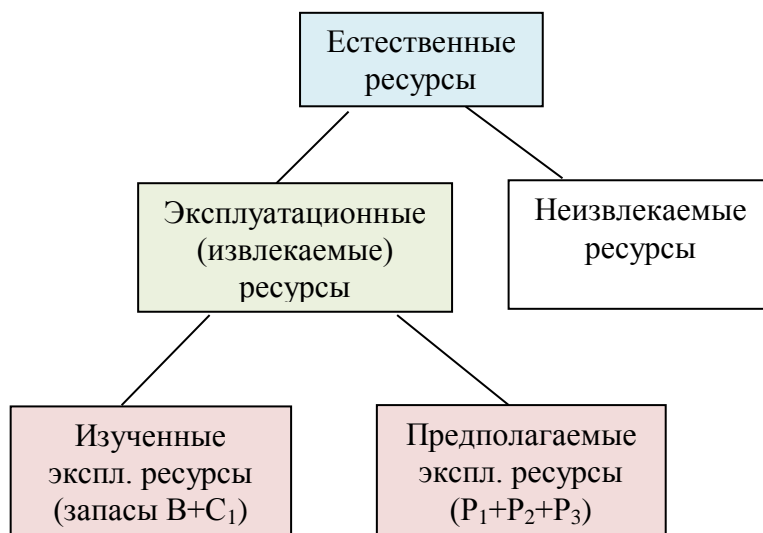


Рис. 1.1. Соотношение понятий "ресурсы", "запасы", "ресурсный потенциал" подземных вод



Следующий этап изменения терминологии приходится на рубеж 20 и 21 веков. Понятие "ресурсы" применительно к величине водоотбора воспринималось гидрогеологическим сообществом неоднозначно. Обычно в региональных исследованиях его величина принималась соответствующей величине прогнозных ресурсов, но не было ясности в том, входят ли в нее эксплуатационные запасы.

Поэтому требовалось введение нового термина – чтобы подчеркнуть различие общего потенциально возможного отбора подземных вод на рассматриваемой территории от возможного отбора, дополнительного к величине эксплуатационных запасов.

В начале 2000-х годов при проведении геологоразведочных на воду работ (одновременно с другими видами полезных ископаемых) стал широко применяться термин "ресурсный потенциал подземных вод" (РППВ) - как характеристика некоего общего располагаемого количества подземных вод на изучаемой территории.

В указанном выше проекте "Классификации...", подготовленном ЗАО "ГИДЭК", было дано определение этого понятия: "ресурсный потенциал подземных вод – суммарная величина эксплуатационных запасов и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод в пределах оцениваемых гидрогеологических районов, речных бассейнов, административных территорий, в т.ч. на участках и площадях, перспективных для локализации месторождений подземных вод. Из определения следует, что термин "ресурсный потенциал" содержательно является заменой термина "прогнозные ресурсы" в его прежнем понимании (рис. 1). Соответственно, содержание последнего термина изменилось.

В 2007 г. были утверждены "Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" [144] и методические рекомендации по ее применению [196], в которых термин "ресурсный потенциал подземных вод" получил официальное закрепление, а прогнозные ресурсы были разделены на три категории ( $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ ).

Поскольку прогнозные ресурсы самостоятельно – независимым методом - не определяются, а рассчитываются как разность между ресурсным потенциалом и эксплуатационными запасами, определение понятия РППВ нуждалось в корректировке, которая была сделана автором (табл. 1.1).

Заметим, что после выхода "Классификации..." 2007 г. в официальных нормативных документах РФ употребляются термины "запасы" и "прогнозные ресурсы". Представляется необходимым дополнить их определением "эксплуатационные", подчеркивая тем самым, что данные понятия обозначают возможный отбор подземных вод. Напомним, что понятие "эксплуатационные запасы" было введено для подземных вод еще в середине прошлого века, поскольку они, в отличие от других видов полезных ископаемых, измеряются в единицах расхода, а не объема (массы). Кроме того, словосочетание "эксплуатационные запасы"

принципиально отличает их от других видов запасов (статических, динамических и пр.).

Обратим внимание еще на одну деталь. При проведении геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые также различают несколько видов запасов (промышленные, эксплуатационные и др.). При этом на государственный баланс ставятся и учитываются запасы в недрах, в то время как для подземных вод – именно эксплуатационные запасы, то есть обоснованный расход водозаборных сооружений.

Таким образом, в настоящее время в практике гидрогеологических исследований при решении задач определения величины возможного водоотбора используются следующие определения основных понятий (табл. 1.1).

Таблица 1.1

## Определения основных понятий

| 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  |

Из определения следует, что ресурсный потенциал подземных вод – это суммарная величина эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов оцениваемой территории.

Для оценки его величины должна быть определена возможная доля изъятия общих (естественных) ресурсов подземных вод, которая характеризуется коэффициентом использования, получившим буквенное обозначение  $\alpha$ . Под естественными ресурсами подземных вод (ЕРПВ) понимается суммарная среднеголетняя величина их питания в естественных условиях, или обеспеченный питанием расход потока.

Ресурсный потенциал включает в себя также "привлекаемые ресурсы" - дополнительное питание подземных вод, возникающее при их эксплуатации, которое формируется за счет привлечения части транзитного стока рек на участках береговых водозаборов. Емкостные запасы при этом должны рассматриваться как регулирующая емкость, позволяющая

стабилизировать водоотбор и уменьшить сокращение поверхностного стока в критические по водности периоды.

Прогнозные эксплуатационные ресурсы и ресурсный потенциал оцениваются в величинах расхода (как правило, м<sup>3</sup>/сут). При региональных исследованиях также определяются модули РППВ (л/с·км<sup>2</sup>), как наиболее удобный способ их картирования.

Площадной модуль - расход подземных вод в л/с, который может быть получен из оцениваемых водоносных горизонтов водозаборными сооружениями, в т.ч. – каптажами родников, с 1 км<sup>2</sup> оцениваемой площади.

Линейный модуль - расход подземных вод в л/с, который может быть получен с 1 км длины линейного берегового (инфильтрационного) водозабора.

При известных значениях площадного модуля ресурсный потенциал на оцениваемой площади рассчитывается как произведение модуля на соответствующую площадь, а при известном значении линейного модуля ресурсный потенциал, представляющий собой возможный дебит береговых водозаборов, определяется как произведение линейного модуля на длину оцениваемого участка.

### **1.1.2. Месторождения подземных вод**

С понятием "запасы" неразрывно связано понятие "месторождение".

В настоящее время под "месторождением" понимается природное скопление полезного ископаемого, которое в количественном и качественном отношении может быть предметом промышленной разработки при данном состоянии техники и в данных экономических условиях [62, 244].

Подземные воды, пригодные для практического использования, как и все другие полезные ископаемые, формируют месторождения.

Термин "месторождение подземных вод" впервые в гидрогеологической практике был предложен А.М.Овчинниковым в 1934 г. для минеральных вод [225]. Под месторождением минеральных вод он понимал *"пространственно оконтуриваемые скопления воды определенного состава (отвечающего установленным кондициям) в количествах, достаточных для экономически целесообразного использования"*.

Эта идея для пресных подземных вод была поддержана в 1947 г. Г.Н.Каменским [140] и развита Н.И.Плотниковым, который в 1959 г. предложил первую типизацию месторождений пресных подземных вод [235]. Отмечая определенную условность этого понятия в связи с подвижностью воды и водообновляемостью ее ресурсов, Н.И.Плотников убедительно показал правомерность и практическую важность термина "месторождение" для систематизации материалов оценки запасов подземных вод, усовершенствования методики их поисков и

разведки в различных природных условиях.

В нормативных документах термин впервые был употреблен в Инструкции 1951 г. [132] (без какой-либо расшифровки). Согласно определению в Инструкции 1961 г. [133] месторождениями подземных вод называются "скопления в значительных количествах подземных вод, отвечающих тому или иному назначению использования в народном хозяйстве". Заметим, что оно соответствует определению А.М.Овчинникова, но сформулировано в более общем виде.

В дальнейшем понятие "месторождение подземных вод" неоднократно уточнялось. Основная корректировка была обусловлена учетом их специфики как динамичного полезного ископаемого и неправомерностью использования термина "скопление".

В Инструкцию 1976 г. [131] было включено предложенное Л.С.Язвиним и Б.В.Боревским следующее определение: "под месторождением подземных вод подразумевается такая часть площади распространения водоносных горизонтов или комплексов, в пределах которой под влиянием естественных или искусственных факторов создаются благоприятные условия по сравнению с окружающими площадями для отбора подземных вод в количестве, достаточном для целесообразного их использования в народном хозяйстве" [353].

Ключевыми в определении Б.В.Боревского и Л.С.Язвина являются словосочетания "часть водоносной системы" и "благоприятные условия для отбора подземных вод", которые показывают, что месторождения подземных вод могут быть выявлены далеко не везде, хотя водоотбор, измеряемый, например первыми десятками кубометров в сутки, может быть обеспечен почти повсеместно.

Дальнейшие изменения носили редакционный характер. Так, в Инструкции 1984 г. [130] словосочетание "часть площади распространения водоносных горизонтов или комплексов" заменено на "пространственно-ограниченная часть водоносной системы".

На рубеже 20-21 веков, в связи с изменением общественного строя, авторы сочли целесообразным отразить в определении тот факт, что понятие "месторождение" для подземных вод, как и для других видов полезных ископаемых, является не геологическим, а геолого-экономическим.

В связи с этим в составе благоприятных условий для отбора подземных вод должны учитываться не только геолого-гидрогеологические, но и экономические факторы, определяющие технико-экономические показатели освоения и разработки месторождений, а также социальные и экологические условия, ограничивающие возможности эксплуатации. К последним относится наличие:

- особо охраняемых территорий, где запрещена добыча подземных вод в законодательном порядке;

- участков, на которых (или в зоне влияния которых) добыча подземных вод может привести к недопустимому воздействию на отдельные элементы природной среды (ландшафты, поверхностный сток и др.);

- площадей, слабо защищенных от загрязнения или на которых не может быть организована ЗСО;

- освоенных территорий, используемых для хозяйственной и другой деятельности.

Именно эти факторы могут быть определяющими для выделения месторождений подземных вод на фоне относительно равноценных условий формирования запасов по физико-географическим и геолого-гидрогеологическим факторам.

Таким образом, для формирования МПВ необходим комплекс благоприятных геолого-гидрогеологических и эколого-экономических факторов, к которым относятся:

- наличие пластов коллекторов с относительно высокими фильтрационными свойствами;
- благоприятные (естественные или искусственные) условия питания подземных вод и восполнения их запасов;

- соответствие качества подземных вод установленным нормам и кондициям;

- возможность размещения водозаборных сооружений и организации ЗСО;

- наличие потребности в воде;

- благоприятная экономическая конъюнктура.

Совокупность таких условий формируется как в процессе геологического развития территории, так и под влиянием современной физико-географической и антропогенной обстановки.

На основе вышеизложенных принципов Б.В.Боревский и Л.С.Язвин в подготовленном в 2003 г. проекте Классификации предложили следующую формулировку: "месторождение подземных вод – 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" [27].

Добавим, что как месторождения могут квалифицироваться участки недр, предназначенные для резервного водоснабжения при ЧС, либо рассматриваемые как защищенный источник. Выделение таких месторождений возможно даже в тех случаях, когда экономические или социально-экологические условия их освоения не могут квалифицироваться как благоприятные.

В последние 15-20 лет осуществляются попытки ревизии понятия "месторождение подземных вод", обусловленные положениями закона "О недрах" [114], согласно трактовке которых государственной геологической службой любой участок недр с запасами, прошедшими

экспертизу, является месторождением, либо его частью. Эти вопросы рассмотрены в разделах 2.2.2 и 2.2.3.

### **1.1.3. Классы использования подземных вод**

Подсчет и учет запасов проводится отдельно по каждому классу (типу) подземных вод в зависимости от их назначения. Это положение действует с 1950-х годов, хотя его правовое оформление произошло несколько позже.

Согласно Инструкции к Классификации запасов подземных вод 1951 г. по хозяйственному назначению воды разделялись на питьевые (для питьевого водоснабжения), технические (для технического водоснабжения), промышленные (для промышленного использования) и минеральные (для лечебных целей). В Инструкции 1961 г. к ним были добавлены термальные воды (используемые в качестве источника тепла).

В 1976 г. был выпущен "Общесоюзный классификатор полезных ископаемых и подземных вод" [224], действующий практически в неизменном виде до настоящего времени (с 2003 г. он именуется "Общероссийским" [223]). В нем выделены перечисленные выше 5 типов: питьевые, технические, минеральные, промышленные, теплоэнергетические воды. Впоследствии это было закреплено в ГОСТ 17.1.1.04-80 "Классификация подземных вод по целям водопользования" [91].

Начиная с 1976 г. инструкции по применению "Классификации запасов..." для подземных вод различных типов выпускались отдельно, однако питьевые и технические объединялись в одном документе. При этом в названии инструкции 1976 г. фигурировали "пресные воды", используемые для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения, орошения земельных массивов и обводнения сельскохозяйственных угодий. Указывалось, что для производственного водоснабжения, орошения и обводнения могут быть использованы как пресные, так и солоноватые воды. Название инструкции 1984 г. содержало термин "питьевые и технические воды".

И в дальнейшем, вплоть до настоящего времени, во всех нормативных и правовых документах питьевые и технические воды рассматривались совместно.

Это объединение является следствием того, что природные подземные воды зоны свободного водообмена не могут быть разделены по их свойствам (характеристикам). Вода одного и того же месторождения (участка) может использоваться и как питьевая, и как техническая (а в настоящее время - и минеральная природная столовая).

Легко заметить, что минеральные, термальные и промышленные подземные воды обладают особыми свойствами, отличающими их от других типов, которые позволяют их использовать по назначению. Воды минеральные и промышленные содержат в необходимых

содержаниях компоненты, требуемые соответственно для лечебных целей и для их извлечения, теплоэнергетические воды обладают повышенной температурой. Другими словами, их назначение соответствует их специфическим свойствам.

Для питьевых (и – в большинстве случаев – для технических) вод такое соответствие отсутствует. Воды, приуроченные к зоне свободного водообмена, практически без исключений можно использовать как для питьевых, так и для технических целей.

Принадлежность вод к питьевым устанавливается по отсутствию повышенных содержаний многочисленных нормируемых компонентов

ГОСТ "Вода питьевая" [94] содержал ограниченный перечень нормируемых показателей (в последних редакциях – около 30) и оставался единственным нормативным документом до середины 1990-х годов. Это обстоятельство определяло возможность существования природных вод, не требующих обработки при использовании для питьевых целей, и соответственно, возможность разделения их на питьевые и технические не только по их назначению, но и по свойствам.

Однако уже согласно Инструкциям 1960-80-х годов, для питьевого водоснабжения могли использоваться подземные воды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ "Вода питьевая" не только в естественном виде, но и после предварительной обработки.

После выхода СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" [290] положение резко изменилось. В настоящее время грань между свойствами подземных вод, используемых для питьевых и технических целей, стирается все больше благодаря двум очевидным трендам: ужесточению требований к качеству пригодной для потребления воды (включая расширение списка нормируемых компонентов) и развитию методов водоподготовки.

Поэтому деление подземных вод на питьевые и технические потеряло смысл, поскольку ничего не говорит о качестве (свойствах) воды, являясь исключительно характеристикой ее использования. Вследствие этого отнесение воды к тому или иному из этих двух типов определяется намерениями недропользователя по использованию воды, а также его финансовыми возможностями.

Более подробный анализ обозначенной выше проблемы приведен в разделе 2.2.1.

В данной работе совместно рассматриваются пресные и солоноватые воды зоны свободного водообмена (питьевые и технические подземные воды).

## **1.2. 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 и питьевого 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.

В зависимости от целевого назначения работ и соответствующей ему детальности выделяются региональные исследования, поиски и оценка, разведка и добыча, а также мониторинг подземных вод (рис. 1.2). В качестве основных результатов рассматриваются подготовленные гидрогеологические карты (атласы), данные оценки ресурсного потенциала, эксплуатационных запасов подземных вод и решения по использованию недр.

Поисково-разведочное направление сформировалось в середине 20 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 на практике методы определения параметров водоносных горизонтов, оценки эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод, положения методики проведения геологоразведочных работ и интерпретации их результатов. Большой вклад в становление поисково-разведочных работ внесли В.Д.Бабушкин, Н.Н.Биндеман, Б.В.Боревский, Ф.М.Бочеввер, 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.Коноплянцев, 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, представляемым на экспертизу запасов подземных вод.

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.



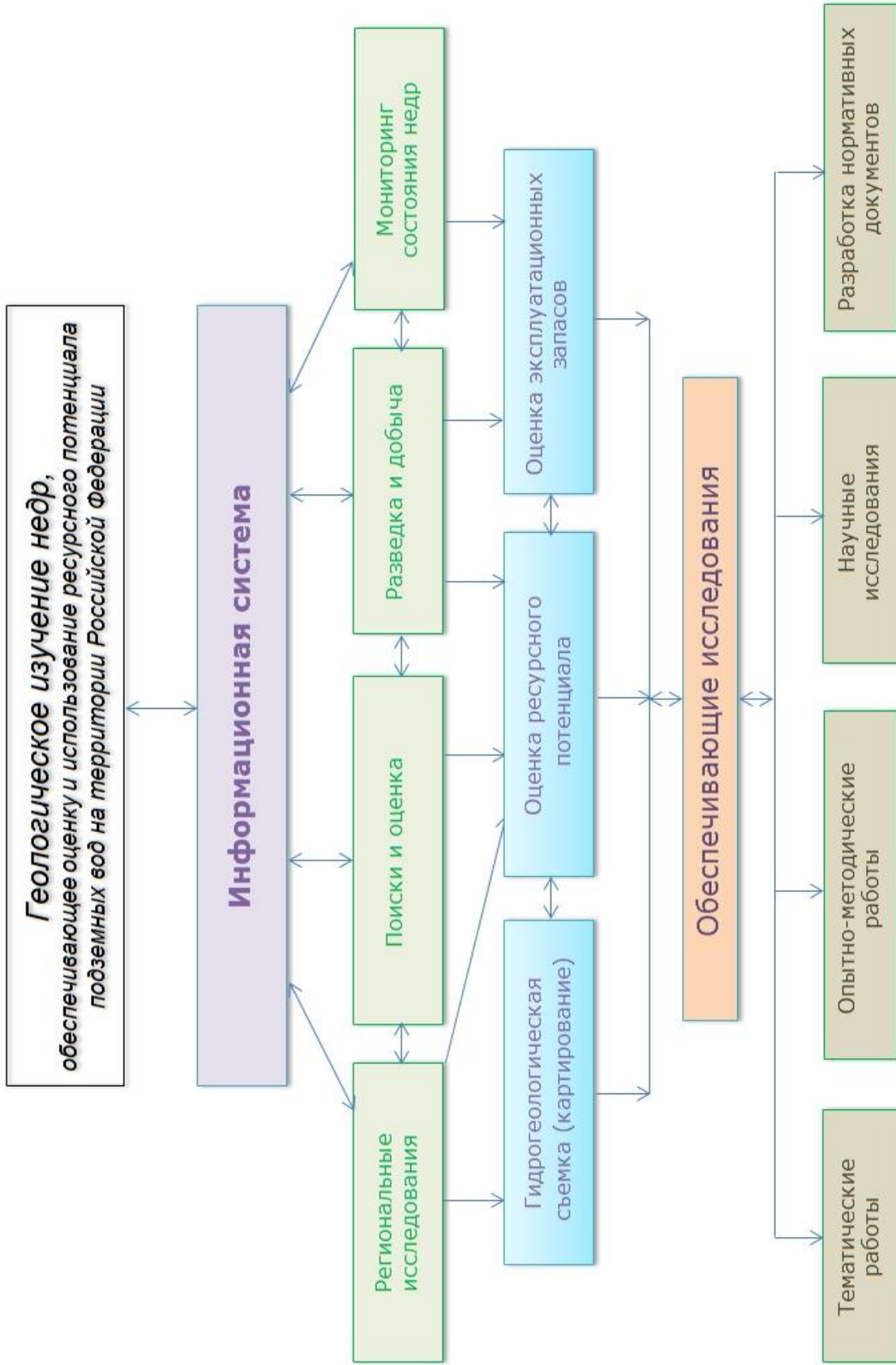


Рис. 1.2. Гидрогеологическая информационная система как основа проведения геологоразведочных работ

Таким образом, информационное обеспечение системы геологического изучения подземных вод должно включать не только имеющиеся знания о объекте исследования (отвечающие достигнутой степени 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.

### **1.2.1. Подземные воды как объект права**

Подземные воды как объект права занимают особое положение среди всех видов природных ресурсов. С одной стороны, они содержатся в недрах и обладают основными признаками полезных ископаемых, с другой – являются частью общих водных ресурсов суши.

Подземные воды обладают рядом особенностей, отличающих их от других полезных ископаемых, которые определяют принципиальные различия формирования их эксплуатационных запасов как процесса, происходящего не только в течение геологического времени, а непосредственно при разработке месторождений. При этом пресные подземные воды гидравлически связаны с поверхностными и участвуют в общем круговороте воды в природе.

Эти особенности, в первую очередь возобновляемость подземных вод, и являются причиной широкой дискуссии в природоресурсной и юридической литературе о целесообразности их отнесения (прежде всего, питьевых и технических) к полезным ископаемым и выделения их месторождений.

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 и др. [16, 17, 59, 120, 167, 168, 214, 283, 284, 313, 314, 332, 333]. Представления о законодательном и нормативно-правовом 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 [13, 26, 298-303, 308, 352].

Подробный анализ подходов к вопросу о подземных водах как объекте права выполнен в работах Э.Н.Мухиной [210-213]. Согласно одной точке зрения, правовое регулирование подземных вод подчинено одновременно двум отраслям права - горному и водному (А.А. Рускол, Н.А. Сыродоев, Л.А. Заславская), другой - только водному (О.С. Колбасов,

Н.Б. Мухитдинов). По мнению Д.В. Хаустова, содержание Закона "О недрах" позволяет говорить о подземных водах как о полезном ископаемом [332].

Последняя позиция представляется совершенно справедливой, фактически закон не делает никаких различий между подземными водами и полезными ископаемыми.

Добавим, вслед за Э.Н.Мухиной, что если в нормах международного права подземные воды рассматриваются, в первую очередь, как неотъемлемый компонент природной среды, то в отечественном праве законодатель акцентирует внимание на природоресурсном подходе (эксплуатации подземных вод).

Итак, двойственный характер подземных вод predetermined их принадлежность к юрисдикции одновременно законодательства о недрах и водного законодательства.

Необходимо отметить, что компетенции указанных отраслей законодательства СССР, а затем Российской Федерации в части подземных вод на протяжении десятилетий претерпевали существенные изменения, а их разделение не всегда было четким и однозначным.

В первом законодательном акте, регулирующем вопросы недропользования, "Горном положении Союза ССР" 1927 г. [88], содержится определение понятия "полезные ископаемые", под которыми понимаются "составные части недр - твердые, жидкие и газообразные, которые могут добываться с промышленной целью, путем извлечения или отделения их, независимо от того, находятся ли они в глубине или выходят на поверхность" (ст. 2).

Очевидно, что этому определению соответствуют и подземные воды, в том числе пресные. Тем не менее, согласно ст. 8, "действие настоящего "Положения..." и горных законов союзных республик не распространяется на месторождения торфа и на подземные источники пресной воды, используемые для питья, хозяйственных надобностей и орошения (в частности для мелиорации)".

Однако уже в первой половине 20 века в СССР сложилось представление о том, что подземные воды относятся к полезным ископаемым. Приведем эмоциональное, но весьма точное определение президента Академии Наук СССР А.Н.Карпинского (1932 г.): "Вода - это самое драгоценное ископаемое. Вода - это не просто минеральное сырье, это не только средство для развития сельского хозяйства и промышленности; вода - это действенный проводник культуры, это живая кровь, которая создает жизнь там, где ее не было [142].

С 1940-х годов условием использования подземных вод являлось (и является в настоящее время) решение Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ), принимаемое на основании рассмотрения материалов их подсчета.

"Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах" 1975 г. [117], пришедшие на смену "Горному положению...", не содержат определения понятия "полезные ископаемые" и не дают однозначного ответа на вопрос об отнесении к ним подземных вод.

Единственная, по существу, статья, выделяющая пресные подземные воды среди других полезных ископаемых, разрешает их разработку (наравне с торфом) без предоставления горного отвода (ст. 11). В этой же статье разрешается пользование недрами в пределах предоставленных земельных участков с целью добычи для своих хозяйственных и бытовых нужд общераспространенных полезных ископаемых, торфа и пресных подземных вод без предоставления горного отвода. Легко заметить, что последняя формулировка вносит неопределенность в первую, значительно сужая ее применение, и, следовательно, ей противоречит.

В то же время "Основы водного законодательства СССР и союзных республик" 1970 г. [116], а затем "Водный Кодекс РСФСР" 1972 г. [115] включали подземные воды в единый государственный водный фонд и регулировали порядок получения разрешения на пользование подземными водами (специальное водопользование).

Первая редакция "Водного кодекса Российской Федерации" 1995 г. [73] содержала ряд положений, согласно которым отношения, касающиеся подземных вод, должны регулироваться законодательством о недрах и водным законодательством совместно. Это относилось как к геологическому изучению, разведке и охране подземных вод, так и к предоставлению подземных водных объектов в пользование. При этом подземные воды и вмещающие их горные породы рассматривались как единый водный объект.

Такой подход был кардинальным образом изменен в 2006 г., когда был принят действующий в настоящее время "Водный кодекс" [74]. Большинство его статей, касающихся подземных вод, содержит отсылки к законодательству о недрах. Несмотря на это, вопрос нельзя считать окончательно решенным.

Последствия упомянутой выше дискуссии нашли отражение в ряде действующих правовых и нормативных актов.

В их числе нельзя не назвать "Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод" (ОК 032-2002), первая редакция которого вышла еще в 1976 г. Классификатор является одним из основных нормативных документов, предназначенных для управления минерально-сырьевой базой. Его разработчики, как видно из названия, считают, что подземные воды к полезным ископаемым не относятся. С другой стороны, их объединение в одном документе свидетельствует о близости этих понятий.

Наиболее острые споры вызывает содержание "Налогового Кодекса РФ" [216], который в перечень видов добытого полезного ископаемого (ст. 337) не включает питьевые и технические подземные воды, оговаривая при этом – "в целях настоящей главы" (имеется в виду глава 26 "Налог на добычу полезных ископаемых").

С нашей точки зрения, "Налоговый кодекс" не может играть определяющую роль при

решении вопросов о понятии "полезные ископаемые". Кроме того, отсутствие налогообложения не дает юридических оснований считать, что подземные воды полезным ископаемым не являются, тем более – учитывая оговорку "в целях настоящей главы".

Рассмотрим далее положения действующего Закона "О недрах".

В его преамбуле определено, что он "регулирует отношения, возникающие в связи с геологическим изучением, использованием и охраной недр территории Российской Федерации, ее континентального шельфа, а также в связи с использованием отходов горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств, торфа, сапропелей и иных специфических минеральных ресурсов, включая подземные воды, рапу лиманов и озер". Данная формулировка действует, с незначительной корректировкой, с 1995 г.

Там же указано, что "недра являются частью земной коры". Как известно, земная кора - внешняя твёрдая оболочка Земли, верхняя часть литосферы. Из вышесказанного следует, что подземные воды относятся к минеральным ресурсам (хотя и "специфическим"), т.е. к полезным ископаемым. При этом они не являются составной частью недр, хотя и содержатся в них. Однако аналогичное утверждение справедливо также и для углеводородов (нефти и газа), относительно принадлежности которых к полезным ископаемым сомнений не высказывается.

Закон оперирует формулировкой "содержащиеся в недрах полезные ископаемые", не давая, однако определения этого понятия. В связи с этим целесообразно еще раз рассмотреть содержание собственно понятия "полезные ископаемые" и вопрос отнесения к этой категории подземных вод.

Определения, приводящиеся в различных источниках, существенно расходятся.

В Большой Советской Энциклопедии (т.20 Статья "Полезные ископаемые") к жидким полезным ископаемым отнесены только минеральные воды. Правда в этой же статье при характеристике минеральных ресурсов, под которыми понимается совокупность полезных ископаемых в недрах, в группе гидроминеральных ресурсов выделяются подземные пресные и минерализованные воды.

В геологическом словаре в статье "Полезные ископаемые" вообще нет какого-либо упоминания о подземных водах.

В курсе лекций "Экологическое право Российской Федерации" [343], опубликованном в 1999 г., приводится следующее определение понятия "полезные ископаемые": "Полезные ископаемые – это твердые, жидкие (кроме воды) и газообразные природные вещества, находящиеся в глубине земли и на ее поверхности в пределах территории определенного государства и его континентального шельфа, используемые в народном хозяйстве. Главный признак полезных ископаемых – их полезность для общества в конкретно-исторический период". Таким образом, в этом определении не только пресные, но и все подземные воды

исключены из категории полезных ископаемых, хотя это и противоречит указанному в этом же определении главному признаку полезного ископаемого.

В словаре-справочнике "Природопользование", опубликованном в 1990 г. [278], к жидким полезным ископаемым относятся нефть, пресные и минеральные воды.

Согласно наиболее общему определению этого понятия, полезные ископаемые - "природные минеральные образования земной коры, неорганического и органического происхождения, химический состав и физические свойства которых позволяют эффективно использовать их в сфере материального производства" ("Энциклопедический словарь").

Таким образом, все подземные воды (если относить их к минеральным образованиям), которые могут быть использованы в различных отраслях экономики, безусловно, должны рассматриваться, как полезные ископаемые.

Приведем еще несколько аргументов в пользу этой точки зрения.

1. Подземные воды находятся ниже поверхности земли, то есть в недрах. Благодаря этому их химический состав формируется в результате взаимодействий в системе вода-порода и резко отличается от состава поверхностных вод.

2. Подземные воды, как и другие полезные ископаемые, в требуемом для промышленной разработки количестве и требуемого качества, распространены не повсеместно. Их поиск, изучение и оценка запасов (определение возможности добычи) осуществляется специалистами, имеющими геологическое образование, на основе анализа геолого-гидрогеологических условий.

Следуя этому пониманию, в СССР и Российской Федерации создано целостное учение о месторождениях подземных вод, позволившее разработать их типизацию, понятие о группах сложности, разработать методику поисково-разведочных работ, в т.ч. подсчета ЭЗПВ, применительно к различным типам месторождений и сложности их геолого-гидрогеологических условий.

3. Необходимым условием добычи подземных вод, как и других полезных ископаемых, является пользование недрами. Доступ к недрам предполагает использование горно-геологического оборудования и специальных технологий.

Подводя итог рассмотрению места пресных (питьевых и технических) подземных вод в системе современного законодательства Российской Федерации, можно зафиксировать две следующие основные позиции.

1. Главенствующая роль в регулировании отношений, связанных с подземными водами, отводится законодательству о недрах, которое практически не делает различий в вопросах правоприменения между подземными водами и полезными ископаемыми.

2. При этом подземные воды считаются неполноценным полезным ископаемым, неким

"специфическим минеральным ресурсом" (закон "О недрах"), либо вообще исключаются из состава полезных ископаемых, но рассматриваются с ними совместно, как объекты близкого порядка (ОК 032-2002).

В связи с этим считаем необходимым привести в Законе "О недрах" определение понятия "полезные ископаемые", включив в него подземные воды.

Анализируя приведенные выше определения, а также подготовленные в 2004-2005 г. Проекты закона и Кодекса "О недрах", представляется наиболее удачной формулировка, включенная в "Модельный кодекс о недрах и недропользовании для государств - участников СНГ" [209], который принят Межпарламентской Ассамблеей СНГ в 2002 г.

Согласно "Модельному кодексу..." полезными ископаемыми признаются содержащиеся в недрах природные минеральные образования, углеводороды и подземные воды, химический состав и физические свойства которых позволяют использовать их в сфере материального производства и потребления непосредственно или после переработки.

Поясним, что Модельный кодекс - это систематизированный законодательный акт рекомендательного характера, принятый в целях сближения правового регулирования однородных сфер общественных отношений в государствах СНГ.

Между тем, попытки исключить пресные подземные воды из состава полезных ископаемых практически не прекращаются. На наш взгляд, вывод подземных вод зоны свободного водообмена из сферы законодательства о недрах приведет к слову сложившейся в течение десятилетий системы, пусть несовершенной и нуждающейся в развитии, но ни в коей мере не в ликвидации, которая самым негативным образом скажется на обеспечении хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и объектов промышленности.

По этой же причине нельзя согласиться с предложением об объединении функций по управлению водохозяйственным комплексом (поверхностными и подземными водами) Российской Федерации в рамках одной структуры. Такое предложение содержится в решениях заседания Высшего экологического совета Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии на тему "Законодательное обеспечение охраны и использования подземных вод" (20.03.2014 г.).

Как будет показано далее, нормативно-правовые акты, на основе которых регулируются отношения, касающиеся подземных вод, не исчерпываются рассмотренными выше законодательством о недрах и водным законодательством.

Правовые нормы, регламентирующие изучение, использование и охрану подземных вод, содержатся во многих других отраслях законодательства и не могут находиться в компетенции какого-либо одного органа исполнительной власти.

Решение проблемы несовершенства системы государственного управления подземными

водами может быть найдено только в плоскости координации и совместной работы ведомств, участвующих в ее формировании. Поэтому основополагающая роль закона "О недрах" ни в коей мере не исключает участия смежных отраслей законодательств.

### **1.2.2. Содержание системы геологического изучения пресных подземных вод**

Согласно Конституции РФ вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации (ст.72).

Созданная во второй половине XX века в СССР нормативная база, доставшаяся "по наследству" Российской Федерации, на протяжении длительного периода времени подвергается существенной корректировке.

Правовое регулирование осуществляется на основе законов Российской Федерации и подзаконных актов. В общем виде иерархия источников права выглядит следующим образом: Конституция Российской Федерации – Федеральные конституционные законы – Федеральные законы – Указы Президента – постановления Правительства РФ – ведомственные нормативные правовые акты, принимаемые федеральными органами исполнительной власти.

В состав последних входят федеральные министерства, федеральные службы и федеральные агентства (Указ Президента Российской Федерации от 09.03.2004 г. № 314). Ведомственные нормативные правовые акты издаются в виде постановлений, приказов, распоряжений, правил, инструкций и положений. Акт может быть издан совместно несколькими федеральными органами исполнительной власти или одним из них по согласованию с другими. Акты, затрагивающие права, свободы и обязанности человека и гражданина, устанавливающие правовой статус организаций, имеющие межведомственный характер подлежат Государственной регистрации, которая осуществляется Министерством юстиции Российской Федерации [261].

Как показано выше, основой современной системы государственного управления ресурсами подземных вод является их отнесение к сфере законодательства о недрах.

В соответствии с законом "О недрах" недра в границах территории Российской Федерации, включая подземное пространство и содержащиеся в недрах полезные ископаемые, энергетические и иные ресурсы, являются государственной собственностью (ст.1.2).

Полномочия в сфере регулирования отношений недропользования (управления недропользованием) разделены между федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, а также органами местного самоуправления.

В соответствии с требованиями законодательства под государственной системой



управления ресурсами подземных вод следует понимать деятельность, направленную на обеспечение геологического изучения, рационального использования и охраны подземных вод. Воды зоны свободного водообмена (пресные воды) рассматриваются, в первую очередь, как источник хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и обеспечения водой объектов промышленности.

Государственное управление недропользованием в целом, в том числе ресурсами подземных вод, включает в себя решение следующих задач:

- 1) определение и реализация федеральной политики недропользования, стратегии использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы;
- 2) разработка и совершенствование законодательства о недрах и соответствующих стандартов, в том числе классификации запасов и прогнозных ресурсов;
- 3) создание системы фондов геологической информации, хранение информации о недрах и распоряжение ей;
- 4) экспертиза информации о разведанных запасах полезных ископаемых, иных свойствах недр (геологической информации);
- 5) установление порядка, составление и ведение баланса запасов, кадастра месторождений и проявлений; регистрация работ по геологическому изучению недр; учет используемых участков недр;
- 6) распоряжение государственным фондом недр и введение ограничений на пользование недрами;
- 7) установление порядка и осуществление надзора за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр;
- 8) установление порядка и осуществление надзора за безопасным ведением работ, связанных с использованием недрами.

Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере изучения, использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов, включая недра и водные объекты, является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) [264].

Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере недропользования является Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) [255].

В их число входят, в том числе, полномочия по экспертизе проектов геологического изучения недр, согласованию технических проектов разработки месторождений, осуществлению государственного мониторинга состояния недр.

Вопросы, регулируемые законодательством о недрах, рассмотрены в разделе 1.2.3.

Правовое регулирование отношений, связанных с подземными водами, имеет межотраслевой характер и формируется на стыке законодательства о недрах и других отраслей права. Взаимодействие отраслей права в системе права является неотъемлемой характеристикой последней, безусловным основанием ее содержания и функционирования [210,211]. Помимо Водного кодекса [72], к базовым Федеральным законам, в той или иной степени регулирующим вопросы изучения, использования и охраны подземных вод, относятся: Градостроительный кодекс, Земельный кодекс, Налоговый кодекс, 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. [101, 126, 216, 324-329].

Основные требования смежных отраслей законодательства, непосредственно определяющие вопросы изучения и использования подземных вод, показаны на рис .1.3.

Помимо МПР и Роснедра, в государственном управлении ресурсами подземных вод по отдельным вопросам принимают участие Министерство регионального развития Российской Федерации (Минрегион России), Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и другие органы в пределах их компетенции.

Таким образом, общая система государственного управления ресурсами подземных вод формируется на базе многочисленных законов и подзаконных актов. При этом вследствие разобщенности вовлеченных в этот процесс ведомств, несовпадения их интересов, а также недостаточно высокой квалификации разработчиков, качество выпускаемых документов зачастую находится ниже допустимого уровня. Действующая база противоречива, содержит ряд необоснованных требований и не в полной мере обеспечивает эффективное и рациональное использование недр [345].

Вопросы соотношения законодательства о недрах и смежных отраслей рассмотрены в разделе 1.2.4.

### **1.2.3. Нормативно-правовая база в сфере законодательства о недрах**

Основой сложившейся к настоящему времени системы является закон РФ № 2395-1 "О недрах", принятый 21 февраля 1992 г.

В сфере недропользования в рамках реализации норм законов и постановлений Правительства нормативные правовые акты принимает Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

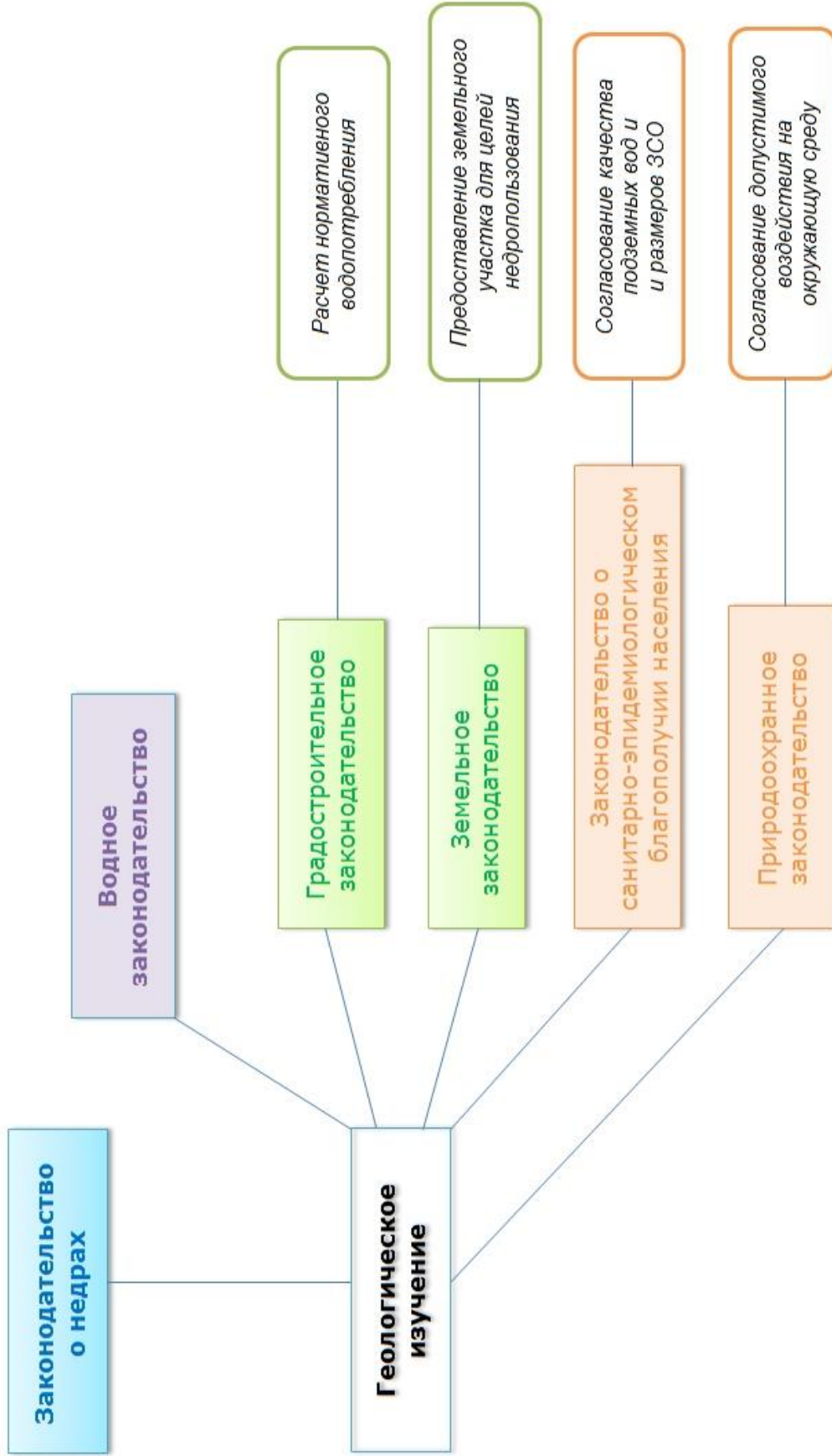


Рис. 1.3. Требования законодательства при проведении геологоразведочных работ

Обоснование возможности использования подземных вод для водоснабжения включает разработку методики и технологии проведения геологоразведочных работ, их производство, оценку запасов и проектирование эксплуатации. Все перечисленные виды деятельности сопровождаются получением разрешительной документации и различных согласований.

Созданный к настоящему времени комплекс нормативных документов чрезвычайно обширен. При этом он постоянно расширяется и корректируется, что вызывает многочисленные осложнения у недропользователей. По опыту рассмотрения проектов геологического изучения недр и геологических отчетов можно констатировать, что проверка наличия и должного оформления требуемых документов и согласований часто является наиболее сложным и принципиальным вопросом повестки дня.

Заметим, что в результате такого смещения акцентов все меньше внимание уделяется содержательной части материалов - изучаемым и прогнозируемым гидрогеологическим процессам. Если сравнивать качество проведенных в 1960-80-е годы геологоразведочных работ (включая подготовку отчетных материалов) и современных, то это сопоставление явно не в пользу последних. Одной из причин этого представляются недостатки нормативно-правовой базы, постоянное "совершенствование" которой, не привело к росту качества и эффективности геологических исследований в частности и недропользования в целом.

В настоящее время жестко регламентирован практически каждый шаг недропользователя. Единственный этап, где предоставлена определенная свобода – проведение геологоразведочных работ, методика которых разрабатывается, как правило, специализированными организациями (хотя требования к результатам работ и отчетным материалам строго установлены).

Порядок осуществления большинства процедур, официально называемых государственными функциями (услугами), детально прописан в так называемых Административных регламентах - документах, определяющих порядок действий в процессе предоставления услуг государственными органами [5-9]. Предполагается, что их наличие дает заявителям возможность контроля процедур рассмотрения их документов и обращений.

Фактически государство выстраивает заново систему геологического изучения и использования подземных вод, стараясь при этом максимально зарегулировать последовательность работ, их состав и требования к отчетности. Вектор развития нормативной базы очевиден – детальная регламентация действий как недропользователей, так и должностных лиц, ответственных за исполнение государственных функций.

В соответствии с законом "О недрах" при изучении и использовании питьевых и технических подземных вод используются два вида лицензий (ст. 6, 10.1):

- геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений.
- разведка и добыча полезных ископаемых.

Заметим, что в настоящее время не может быть реализована возможность предоставления права пользования недрами одновременно для целей геологического изучения, разведки и добычи подземных вод. Таким образом, законодательством предусмотрено обязательное последовательное получение двух указанных выше видов лицензий. Состав и порядок проведения геологоразведочных работ и получения сопутствующих государственных услуг выстроен для случая, когда объектом оценки запасов является участок недр без оцененных запасов (перспективный участок).

Общая схема пользования недрами показана на рис. 1.4, последовательность действий недропользователя при проведении поисково-оценочных и разведочных работ – на рис. 1.5, при строительстве и эксплуатации водозаборных сооружений – на рис. 1.6.

Подчеркнем, что лицензия на детальное изучение (разведку) месторождений полезных ископаемых отдельно не предоставляется, право разведки предусматривается в лицензии на добычу. Очевидно, что в ряде случаев, как правило в простых условиях, уже по результатам работ, выполненных в рамках лицензии на геологическое изучение, может быть достигнута степень изученности, достаточная для освоения месторождения (участка). Соответственно, в такой ситуации проведение разведки не требуется (рис. 1.4).

Представленные на рис. 3 и 4 этапы неравноценны, но каждый из них базируется на соответствующей статье закона "О недрах", согласно которому:

- предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии (ст. 11);
- работы по геологическому изучению недр подлежат государственному учету и включению в государственный реестр (ст. 28);
- работы проводятся в соответствии с утвержденными проектами, экспертиза которых проводится в органе управления государственным фондом недр (ст. 36.1);
- предоставление недр в пользование для добычи полезных ископаемых разрешается только после проведения государственной экспертизы их запасов (ст. 29);
- обязанностью недропользователя является представление информации в фонды геологической информации (ст. 22, 27);
- разработка месторождений полезных ископаемых осуществляется в соответствии с утвержденными техническими проектами (ст. 23.2).

Порядок составления проекта строительства и проведения его экспертизы регулируется нормативными актами, относящимися к градостроительному законодательству. Отметим, что в некоторых приказах Минприроды (№ 154 от 13.05.2010 г.) и Роснедр (№ 654 от 22.06.2010 г.) ошибочно используется формулировка "проект строительства водозабора" вместо "проект водозабора" [77, 177], что приводит к подмене понятий и подлежит исправлению.

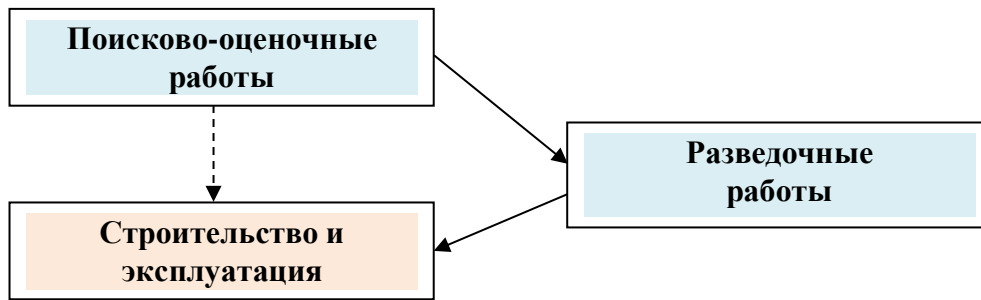


Рис. 1.4. Общая схема пользования недрами при изучении и добыче подземных вод

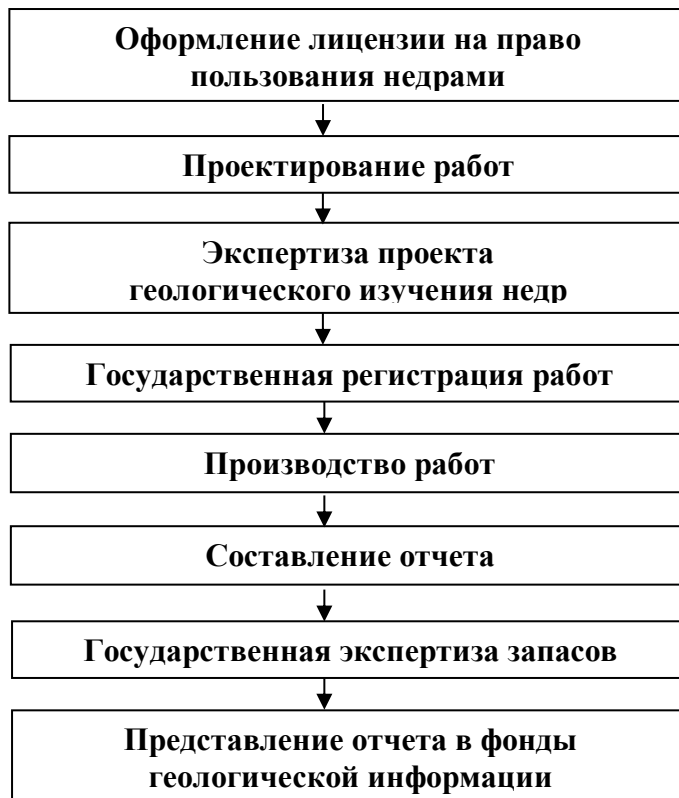


Рис. 1.5. Последовательность действий при проведении геологоразведочных работ



Рис. 1.6. Последовательность действий при строительстве и эксплуатации

В целом приведенная на рис. 1.4-1.6 схема представляется вполне логичной. Однако она не предусматривает вариантов, которые должны касаться, в первую очередь, проектирования геологического изучения недр и эксплуатации подземных вод [345].

Согласно Приказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 12.04.2013 г. №139 проект должен включать методическую, производственную части и смету на выполнение работ [5].

На наш взгляд, необходимость составления (и экспертизы) такого проекта зависит от масштаба объекта недропользования, источника финансирования, степени освоения (наличия эксплуатируемых водозаборных сооружений) и в полном объеме процедура должна осуществляться только для работ, выполняемых за счет бюджетных средств.

Например, проектирование геологического изучения не должно требоваться при оценке запасов на участках действующих водозаборов – независимо от их крупности, и одиночных водозаборных узлов – в том числе намечаемых для строительства. Очевидно, что при проведении геологоразведочных работ за счет средств недропользователей составление сметы и ее экспертиза является излишней (при отсутствии такого требования у заказчика).

Переоценка запасов на участках действующих водозаборов, за исключением решения задач их расширения и реконструкции, должна осуществляться на основании результатов реализации проектов эксплуатации.

Согласование технических проектов разработки месторождений подземных вод в большинстве случаев является избыточным, так как проекты эксплуатации по существу рассматриваются уже в процессе экспертизы запасов подземных вод в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых.

Напомним также, что уже много лет обсуждается вопрос о введении упрощенного порядка оценки запасов для одиночных водозаборов. Введенные с 2015 г. поправки в закон "О недрах", игнорирующие особенности формирования запасов подземных вод, только усугубили имеющиеся проблемы (раздел 2.2.3).

Состав необходимых для прохождения каждого этапа материалов и документов приводится в соответствующих Постановлениях и приказах. В Административных регламентах он именуется "исчерпывающим перечнем", который зачастую оказывается исчерпывающим только на бумаге.

Помимо избыточности целого ряда указанных выше требований к проведению ГРР, обратим внимание на сроки предоставления основных сопровождающих их государственных услуг (табл. 1.2).

Сроки предоставления основных государственных услуг

|   | <b>Вид государственных услуг</b>                              | <b>Сроки гос услуги</b> |
|---|---|-------------------------|
| 1 | Оформление лицензии на геологическое изучение                 | до 90 дней              |
| 2 | Проведение экспертизы проекта геологического изучения недр    | до 70 дней              |
| 3 | Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы материалов | до 2 месяцев            |
| 4 | Проведение государственной экспертизы запасов подземных вод   | до 115 дней             |
| 5 | Оформление лицензии на добычу подземных вод                   | до 125 дней             |
| 6 | Проведение экспертизы проекта разработки месторождения        | до 30 дней              |

Подчеркнем, что законодательство предусматривает их последовательное исполнение - практически каждый этап завершается получением какого-либо официального документа, позволяющего приступить к проведению следующего этапа.

Так, для направления проекта геологического изучения недр на экспертизу требуется наличие лицензии, для проведения работ - утвержденный (после проведения экспертизы) проект, для направления отчета с подсчетом запасов на экспертизу – экспертные заключения по качеству и ЗСО, для оформления лицензии на добычу – утвержденные запасы и заключение Роспотребнадзора о соответствии источника санитарным правилам и нормам.

Как видно, суммарная продолжительность достигает 500 дней, что вполне сопоставимо с длительностью проведения собственно геологоразведочных работ на крупных объектах. Что же касается участков одиночных водозаборов, то срок получения разрешительной документации на порядок превышает срок проведения работ по оценке запасов, составляющий, как правило, не более 1-2 месяцев.

Таким образом, можно утверждать, что действующая система предоставления государственных услуг является весьма эффективным препятствием в сфере пользования недрами для изучения и добычи подземных вод.

Основные документы, устанавливающие требования к лицензированию, проектированию и проведению работ, подсчету и экспертизе запасов, приведены в табл. 1.3-1.5.

Многие из этих документов, в первую очередь "Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" и методические указания по ее применению многократно подвергались критике в научных статьях и на различных гидрогеологических форумах [10, 297, 302]. Их положения и практика применения требуют детального критического анализа, которому посвящены разделы 2.1 и 2.2.



Таблица 1.3

## Документы, регламентирующие лицензирование пользования недрами

| № | Наименование документа   |
|---|--|
| 1 | "Положение о порядке лицензирования пользования недрами" (утв. Постановлением Верховного Совета РФ от 15.07.1992 г. №3314-1)   |
| 2 | Инструкция по применению "Положения о порядке лицензирования пользования недрами" к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других полезных ископаемых, отнесенных к категории лечебных (утв. Роскомнедра 14.04.1994 г.)  |
| 3 | "Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для целей добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности" (утв. приказом МПР России от 29.11.2004 г. № 710, зарег. в Минюсте РФ 17.12.2004 г. № 6197)   |
| 4 | "Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения недр (за исключением недр на участках недр федерального значения)" (утв. приказом МПР России от 15.03.2005 г. №61, зарег. в Минюсте РФ 26 апреля 2005 г. № 6559)   |
| 5 | Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственных функций по осуществлению выдачи, оформления и регистрации лицензий на пользование недрами, внесения изменений и дополнений в лицензии на пользование участками недр, а также переоформления лицензий и принятия, в том числе по представлению Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и иных уполномоченных органов, решений о досрочном прекращении, приостановлении и ограничении права пользования участками недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.09.2009 г. №315, зарег. в Минюсте РФ 25.12.2009 г. № 15837) |

Таблица 1.4

## Документы, регламентирующие проектирование и проведение работ

| № | Наименование документа  |
|---|---|
| 1 | Постановление Правительства РФ от 03.03.2010 г. № 118 "Об утверждении Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами"  |
| 2 | Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственных функций по предоставлению государственной услуги по предоставлению в пользование геологической информации о недрах, полученной в результате государственного геологического изучения недр (утв. приказом Минприроды России от 05.05.2012 г. № 122, зарег. в Минюсте РФ 29.06.2012 г. № 24753)   |
| 3 | Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственной функции по ведению государственного учета и обеспечению ведения государственного реестра работ по геологическому изучению недр, участков недр, предоставленных для добычи полезных ископаемых, а также в целях, не связанных с их добычей, и лицензий на пользование недрами (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 03.04.2013 г. №121, зарег. в Минюсте РФ 09.08.2013 г. № 29324) |
| 4 | Административный регламент предоставления Федеральным агентством по недропользованию государственной услуги по организации экспертизы проектов геологического изучения недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 12.04.2013 г. №139, зарег. в Минюсте РФ 06.06.2013 г. № 28702)  |

| № | Наименование документа   |
|---|--|
| 5 | ГОСТ Р 53579-2009 "Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.12.2009 г. №877-ст)   |
| 6 | Размеры платы за экспертизу проектов геологического изучения недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 08.07.2010 г. №252, зарег. в Минюсте РФ 09.07.2010 г. № 17767)   |
| 7 | Требования к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений подземных вод (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 27.10.2010 г. №463, зарег. в Минюсте РФ 23.11.2010 г. № 19018)  |
| 8 | Временный регламент рассмотрения и согласования технических проектов разработки месторождений подземных вод, строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых (утв. приказом Роснедр от 22.06.2010 № 654)   |
| 9 | Критерии отнесения вопросов согласования проектной документации к компетенции комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, и компетенции комиссий, создаваемых его территориальными органами (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 13.05.2010 г. №154, зарег. в Минюсте РФ 21.05.2010 г. № 17332) |

Таблица 1.5

Документы, регламентирующие подсчет и экспертизу запасов подземных вод

| № | Наименование документа  |
|---|---|
| 1 | Постановление Правительства Российской Федерации от 11.02.2005 г. №69 "О Государственной экспертизе запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, размере и порядке взимания платы за ее проведение"  |
| 2 | Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод (утв. приказом МПР России от 30.07.2007 № 195, зарег. в Минюсте РФ 03.09.2007 г. № 10092)   |
| 3 | Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод (утв. распоряжением МПР России от 27.12.2007 г. № 69-р)   |
| 4 | Требования к составу и правилам оформления, представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод (утв. приказом МПР России от 31.12.2010 г. №569, зарег. в Минюсте РФ 25.03.2011 г. № 20293)   |
| 5 | Порядок постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса (утв. приказом МПР России от 06.09.2012 г. №265, зарег. в Минюсте РФ 21.12.2012 г. № 26227)   |
| 6 | Методические рекомендации по обеспечению учета ресурсной базы подземных вод с применением Классификатора названий месторождений и участков месторождений (утв. приказом Роснедра от 29.10.2010 г. №1274)  |
| 7 | Административный регламент предоставления Федеральным агентством по недропользованию государственной услуги по проведению государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.01.2013 г. №27, зарег. в Минюсте РФ 17.07.2013 г. № 29087) |
| 8 | Положение о территориальных комиссиях по запасам полезных ископаемых (утв. приказом Роснедр от 22.12.2005 г. № 1332)  |

#### **1.2.4. Соотношение правовых норм законодательства о недрах и смежных отраслей права**

Как отмечает М.М.Бринчук, "в сфере взаимодействия общества и природы существует множество правовых проблем, которые не могут быть решены в отраслевом законодательстве" [61]. Сложность правового регулирования отношений, связанных с подземными водами, состоит в необходимости применения норм нескольких отраслей права. Соответственно, задача заключается в обеспечении его непротиворечивости и полноты, формировании межотраслевого института [210].

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.

Ниже будут рассмотрены некоторые наиболее острые вопросы соотношения правовых норм законодательства о недрах и смежных отраслей [345]., изображенные в схематичном виде на рис. 1.7.

#### **Геологоразведочные работы и инженерные изыскания**

С 1992 г. отношения в сфере недропользования, в частности, проведение геологоразведочных работ, регулируются законом "О недрах".

Однако уже после его принятия в области градостроительного законодательства был подготовлен и утвержден ряд правовых и нормативно-технических документов, касающихся геологического изучения недр при обосновании водоснабжения за счет подземных вод.

В 2006 г. выходит Постановление Правительства РФ № 20 "Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства" [262], а в 2007 г. - № 145 "О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий" [257]. Согласно указанным Постановлениям:

- поиск и разведка подземных вод для целей водоснабжения включены в перечень специальных видов инженерных изысканий;
- предметом государственной экспертизы результатов инженерных изысканий является оценка их соответствия требованиям технических регламентов;
- состав отчетной документации устанавливается Министерством регионального развития Российской Федерации.

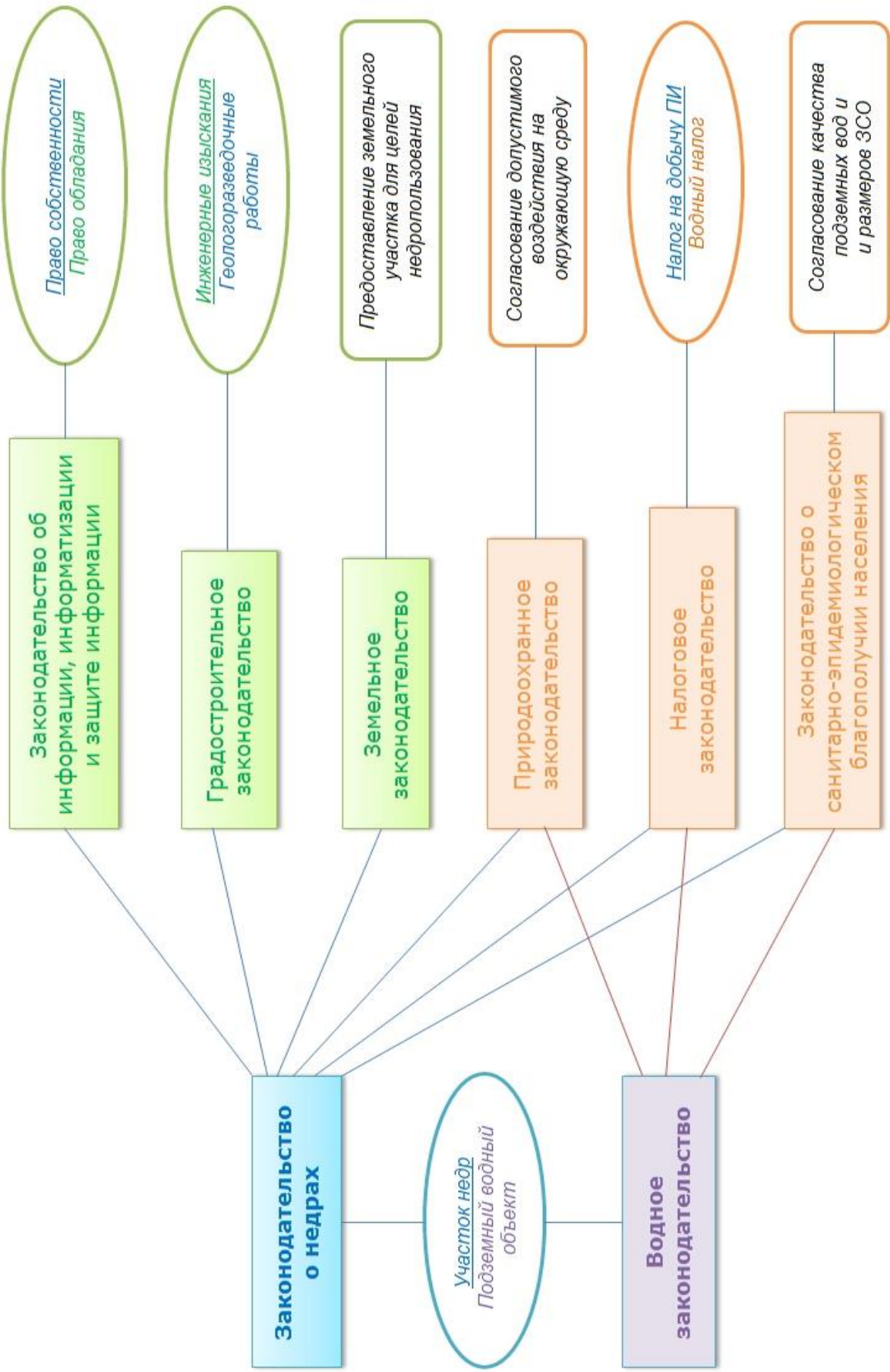


Рис. 1.7. Соотношение норм законодательства о недрах и смежных отраслей

Еще в 1996 г. выпущен, а в 2012 г. актуализирован "СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" [311], согласно которому при проведении геологоразведочных работ с подсчетом и утверждением запасов следует руководствоваться требованиями нормативных документов Минприроды только при значительной потребности (более 1000 м<sup>3</sup>/сут) и в сложных гидрогеологических условиях.

В 1998 г. в развитие обязательных положений и требований СНиП 11-02-96 разработаны СП 11-108-98 "Изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод" [295], где фактически повторяется данное положение. Его нельзя признать законным, так как согласно закону "О недрах" проведение оценки и государственной экспертизы запасов требуется независимо от их величины.

Противоречат законодательству и указанные выше Постановления – в части, касающейся подземных вод – поскольку отношения, возникающие в связи с геологическим изучением, использованием и охраной недр территории РФ, регулирует закон "О недрах" [40, 41, 42].

### **Подземный водный объект и участок недр**

Правовое регулирование изучения и использования подземных вод предполагает наличие объекта права пользования. Подземные воды одновременно являются и составной частью недр, и частью общих водных ресурсов. Соответственно, при определении такого объекта рассматривается как геологическая среда, так и находящиеся в ней воды.

Основной единицей водного права является водный объект, которые разделяются на поверхностные и подземные. Водный Кодекс 1995 г. содержал определение понятия "подземный водный объект", под которым понималось сосредоточение находящихся в гидравлической связи вод в горных породах, имеющее границы, объем и черты водного режима. При этом к ним относились водоносные горизонты, бассейны подземных вод, месторождения подземных вод и естественные выходы подземных вод. В 2006 г. месторождения были исключены из категории подземных водных объектов, а естественные выходы отнесены к поверхностным.

Действующий Водный Кодекс предусматривает, что право пользования подземными водными объектами возникает по основаниям и в порядке, которые установлены законодательством о недрах. Однако как показано в [211], "отсылочный характер норм водного законодательства представляется недостаточным в отсутствие детализации и правовой регламентации отношений" в законодательстве о недрах.

Основной единицей законодательства о недрах является "участок недр". В статьях 2 и 7 указывается, что он представляет собой геометризованный блок недр, который предоставляется в пользование в виде геологического отвода (для геологического изучения недр) либо горного

отвода (для разведки и добычи). Обязательное ограничение по глубине имеет только горный отвод. При предоставлении лицензии на пользование недрами устанавливаются предварительные границы горного отвода, которые подлежат уточнению после разработки и согласования технического проекта.

Пространственные границы горного отвода при разработке месторождений питьевых подземных вод определяются согласно "Инструкции по применению "Положения о порядке лицензирования пользования недрами" к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других полезных ископаемых, отнесенных к категории лечебных" [129].

Заметим, что для технических подземных вод определение границ горного отвода "Инструкция..." не регламентирует.

Согласно п. 6.3.1 горный отвод в плане должен совпадать или превосходить по площади границу зоны строгого режима санитарной охраны водозабора (скважины).

В соответствии с СанПиН 2.1.4.1110-02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения" [289] пояс строгого режима предназначен для защиты сооружений от случайного или умышленного загрязнения или повреждения. Его размеры устанавливаются в зависимости от степени защищенности подземных вод, которая определяется условиями перекрытия водоносного горизонта водоупорными отложениями в пределах всех трех поясов ЗСО.

Следовательно, размеры горного отвода определяются согласованными с органами Роспотребнадзора размерами первого пояса ЗСО, что само по себе является нонсенсом, а последние - защищенностью горизонта, что просто противоречит здравому смыслу.

При оформлении лицензий вариантность фразы "Инструкции...", указывающей, что горный отвод в плане должен совпадать или превосходить по площади границу зоны строгого режима, не учитывается – размеры всегда совпадают. Границы отвода устанавливаются вертикально и не могут быть расширены в пределах водоносного горизонта. Таким образом, горный отвод имеет форму вертикального цилиндра или призмы.

Приведенные выше нормы законодательства показывают, что понятия "участок недр" и "подземный водный объект" не являются и не могут являться тождественными.

Отдавая в пользование для добычи подземных вод участок недр, имеющий четко определенные пространственные границы, государство тем самым отдает в пользование и подземный водный объект, границы которого во многих случаях удалены от участка на десятки и сотни километров.

При этом, если водное законодательство предполагает множественность пользования водным объектом, то участок недр предоставляется в исключительное пользование владельца

лицензии (в случае лицензии на добычу). Однако воздействие эксплуатации распространяется далеко за пределы участка недр, оказывая влияние на возможность отбора подземных вод на других участках, предоставленных в пользование для их добычи.

Охране подземных водных объектов посвящена отдельная статья (ст. 59). Пункт 2 данной статьи, корреспондирующий с п.11 статьи 23 закона "О недрах" запрещает размещать на водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются или могут быть использованы для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, объекты, оказывающие негативное воздействие на состояние подземных вод. Аналогичная норма содержится и в законе "Об охране окружающей среды". Подчеркнем, что формулировка "могут быть использованы" присутствует только в Водном кодексе. В обоих указанных законах запрещение касается водосборных площадей объектов, которые уже используются.

При отсутствии определения понятия "водосборная площадь подземного водного объекта" и учитывая, что к последним отнесены только бассейны и водоносные горизонты, применение данной нормы могло бы привести к запрещению хозяйственной деятельности на огромных территориях.

Необходимо добавить, что закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", отсылочные нормы к которому содержатся в нормативных актах, регулирующих использование подземных вод, оперирует понятием "водный объект" и практически не имеет связей с законодательством о недрах.

Отсутствие определений используемых понятий, унификации понятийного аппарата, исключение месторождений из категории подземных водных объектов и отсутствие порядка определения их границ приводит к неопределенности при реализации права пользования подземными водами.

Не будем останавливаться на абсурдности отнесения к поверхностным водным объектам природных выходов подземных вод. Заметим только, что у них отсутствует основное свойство поверхностных объектов, заключающееся в наличии береговой линии. Негативные последствия произошедшего изменения законодательства, такие, как отсутствие требования о геологическом изучении и потеря контроля над использованием родников, ранее уже подробно обсуждались и освещались в литературе [299].

### **Предоставление земельного участка для целей недропользования**

Пользование недрами в обязательном порядке предполагает использование соответствующего земельного участка. Согласно ст.12 закона "О недрах" лицензия должна содержать указание границ земельного участка, выделенного для ведения работ, связанных с использованием недрами. Регулирование предоставления земельных участков для указанных

целей в последние годы претерпевает довольно частые изменения, вследствие чего является объектом пристального внимания и рассматривается в ряде научных работ [80, 204, 341].

Согласно первой редакции закона "О недрах" (1992 г.) предоставление лицензий на пользование недрами осуществлялось одновременно с предоставлением земельного участка. В редакции 1995 г. для получения лицензии требовалось наличие предварительного согласия органа управления земельными ресурсами либо собственника земли. Отвод земельного участка в окончательных границах осуществлялся после утверждения проекта работ по недропользованию. В редакции 2007 г. "предварительное согласие" было заменено на "согласие". Данная норма действовала до конца 2008 г.

При этом законодательно не были регламентированы ни процедура получения согласия правообладателя земельного участка, ни форма, в которой данное согласие должно быть выражено, ни правовые последствия отказа от принятых обязательств [80].

В действующей редакции ст.11 осталась следующая формулировка: "Предоставление земельного участка для проведения работ, связанных с геологическим изучением и иным использованием недр, осуществляется в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, после утверждения проекта проведения указанных работ". Согласно ст. 25.1 земельные участки, необходимые для ведения работ, связанных с использованием недрами, предоставляются в соответствии с земельным законодательством.

Таким образом, закон "О недрах" содержит отсылку к земельному законодательству, что фактически устранило правовую связь между предоставлением права пользования недрами и приобретением прав на земельный участок для целей пользования недрами [204].

При этом в ст.12 значимые изменения не вводились – необходимость указания в лицензии границ земельного участка фигурирует в ней с 1992 г. Согласно письму Министерства экономического развития №Д23-2519 от 14.06.2011 г. до получения лицензии должны быть установлены границы предоставляемого земельного участка.

Заметим, что закон "О недрах" не разделяет требования по оформлению прав на землю в зависимости от вида лицензии (геологическое изучение или добыча). Однако Земельный кодекс регулирует выделение земель только для добычи: "организациям горнодобывающей и нефтегазовой промышленности земельные участки для разработки полезных ископаемых предоставляются после оформления горного отвода" (ст.88). В связи с этим земельные участки при проведении геологического изучения недр не предоставляются.

Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для целей добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности, утвержден приказом Минприроды от 29.11.2004 г. №710. Согласно действующей с 2012 г. редакции правоустанавливающие документы на



землю не входят в перечень необходимых для оформления лицензии.

Как показывает практика, для нефтяных и горнодобывающих компаний, получивших лицензию на право пользования недрами, приобретение прав на земельные участки уже становится серьезной проблемой [80]. Такие ситуации возможны и при освоении разведанных запасов подземных вод. Причиной этого является отсутствие законодательно установленных гарантий и механизмов предоставления недропользователям земельных участков и закрепленных обязанностей их правообладателей [204].

Земельный участок, согласно ст.11 закона "О недрах", предоставляется после утверждения проекта работ по использованию недр. Однако для проведения экспертизы (согласования) проекта работ, будь то проект геологического изучения или проект разработки (проект водозабора) требуется наличие лицензии.

Вышесказанное свидетельствует, что "на основе действующего законодательства невозможно установить последовательность действий субъектов по оформлению прав на землю и на пользование недрами с должной степенью определенности для всех видов пользования недрами" [80].

Добавим, что отсутствие согласованности закона "О недрах" и Земельного Кодекса может привести к возникновению правовой коллизии, практически исключая хозяйственное использование земельного участка. С одной стороны, застройка площадей залегания полезных ископаемых требует согласования с органом управления государственным фондом недр. С другой - для разработки предоставленного участка недр недропользователь должен получить разрешение правообладателя земельного участка. Выбор между застройкой и разработкой недр предполагает наличие согласия сторон, которое далеко не всегда может быть достигнуто.

Изложенное выше позволяет сделать вывод о необходимости внесения изменений в действующие нормативные правовые акты, направленных на устранение имеющихся противоречий и установление четкой последовательности действий при оформлении земельных участков для целей недропользования.

### **Оформление заключений органов Роспотребнадзора при геологическом изучении недр**

В соответствии с "Методическими рекомендациями по применению "Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" [196] на отчетные материалы с подсчетом запасов оформляются заключения уполномоченных органов, устанавливающие соответствие состава подземных вод действующим санитарно-эпидемиологическим требованиям и возможность создания зон санитарной охраны.

С другой стороны, согласно "Требованиям к составу и правилам оформления

представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод" [317], к отчету должно прилагаться заключение о соответствии качества воды и зон санитарной охраны государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам для питьевых подземных вод.

Выдача санитарно-эпидемиологических и экспертных санитарных заключений осуществляется территориальными органами Роспотребнадзора и регулируется законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и подзаконными актами к нему. Согласно ст.18 закона для водных объектов предусмотрены три вида санитарно-эпидемиологических заключений:

- о соответствии водного объекта санитарным правилам и условиям безопасного для здоровья населения его использования;
- о соответствии санитарным правилам проектов зон санитарной охраны водных объектов, используемых для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;
- о соответствии санитарным правилам границ и режима зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Для ЗСО, согласно нормативным документам Минприроды, требуется заключение, удостоверяющее возможность их создания ("Методические рекомендации ...") и их соответствие правилам и нормативам ("Требования...").

Очевидно, что это далеко не одно и то же. При этом первая формулировка – о возможности создания ЗСО – не предусмотрена ст.18 закона. Вторая же предполагает установление границ ЗСО в натуре, что возможно только при эксплуатации подземных вод (де-факто – только для первого пояса), но никак ни при их геологическом изучении.

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, которая, как правило, не предполагает окончательного определения схемы будущего водозабора и нагрузок на эксплуатационные скважины.

Соответствие качества (состава) воды может быть подтверждено только первым из приведенного списка заключений. В нем фигурирует понятие "водный объект", которое в высшей степени неоднозначно определяется законодательством. Поэтому, как правило, оно подменяется термином "источник водоснабжения".

Из вышеизложенного следует, что при проведении геологоразведочных работ возможны два варианта:

- получение двух заключений Роспотребнадзора, о соответствии водного объекта (для подтверждения качества) и о соответствии проекта ЗСО;

- получение одного заключения – о соответствии водного объекта, в котором удостоверяется соответствие нормативам и по качеству и по ЗСО.

Второй вариант, как показывает практика, оказывается малореальным при проведении работ на перспективном участке, а не на действующем водозаборе.

Добавим, что действующее законодательство о недрах полностью игнорирует вопрос о качестве собственно подземных вод, их технологической изученности и обосновании водоподготовки. ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения" не используется вообще никоим образом. Подробно этот вопрос рассмотрен в главе 2. В результате настойчивых просьб недропользователей (авторов отчетов) в заключениях Роспотребнадзора появляется бессмысленная фраза о согласовании качества воды "при условии проведения водоподготовки, обеспечивающей его соответствие требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01".

Таким образом согласование отчетов о геологическом изучении недр с органами Роспотребнадзора совершенно излишне. При этом в нормативной базе собственно Роспотребнадзора оно отсутствует, а имеется только в документах Минприроды. Оно должно выполняться на стадии разработки проекта, при этом технология водоподготовки – согласовываться в Главгосэкспертизе России.

### **Налог на добычу подземных вод и водный налог**

Как указывалось выше, согласно законодательству, недра (включая подземное пространство и содержащиеся в недрах полезные ископаемые, энергетические и иные ресурсы) и водные объекты находятся в собственности Российской Федерации (являются государственной собственностью).

Их использование подлежит налогообложению, принципы и размеры которого регламентируются Налоговым кодексом.

Применительно к подземным водам соответствующие нормы содержатся в главе 25.2 "Водный налог" (в качестве объекта налогообложения признается забор воды из водных объектов) и главе 26 "Налог на добычу полезных ископаемых" (объект налогообложения - собственно подземные воды). Заметим, что соотношение понятий "забор воды из подземного водного объекта" и "добыча подземных вод" не разъясняется.

Рассмотрим содержание главы 26.

Согласно п.1 статьи 336 "объектом налогообложения налогом на добычу полезных ископаемых признаются полезные ископаемые, добытые из недр на территории Российской Федерации на участке недр (в том числе из залежи углеводородного сырья), предоставленном налогоплательщику в пользование в соответствии с законодательством Российской

Федерации".

Согласно п.2 статьи 336 не признаются объектом налогообложения:

- "подземные воды, не числящиеся на государственном балансе запасов полезных ископаемых, добытые индивидуальным предпринимателем и используемые им непосредственно для личного потребления";

- "дренажные подземные воды, не учитываемые на государственном балансе запасов полезных ископаемых, извлекаемые при разработке месторождений полезных ископаемых или при строительстве и эксплуатации подземных сооружений".

Согласно ст.337 "в целях настоящей главы указанные в пункте 1 статьи 336 настоящего Кодекса полезные ископаемые именуется добытым полезным ископаемым". В перечень видов добытого полезного ископаемого – подлежащих налогообложению – включены подземные воды, содержащие полезные ископаемые (промышленные воды) и (или) природные лечебные ресурсы (минеральные воды), а также термальные воды".

Очевидно, что статьи 336 и 337 противоречат друг другу. Согласно первой, все виды подземных вод, за исключением добытых для личного потребления и дренажных, облагаются налогом на добычу полезных ископаемых. Таким образом, питьевые и технические воды признаются полезным ископаемым.

Согласно же второй, подземные воды вообще не являются полезным ископаемым, и лишь один их тип (промышленные воды) содержит полезные ископаемые, а еще два типа (минеральные и термальные воды), хотя и не являются полезным ископаемым, но облагаются НДС.

Обратим внимание на формулировку "добытые полезные ископаемые, содержащие полезные ископаемые" (!), употребляемую применительно к промышленным подземным водам.

В целях налогообложения Глава 25.2 Налогового кодекса вводит собственную классификацию подземных вод. Выделяются следующие их типы и цели (виды) использования.

1. Подземные воды, содержащие полезные ископаемые
2. Подземные воды, содержащие природные лечебные ресурсы
3. Термальные воды
4. Подземные воды для обеспечения пожарной безопасности
5. Подземные воды для ликвидации стихийных бедствий и последствий аварий
6. Подземные воды для орошения земель сельскохозяйственного назначения (включая луга и пастбища)
7. Подземные воды для полива садоводческих, огороднических, дачных земельных участков, земельных участков личных подсобных хозяйств граждан
8. Подземные воды для водопоя и обслуживания скота и птицы, которые находятся в

собственности сельскохозяйственных организаций и граждан

9. Шахтно-рудничные и коллекторно-дренажные воды

10. Подземные воды для водоснабжения населения

11. Подземные воды для других целей (кроме №№ 1-9)

Забор вод, указанных в пунктах 1-9 не признается объектом налогообложения, в пунктах 10-11 – признается.

Типы вод №№ 1-3, а также – по всей видимости, № 9 – идентичны типам, приведенным в главе 26. Не вполне ясно, входят ли в этот список подземные воды, добытые индивидуальным предпринимателем и используемые им непосредственно для личного потребления.

Данный перечень очень слабо увязан с содержанием "Общероссийского классификатора полезных ископаемых и подземных вод", ГОСТ 17.1.1.04-80 "Классификация подземных вод по целям водопользования", а также Водным кодексом (разделяющим питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение).

Несогласованность указанных правовых и нормативных документов приводит к сложностям при утверждении запасов и их постановке на государственный баланс, лицензировании пользования недрами и налогообложении.

### **Влияние отбора подземных вод на окружающую среду**

Эксплуатация подземных вод может оказывать негативное влияние на некоторые компоненты окружающей природной среды. Необходимость установления требований к допустимым пределам такого воздействия определяет закон "Об охране окружающей среды".

Нормативы допустимого воздействия устанавливаются для различных видов хозяйственной и иной деятельности, в т.ч. для изъятия компонентов природной среды; для антропогенной нагрузки на окружающую среду и др. Относительно нормативов допустимого изъятия дается отсылка к законодательству о недрах, земельному, водному, лесному и иному законодательству.

Водный кодекс содержит требование об установлении и соблюдении нормативов допустимого воздействия на поверхностные и подземные водные объекты.

Наиболее подвержены влиянию отбора подземных вод наземные экосистемы и поверхностные водные объекты. В первом случае проявлением негативного влияния водоотбора является угнетение растительности при снижении уровня грунтовых вод, во втором - сокращение поверхностного стока и осушение водоемов.

Проблемы оценки влияния на растительность, довольно активно дискутируемые на рубеже 20-21 веков, так и не нашли адекватного отражения ни в нормативной базе, ни в методических документах. Вопросам же определения ущерба речному стоку, который обычно

приравнивается к непосредственному изъятию поверхностных вод, уделялось существенное внимание.

В нормативные документы, регулирующие вопросы оценки запасов подземных вод, природоохранные требования в явном виде впервые были включены в 1976 г. "Инструкция..." [131] подчеркивала необходимость при разведке участков под инфильтрационные водозаборы учета сохранения в реке минимального санитарного расхода, согласованного с местными санитарно-эпидемиологическими станциями и органами по регулированию использования и охране вод.

"Классификация..." 1983 г. [157] ограничивалась следующей фразой: "материалы подсчета запасов работы намечаемого водозабора должны содержать оценку влияния на поверхностные водные источники, экологические и другие природные условия".

"Инструкция..." 1984 г. [130] декларировала "обязательное соблюдение требований по охране окружающей среды" и повторяла (с небольшой корректировкой) фразу о необходимости сохранения в водотоке минимального расхода - если это требуется органами по регулированию использования и охране вод и государственного санитарного надзора.

В "Классификации..." 1997 г. [158] соблюдению экологических норм было уделено существенно большее внимание, вплоть до включения необходимости учета природоохранных требований в определение эксплуатационных запасов.

В 1998 г. были утверждены "Рекомендации по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу материалов подсчета эксплуатационных запасов питьевых, технических и лечебных минеральных подземных вод" [280]. Этот документ требовал наличия согласования допустимого ущерба поверхностному стоку от планируемого водоотбора с органами управления использованием и охраной водного фонда, а также с рыбоохранными органами, если водозабор связан с водоемом (рекой) рыбохозяйственного значения.

Согласно действующей "Классификации..." 2007 г. [144] для разведанных месторождений должно быть рассмотрено и оценено возможное влияние добычи подземных вод на окружающую среду и даны рекомендации по проведению наблюдений за воздействием водозаборных сооружений на компоненты природной среды и мероприятиям по снижению негативных экологических последствий. Для оцененных месторождений - рассмотрено возможное влияние добычи подземных вод на окружающую среду. Как видно, речь не идет о воздействии на окружающую среду как о лимитирующем запасы факторе.

В "Методических рекомендациях..." [196] для запасов категории В должно быть не только оценено влияние отбора подземных вод на окружающую среду, но и доказана допустимость ожидаемых воздействий. Однако критерии допустимости не расшифровываются.

В 1997 г. МПР России были выпущены "Временные методические рекомендации по установлению минимально допустимых расходов воды в реках для оценки возможных изъятий водных ресурсов при выдаче лицензий на специальное водопользование" [75].

Для незарегулированных водотоков данный документ, ссылаясь на требования "Правил охраны поверхностных вод " 1991 г. [267], устанавливал в качестве минимально допустимого расхода расчетный минимальный среднемесячный расход воды года 95% обеспеченности летне-осеннего и зимнего периодов.

В "Рекомендациях..." не разъяснялось, что именно должно сравнивать с "минимальным допустимым расходом". Это расход реки (при отборе подземных вод) среднемноголетний годовой, среднемноголетний меженный, или в конкретный момент времени? Логично предположить, что имеется в виду среднемноголетний меженный – потому что в качестве базы для сравнения (то есть "минимального допустимого расхода") принят именно меженный расход. С учетом вышесказанного данная норма представляется вполне адекватной.

Однако в 2007 г. МПР России были утверждены "Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты" [199].

В них величина допустимого изъятия поверхностного стока оценивается исходя из показателей маловодных лет 95% обеспеченности, что практически выносит любой ущерб за рамки допустимого воздействия.

При этом "Методические указания..." содержат положение, что "изъятие воды в крайне маловодные годы, с обеспеченностью стока выше критической величины производится только в объемах, необходимых для обеспечения приоритетных пользователей - для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения".

Это дает основание считать, что превышение допустимой величины не препятствует оценке запасов питьевых подземных вод.

Таким образом, с одной стороны документ устанавливает практически невыполнимые требования, а с другой – оставляет возможность их игнорирования.

Добавим, что нормативная база не регламентирует процедуру согласования изъятия стока с бассейновыми водными управлениями при оценке запасов подземных вод.

Следовательно, действующие указания по оценке допустимого изъятия поверхностного стока нуждаются в корректировке, а порядок его согласования должен быть четко прописан в нормативной документации.

Отдельного рассмотрения заслуживают проблемы нормативного регулирования:

- сброса подземных вод, выводимых на поверхность земли в процессе дренажных мероприятий, проведения опытно-фильтрационных работ и т.п., в поверхностные воды.

- сброса (закачки) в подземные водные объекты солевого раствора, образующегося при

доведении природных подземных вод до питьевых кондиций.

### **Виды и доступность информации**

Достоверность выполняемых оценок, надежность принимаемых управленческих и инженерных решений определяются полнотой и качеством исходных данных, на которых они базируются. Информация, полученная при проведении геологического изучения и эксплуатации недр, является ценнейшим материалом, необходимым для проведения работ, анализа геологического строения и оценки перспективности изучаемой территории.

При изучении подземных вод доступность информации имеет особое значение. Следует подчеркнуть, что это относится не только к архивной, но и к актуальной информации, причем как непосредственно на рассматриваемой площади, так и на окружающей территории. Причиной этого являются рассмотренные выше особенности подземных вод как полезного ископаемого:

- изменение гидродинамических и гидрогеохимических условий в процессе эксплуатации, в масштабах не геологического, а реального времени;
- необходимость учитывать при оценке запасов подземных вод взаимодействие водозаборов, как действующих, так и проектируемых.

Поскольку подземные воды являются частью общих водных ресурсов и участвуют в круговороте воды, при их изучении требуется информация о климатических показателях, о поверхностных водных объектах, о также об использовании территории и водохозяйственной обстановке.

Общее определение понятия "информация" приведено в Федеральном законе "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", согласно которому информация – это сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления.

Приведенное определение является столь же невнятным, сколь и всеобъемлющим. Однако указанный закон устанавливает обязательные для исполнения принципы правового регулирования отношений в сфере информации. К компетенции законодательства об информации относятся вопросы обладания информацией, ее предоставления и распространения, ограничения доступа и конфиденциальности.

Среди основных понятий, используемых в законе, выделим следующие:

- обладатель информации - лицо, самостоятельно создавшее информацию либо получившее на основании закона или договора право разрешать или ограничивать доступ к информации, определяемой по каким-либо признакам.
- доступ к информации - возможность получения информации и ее использования.
- конфиденциальность информации - обязательное для выполнения лицом, получившим



доступ к определенной информации, требование не передавать такую информацию третьим лицам без согласия ее обладателя.

Закон различает предоставление и распространение информации. В первом случае это действия, направленные на получение информации определенным кругом лиц или ее передачу определенному кругу лиц. Во втором речь идет о неопределенном круге лиц.

К общедоступной информации относятся общеизвестные сведения и иная информация, доступ к которой не ограничен (ст. 7). Не может быть ограничен доступ, в частности, к информации о состоянии окружающей среды (ст. 8).

Целью ограничения доступа к информации является защита основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности государства. Защита информации, составляющей государственную тайну, осуществляется в соответствии с законодательством о государственной тайне (ст.9).

Ограничения доступа к информации, а также правовая регламентация в области сведений, составляющих коммерческую тайну, служебную тайну и иную тайну, устанавливаются Федеральными законами (ст.3, 5, 9). Обязательным является соблюдение конфиденциальности информации, доступ к которой ограничен.

Законодательство о недрах оперирует понятиями "геологическая информация", "геологическая информация о недрах", "геологическая и иная информация о недрах" – не делая между ними каких-либо различий.

Согласно ст.27 закона "О недрах", это "информация о геологическом строении недр, находящихся в них полезных ископаемых, об условиях их разработки, а также иных качествах и особенностях недр, содержащаяся в геологических отчетах, картах и иных материалах".

Геологическая информация является результатом исследований, которые проводятся в рамках работ по региональному геологическому изучению, геологическому изучению (включающему поиски и оценку месторождений), разведки и добычи полезных ископаемых. Помимо этого, информация о подземных водах создается в процессе проведения мониторинга.

В ряде нормативных документов содержатся типизации геологической информации, основанные на способах ее получения, обработки и хранения.

Согласно ГОСТ Р 53797-2010 "Геологическая информация о недрах. Основные положения и общие требования" [219] различают первичную и производную геологическую информацию. В первом случае информация получена в результате наблюдений, включая дистанционное, и исследований (в том числе приборами) геологических объектов в их естественном залегании и в образцах и пробах. Во втором - в результате интеллектуальной и/или приборной автоматизированной обработки (генерализация, обобщение, сопоставление, экстраполяция, систематизация, интерпретация и т.п.) первичной информации.

Согласно ГОСТ Р 53794-2009 "Информация о недрах геологическая. Термины и определения" [218] выделяют следующие "ресурсы геологической информации":

- первичные – полевая, скважинная, лабораторная и другая информация, накопленная на начальной стадии изучения;
- интерпретационные – созданные в процессе обработки первичной информации и преобразованные в удобный для анализа и интерпретации вид;
- обобщенные – созданные в процессе интерпретации геологических данных, оформленные в удобном для использования виде и готовые для пользования и хранения.

В соответствии с Административным регламентом Роснедра, описывающим процедуры предоставления в пользование информации, полученной в результате государственного геологического изучения недр [9], геологическая информация о недрах хранится в виде:

- 1) текстовой информации на бумажных носителях,
- 2) картографической информации на бумажных носителях или металлических основах,
- 3) фактографической информации (имеется в виду – на природных носителях),
- 4) цифровой информации на машинных носителях.

Если рассматривать тематическое содержание информации и способы ее публикации, можно выделить следующие виды материалов:

а) отчеты о геологическом изучении недр. Содержат геологическую, в т.ч. геофизическую, геохимическую и т.п. информацию об объектах исследования.

б) выпуски государственного учета подземных вод. Формируются в виде отчетов ежегодно для каждого субъекта Российской Федерации. Содержат данные о ресурсах подземных вод, месторождениях, запасах, водозаборах, лицензировании, фактическом водоотборе (на основе данных отчетности по форме 2-ТП водхоз), участках загрязнения.

в) ежегодные информационные бюллетени о состоянии недр (геологической среды), выпускаемые территориальными, региональными и федеральным центрами государственного мониторинга состояния недр (ГМСН). Содержат обобщенные данные о состоянии и использовании ресурсной базы, состоянии подземных вод на рассматриваемых территориях. Фактические данные отсутствуют, приводятся только в качестве иллюстраций к описанию происходящих процессов.

г) выпуски "Запасы подземных вод, прошедшие государственную экспертизу", издаваемые раз в 5 лет Российским федеральным геологическим фондом (РФГФ), и ежегодные пополнения к ним.

д) государственные реестры, доступ к которым возможен посредством сети Интернет на сайте РФГВ:

- реестр объектов Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных

ископаемых;

- сводный государственный реестр участков недр, предоставленных для добычи полезных ископаемых, а также в целях, не связанных с их добычей, и лицензий на пользование недрами;
- сводный государственный реестр работ по геологическому изучению недр;
- каталог Государственного банка цифровой геологической информации (ГБЦГИ).

Необходимо отметить, что в последние годы государством прилагаются значительные усилия, направленные на обеспечение сбора, систематизации и хранения геологической информации. В первую очередь следует отметить перевод материалов в цифровые форматы, организацию доступа к данным по сети Интернет, создание различных информационных систем.

Однако проблемы предоставления некоторых видов материалов в геологические фонды (или иные органы Роснедра) и доступа к ней урегулированы в настоящее время недостаточно.

Очевидно, что в приведенном выше перечне отсутствуют фактические данные мониторинга, как государственного, так и локального, в том числе данные эксплуатационного мониторинга, который проводят недропользователи при добыче подземных вод.

Рассмотрим далее вопросы, связанные с правом на информацию.

Гражданский Кодекс в период с 1994 г. по 2006 г. относил информацию к объектам гражданских прав. В настоящее время информация исключена из этого круга, к которому, помимо различных видов имущества, относятся результаты работ и оказание услуг; охраняемые результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним средства индивидуализации (интеллектуальная собственность); нематериальные блага.

Таким образом, в отношении информации меры защиты прав собственности и вещных прав не применяются.

Как указывалось выше, закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" оперирует понятием "обладание информацией". К правомочиям обладателя информации отнесены использование, передача и распространение информации, ограничение доступа, защита прав на информацию и иные действия с ней.

Закон "О недрах" вступает в противоречие с законом "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", используя понятие "собственность".

Согласно ст.27, геологическая и иная информация о недрах может находиться в государственной собственности или в собственности пользователя недр – в соответствии с источником финансирования. В обоих случаях она представляется пользователем недр по установленной форме в федеральный и территориальный фонды геологической информации, осуществляющие ее хранение и систематизацию.

Порядок и условия использования указанной информации определяются федеральным

органом управления государственным фондом недр (ст. 27).

Лицензия на пользование недрами должна содержать соглашение о праве собственности на геологическую информацию, получаемую в процессе пользования недрами (ст. 12).

Информация, полученная пользователем недр за счет собственных средств, представляется с определением условий ее использования, в том числе в коммерческих целях. Должностные лица геологических фондов обязаны обеспечить ее конфиденциальность, они несут материальную, административную или уголовную ответственность за ее несанкционированное разглашение.

Добавим, что согласно ст.27 закона "О недрах", Исполнитель (то есть геологическая организация, выполняющая работы по договору с недропользователем) имеет право использовать полученную в результате проведения работ геологическую и иную информацию о недрах для научной и преподавательской деятельности, если иное не предусмотрено договором.

Таким образом, законодательство устанавливает две причины ограничений на доступ к информации: секретность материалов, обусловленная государственной тайной и ее конфиденциальность (право собственности пользователя недр).

К этому, как показано выше, следует добавить такой вид ограничения доступа к некоторым видам информации, как ее физическое отсутствие в геологических фондах, сети Интернет и других общедоступных источниках, обусловленное отсутствием в правовых нормах требований по ее предоставлению.

Заметим, что в отдельные периоды имели место такие препятствия, как взимание платы за информацию и (в неявном виде) ограничения копирования материалов.

В период с 2002 г. по 2010 г. в соответствии с законом "О недрах" (ст. 41) взималась плата за пользование геологической информацией о недрах, полученной в результате государственного геологического изучения недр. Размер платы за указанную геологическую информацию и порядок ее взимания определялся Постановлением Правительства РФ от 25.01.2002 г. №57 "О плате за геологическую информацию о недрах" [263] и "Методикой определения конкретного размера платы за геологическую информацию о недрах, полученную в результате государственного геологического изучения недр" 2005 г. [193]. Статья 41 утратила силу с 2011 г.

Административный регламент Роснедра [9] запрещал оказание и взимание платы за оказание каких-либо услуг при предоставлении информации (п.35). При этом сроки и виды изготавливаемых копий должны были устанавливаться руководством фондов с учетом технических возможностей и физического состояния материалов по согласованию с заявителем (п. 83). Поскольку возможности фондов ограничены, сроки копирования измерялись месяцами. В 2013 г. пункт 83 был исключен.

С 2012 г. недропользователи обязаны предоставлять в органы Роснедра "сведения о выполнении условий пользования недрами при добыче питьевых и технических подземных вод". Предназначенная для этих целей годовая форма 4-ЛС содержит следующие сведения (по каждому участку недр):

- глубина статического и динамического уровня (по одному значению);
- уровень фактической добычи (по горизонтам, по одному значению, годовой объем);
- сведения о качестве (по горизонтам, по одному значению, среднее содержание за год).

Эта информация не является общедоступной. Между тем, при оценке запасов подземных вод данные по эксплуатируемым участкам, смежным с оцениваемым, необходимы для анализа геолого-гидрогеологических условий, калибровки моделей и проведения прогнозных расчетов.

На наш взгляд, решение обратных задач для крупных территорий по текущим данным в интенсивно эксплуатируемых районах в настоящее время вообще утратило смысл. Причиной этого является отсутствие достоверных данных как по уровням (которые определяются, как правило, только на оцениваемом водозаборе при кратковременных остановках скважин), так и по водоотбору (отчетность недропользователей по которому малодоступна и обычно не соответствует действительности).

На основании вышеизложенного представляются актуальными следующие меры по обеспечению доступа к информации, необходимой при проведении геологоразведочных на воду работ:

- приведение законодательства о недрах в соответствие с Гражданским Кодексом и законом "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", заменив понятие "собственность" на "обладание";
- регламентация предоставления в фонды и урегулирование доступа к информации, полученной пользователями недр при добыче подземных вод, материалам государственного мониторинга, данным о запасах и величине разрешенного водоотбора;
- решение вопросов общедоступности информации о климатических показателях и о поверхностных водных объектах (как информации об окружающей природной среде)

### **1.3. Совершенствование нормативно-правовой базы изучения ресурсного потенциала подземных вод**

Создание системы геологического изучения и использования подземных вод, применительно к новым общественно-экономическим условиям, является важнейшей государственной задачей. Эта задача решается уже более 20 лет, но имеющиеся результаты далеки от желаемых. Этому есть как объективные, так и субъективные причины.

Одной из главных является то обстоятельство, что подземные воды как объект права

занимают особое положение среди всех видов природных ресурсов. С одной стороны, они содержатся в недрах и обладают основными признаками полезных ископаемых, с другой – являются частью общих водных ресурсов суши. Двойственный характер подземных вод предопределил их отнесение не только к законодательству о недрах, но и к водному законодательству.

В общей сложности можно выделить три блока документов, регулирующих вопросы деятельности, затрагивающей подземные воды:

- закон "О недрах" и Водный кодекс, которые содержат основополагающие правовые нормы;

- нормативно-правовые документы в сфере законодательства о недрах;

- нормативно-правовые документы смежных отраслей законодательства.

Рассмотрим последовательно 3 вышеуказанных блока.

1. Основой современной системы государственного управления ресурсами подземных вод является их отнесение к сфере законодательства о недрах. Однако дискуссия о юрисдикции подземных вод продолжается уже почти сто лет и имеет не только теоретический характер.

Во-первых, несмотря на то, что большинство статей "Водного кодекса", касающихся подземных вод, содержит отсылки к законодательству о недрах, отзвуки этой дискуссии находят отражение в ряде действующих правовых и нормативных актов.

Во-вторых, не прекращаются попытки исключить пресные подземные воды из сферы недропользования (из состава полезных ископаемых) – путем перевода их в сферу водного законодательства и(или) путем объединения функций по управлению поверхностными и подземными водами в рамках одной структуры.

Такие предложения не решат имеющихся проблем, а приведут к слому сложившейся в течение десятилетий системы, что негативным образом скажется на обеспечении хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и объектов промышленности.

В рамках действующего законодательства представляются необходимыми следующие действия:

- привести в законе "О недрах" определение понятия "полезные ископаемые", включив в него подземные воды. За этим должно последовать приведение в соответствие подзаконных актов;

- разделить компетенции между Законом "О недрах" и другими законодательными актами, в первую очередь - Водным кодексом.

В правовых документах возможные виды деятельности применительно к подземным водам обычно формулируются в виде триады "изучение – использование – охрана". В ней упущено 4-ое звено – "добыча", которая (видимо) 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.

Организация водоснабжения не зависит от типа воды (подземные или поверхностные), оно может базироваться одновременно на двух источниках. Поэтому использование водных ресурсов, в силу своего комплексного характера, должно быть сосредоточено в рамках одной отрасли законодательства - водного.

Наиболее важным элементом охраны подземных вод является их защита от поверхностного загрязнения, для чего доступ к недрам не требуется.

Однако ухудшение их качества возможно в результате закачки (сброса) сточных вод и жидких отходов, проникновения загрязнения через стволы скважин, привлечения некондиционных поверхностных вод, при добыче полезных ископаемых с использованием гидроразрыва пласта и др.

В связи с этим охрана подземных вод включает разнообразные мероприятия и ограничения, затрагивающие, в том числе, и сферу недропользования, и должна регулироваться несколькими отраслями законодательства, но с соответствующим разделением их функций.

2. Законодательство о недрах в настоящее время жестко регламентирует практически каждый шаг недропользователя. Государство старается максимально зарегулировать последовательность работ, их состав и требования к отчетности. Вектор развития нормативной базы очевиден – детальная регламентация действий как недропользователей, так и должностных лиц, ответственных за исполнение государственных функций.

При этом, если ранее во главу угла ставился дух закона (в широком смысле слова), то сейчас уже буква закона. При рассмотрении отчетов и проектов проверка наличия и должного оформления требуемых документов и согласований часто является наиболее сложным и принципиальным вопросом повестки дня. Соответственно, все меньше внимание уделяется содержательной части материалов, что самым негативным образом сказывается на качестве и эффективности геологических исследований в частности и недропользования в целом.

Состав и порядок проведения геологоразведочных работ и получения сопутствующих государственных услуг выстроен для случая, когда объектом оценки запасов является участок недр без оцененных запасов (перспективный участок).

Эта схема не предусматривает исключений, которые должны касаться, в первую очередь, проектирования геологического изучения недр и эксплуатации - для участков действующих водозаборов и для геологоразведочных работ, которые проводятся за счет средств недропользователей.

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 ниже в следующих разделах работы (глава 2).

3. Помимо Водного кодекса, к базовым Федеральным законам, в той или иной степени регулирующим вопросы подземных вод, относятся: Градостроительный, Земельный, Лесной и Налоговый кодексы, законы "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", "Об охране окружающей среды", "Об экологической экспертизе", "О водоснабжении и водоотведении", "Об отходах производства и потребления", "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.

Среди первоочередных проблем, возникающих при недропользовании, выделим вопросы предоставления земельных участков, оформления заключений органов Роспотребнадзора, согласования влияния отбора подземных вод на окружающую среду, доступности необходимой для оценки запасов информации.

Нуждаются в более корректной правовой и законодательной регламентации соотношения понятий "геологоразведочные работы" и "инженерные изыскания", "подземный водный объект" и "участок недр", "налог на добычу подземных вод" и "водный налог".

4. Итак, общая система государственного управления ресурсами подземных вод формируется на базе многочисленных законов и подзаконных актов. При этом вследствие разобщенности вовлеченных в этот процесс ведомств, несовпадения их интересов, а также недостаточно высокой квалификации разработчиков действующая база противоречива, содержит ряд пробелов, устаревших норм и необоснованных требований, что препятствует эффективному и рациональному использованию недр.

Можно выделить следующие основные проблемы нормативно-правового регулирования в области изучения и использования подземных вод [31, 40-42, 345]:

- несогласованность и разобщенность норм закона "О недрах" и смежных отраслей законодательства;
- отсутствие определений используемых понятий и унификации понятийного аппарата;
- наличие неправомерных, а иногда и противоречащих здравому смыслу положений – 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 рассматриваемых объектов и решаемых задач.

Соответственно, проявлениями неэффективности действующей системы изучения подземных вод являются:

- неоправданно высокие трудовые и финансовые затраты государства и недропользователей;

- превосходящая разумные пределы продолжительность проведения административных процедур и получения разрешительной документации;

- низкое качество проведения геологоразведочных работ, включая анализ и интерпретацию материалов;

- экономически невыгодные решения по освоению месторождений подземных вод и их участков;

- проблемы при проведении государственного учета запасов и ресурсов подземных вод, при предоставлении участков недр в пользование для добычи;

- недостаточность исходных данных для проектирования эксплуатации в части технологии добычи и проведения водоподготовки.

Исправление недостатков сложившейся системы государственного управления подземными водами требует как гармонизации закона "О недрах" с другими Федеральными Законами (Кодексами), так и упорядочения норм многочисленных подзаконных актов. Для этого необходима координация и совместная работа ведомств, участвующих в ее формировании.

Совершенствование нормативно-правовой базы управления ресурсами подземных вод должно проводиться в нескольких направлениях:

- 1) Внесение поправок в подзаконные акты и подготовка новых редакций документов. В первую очередь это относится к сфере законодательства о недрах, однако требуют корректировки и ряд нормативных требований в смежных отраслях законодательства.

- 2) Внесение поправок в закон "О недрах" и Водный Кодекс на основе разделения их компетенций, целесообразно в каждом из указанных правовых актов документе выделить отдельные главы, посвященные подземным водам.

5. Законодательство, регулирующее отношения, связанные с подземными водами, характеризуется отсутствием систематизации многочисленных нормативных правовых актов, что приводит к проблемам применения его положений как пользователями недр, так и органами государственной власти, осуществляющими управление в сфере недропользования.

Заметим, что Водный Кодекс по отношению к подземным водам (подземным водным объектам) не является собственно "Кодексом", так как по основным разделам содержит отсылочные нормы к законодательству о недрах; его содержанию в большей степени соответствует название "Кодекс о поверхностных водах".

Совершенствование нормативно-правовой базы, помимо рассмотренной выше корректировки действующих документов, может осуществляться путем подготовки кодифицированного акта (Кодекса), либо специального федерального закона "О подземных водах".

Единый правовой акт можно рассматривать как оптимальный инструмент решения проблем в области рационального изучения, использования и охраны подземных вод.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

### **2.1. Развитие представлений об изученности эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод**

Всем оценкам запасов (ресурсов) полезных ископаемых свойственна неопределенность, зависящая от геологических условий, объема используемых данных и их достоверности.

Система квалификации запасов (ресурсов) полезных ископаемых, показывающая относительную степень неопределенности этих оценок путем их деления на категории, насчитывает уже более 100 лет.

Принципы дифференциации запасов по степени их изученности (достоверности) и подготовленности к промышленному освоению устанавливаются в соответствующих Классификациях (стандартах, кодексах).

Их разработка началась в первом десятилетии XX века применительно к твердым полезным ископаемым, позднее – для углеводородного сырья, а начиная с 1940-х годов (в СССР) – и для подземных вод.

Основных потребителей информации о запасах (ресурсах) можно разделить на две группы: органы государственной власти (правительство, министерства и ведомства) и участники рыночных отношений (акционеры, кредиторы, инвесторы).

В первом случае информация используется для управления недрами: административного учета запасов, контроля деятельности недропользователей, планирования геологоразведочных работ (ГРР), освоения месторождений и перспективного развития территорий.

Во втором - для оценки стоимости активов добывающих компаний и функционирования фондового рынка: формирования капитализации, котировки акций, получения банковских кредитов и привлечения инвестиций.

Российская система классификации унаследована от СССР, в котором она создавалась для решения, в первую очередь, государственных задач в условиях плановой экономики.

В связи с этим для нее характерны такие особенности, как слабая проработанность экономических аспектов освоения месторождений, с одной стороны, и значительное внимание, уделяемое ресурсам полезных ископаемых (т.е. наименее изученной их части), с другой.

В Российской Федерации Классификация запасов, вместе с Методическими рекомендациями (ранее – Инструкцией) по ее применению, является основным документом, который определяет требования к оценке (подсчету) запасов и проведению их экспертизы, необходимые результаты и основные методические принципы проведения ГРР. Не будет

преувеличением сказать, что каждое ее положение опирается на опыт многих лет проведения геологоразведочных работ и оценки запасов в различных геологических условиях. Таким образом, каждая последующая Классификация обобщает достигнутый текущий уровень состояния отрасли и формирует направления ее дальнейшего развития.

Рассматривая более чем столетний период развития классификаций запасов (ресурсов), можно выделить следующие основные этапы:

1 – разработка единых для всех добывающих стран принципов дифференциации запасов, зафиксированных в решениях Международных геологических конгрессов (начало XX века).

2 – параллельное независимое развитие отечественных и зарубежных классификаций в советский период, начиная с первой классификации, принятой в СССР в 1927 г.

3 – сближение российских классификаций с зарубежными, в т.ч. с рамочной классификацией ООН, начавшееся на рубеже XX и XXI веков.

Как известно, подземные воды обладают рядом особенностей, отличающих их от других полезных ископаемых, что подробно освещено в литературе 1960-80-х годов. Необходимо подчеркнуть, что подсчет и категоризация запасов (ресурсов) подземных вод имели место в социалистических странах и, соответственно, в настоящее время используются только в ряде государств, входивших ранее в СССР. Тем не менее, развитие классификации запасов подземных вод нельзя рассматривать в отрыве от классификаций других полезных ископаемых, поскольку для них характерны общие подходы, тенденции и принципы.

В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть следующие группы классификаций полезных ископаемых:

- зарубежные - первые варианты (твердые полезные ископаемые, начало XX века);
- советские (российские) – ТПИ, углеводороды (с 1927 г. по 1942 г.);
- советские (российские) – подземные воды (классификации и инструкции);
- зарубежные - действующие (ТПИ, углеводороды, начало XXI века);
- рамочная классификация ООН (1997 г., 2008 г.);

### **2.1.1. Ранние классификации запасов полезных ископаемых**

Аналізу первых классификаций запасов посвящены многие работы как зарубежных, так и отечественных авторов: А.Синclair-Г.Н.Блэквелл [374, 375], Е.Сидес [360], А.К.Болдырев [23], "Совершенствование..." [306], Ю.Н.Новиков [221, 222], С.В.Шаклеин и Т.Б.Рогова [340], А.Г.Чернявский [336].

Разработка принципов категоризации запасов началась в первом десятилетии XX века применительно к твердым полезным ископаемым. Наибольшее внимание этому вопросу уделяли геологи промышленно развитых стран, таких как Великобритания и США,

занимавшиеся поиском и разведкой железных руд, каменных углей и др.

Во второй половине XIX века при оценке запасов полезных ископаемых использовался термин "ore in sight" ("руда в поле зрения"), то есть речь шла об определении параметров рудной залежи.

На рубеже веков в связи с бурным развитием промышленности и, соответственно, добычи полезных ископаемых, это понятие перестало отвечать требованиям оценки и освоения месторождений.

Необходимость дифференциации запасов была обусловлена стремлением оценить степень уверенности в возможности получения (добычи) полезного ископаемого в оцененном количестве.

В 1901 году в трудах Лондонского института горного дела и металлургии (ИММ) выходит статья J.D.Kendall [365], в которой рассматриваются подходы и терминология, применяемые при оценке свойств залежи.

После дискуссии по этой работе, в 1902, Совет ИММ принял циркуляр [364], требующий от его членов подробно указывать данные и способ подсчета руды и стандартизировать использование термина "ore in sight", разделив его на две категории:

а) руда оконтуренная, т.е. обнаженная по крайней мере с трех сторон выработками, расположенными достаточно близко.

б) руда пока не оконтуренная, но существование которой можно предполагать с достаточным основанием.

Также требовалось, чтобы данные, на которых основаны оценки, были представлены в сопроводительных отчетах в виде планов и разрезов, а извлечение руды должно быть прибыльным. Этот циркуляр является первой попыткой регулирования отчетности по оценке величины и ценности полезных ископаемых, учитывающей степень их изученности и обоснованности.

В 1903 году P.Argall предлагает выделять три категории:

- "вскрытая руда" ("ore developed") - "точная руда", вскрытая со всех сторон горными выработками;

- "вскрываемая руда" ("ore being developed" - с разделением на три класса в зависимости от количества сторон, по которым блоки оконтурены горными выработками);

- "ожидаемая руда" ("ore expectant") - руда "вне последней видимой руды", подсчитанная по возможно более полным сведениям, включая данные по руднику и по окружающему его району.

В 1907 г. ИММ по итогам широкой дискуссии предложил новую Классификацию. В ее основу был положен не только принцип изученности, но и подготовленности к добыче.

- "видимая руда" ("visible ore") - подготовленная для добычи проведением всех необходимых горных выработок;

- "вероятная руда" ("probable ore") - "не вполне подготовленная к добыче руда", для извлечения которой проведена только часть необходимых горных выработок;

- "возможная руда" ("possible ore") - руда, сведения о которой основаны на теоретических представлениях, но не заверены горными работами, причем такие запасы цифрами не выражались.

В 1909 г. Гувер (Н.С. Hoover, в будущем – президент США) опубликовал труд "Principles of Mining" [363]. Он отметил, что термин "руда в поле зрения" является слишком общим и его трансформация должна заключаться в разделении на классы, наименования которых будут указывать на различную степень риска исчезновения в разных частях рудника". Составленная им классификация ориентирована на оценку геологических запасов и включала следующие виды:

- "доказанная руда" ("proved ore") - для которой практически нет риска исчезновения;

- "вероятная руда" ("probable ore") - для которой имеется некоторый риск исчезновения, но имеются убедительные доводы за ее существование;

- "предположительная руда" ("prospective ore") - руда, которая не может быть включена в предыдущие классы, поскольку имеется значительный риск исчезновения и которую невозможно выразить в цифрах.

Как указывают С.В. Шаклеин и Т.Б. Рогова [340], "все первые классификации были предложены инженерами-практиками и имели главной целью рациональную оценку месторождений для обеспечения их купли-продажи, и частично, планирования развития рудников". Н.С. Hoover в 1909 г. писал: "Оценка месторождения заключается в установлении прибыли от его разработки".

В последующие годы вопросы дифференциации запасов рассматривались на XI (1910г., Стокгольм, по железным рудам) и XII (1913 г., Оттава, по углю) сессиях Международного геологического конгресса, уже с точки зрения перспектив планирования государственного и мирового горного хозяйства.

Обе сессии не внесли принципиальных изменений относительно категоризаций 1907 г. и 1909 г. Отметим, однако, такие новшества, как:

- разделение запасов на "промышленные в настоящее время" и "промышленные в перспективе", то есть "балансовые" и "забалансовые" в современной российской терминологии;

- присвоение на XI сессии категориям запасов буквенных символов А, В и С;

- употребление в классификациях термина "запасы" ("reserves").

Что же касается категоризации, суть предложенных формулировок сводится к

следующему:

А - "действительные запасы" ("actual reserves") - для которых "сделаны надежные вычисления на основе действительных исследований мощности и протяжении пластов";

В - "вероятные запасы" ("probable reserves") - для которых "может быть получена лишь весьма приближенная их величина";

С - "возможные запасы" ("possible reserves") - "величина не может быть выражена в цифрах".

Анализируя опубликованные к 1925 г. Классификации (табл. 2.1), А.К.Болдырев разделил их по критериям категоризации на три группы:

- по степени вероятности существования запасов;
- по степени точности подсчета запасов;
- по степени разведанности запасов.

К первой группе были отнесены Классификация ИММ (1907 г) и ей подобные. Автор отмечал явное несоответствие между названиями категорий (разная степень вероятности существования запасов) и реальным делением - в соответствии с их изученностью (разведанностью).

Используемый в классификациях второй группы принцип категоризации по степени точности подсчета, по своей сути, является верным. Однако его реализация на практике, как в 1900-х годах, так и в настоящее время (несмотря на существенный прогресс в развитии методов подсчета запасов), весьма затруднительна.

Наиболее приемлемым считался принцип разведанности запасов, объединяющий, в той или иной мере, подходы первых двух групп.

## **Выводы**

1. В начале XX века геологи и разработчики месторождений твердых полезных ископаемых столкнулись с необходимостью дифференциации залежей (рудных тел) по степени надежности определения величины их запасов.

В связи с этим стали разрабатываться принципы деления залежей на блоки, характеризующиеся различным качеством оценки запасов, которое выражалось в их категоризации. Каждой категории соответствовала разная степень достоверности запасов.

В качестве критериев дифференциации в различных вариантах предлагались степень вероятности существования, изученность (разведанность), точность подсчета, подготовленность к разработке. При этом в основе всех критериев лежит полнота знаний о недрах.

Таблица 2.1

## Ранние Классификации запасов полезных ископаемых

| Год       | Источник (автор) | Качество оценки | Название категории  | Перевод                   | Характеристика  |
|-----------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|---|
| 1901-1902 | J.D.Kendall, IMM | Высокое         | ore blocked out     | руда оконтуренная         | обнаженная по крайней мере с 3-х сторон выработками, расположенными достаточно близко                   |
|           |                  | Среднее         | ore not blocked out | руда пока не оконтуренная | существование можно предполагать с достаточным основанием   |
| 1903      | P.Argall         | Высокое         | ore developed       | руда вскрытая             | вскрытая со всех сторон горными выработками   |
|           |                  | Среднее         | ore being developed | руда вскрываемая          | вскрытая выработками с 1-3 сторон с соответствующим разделением на три класса                           |
|           |                  | Низкое          | ore expectant       | руда ожидаемая            | «вне последней видимой руды», подсчитанная на основе данных по руднику и по окружающему его району      |
| 1907      | IMM              | Высокое         | ore visible         | руда видимая              | подготовленная для добычи проведением всех необходимых горных выработок                                 |
|           |                  | Среднее         | ore probable        | руда вероятная            | «не вполне подготовленная к добыче», для извлечения проведена только часть необходимых горных выработок |
|           |                  | Низкое          | ore possible        | руда возможная            | сведения основаны на теоретических представлениях, но не заверены горными работами                      |
| 1909      | H.Hoover         | Высокое         | proved              | руда доказанная           | практически нет риска исчезновения  |
|           |                  | Среднее         | probable            | руда вероятная            | имеется некоторый риск исчезновения, но имеются убедительные доводы за ее существование                 |
|           |                  | Низкое          | prospective         | руда предположительная    | имеется значительный риск исчезновения, величину невозможно выразить в цифрах                           |
| 1910      | IGC, session XI  | Высокое         | A                   | запасы категории A        | могут быть сделаны надежные вычисления их размеров, основанные на действительных исследованиях          |
|           |                  | Среднее         | B                   | запасы категории B        | можно получить лишь весьма приближенное определение размеров  |
|           |                  | Низкое          | C                   | запасы категории C        | размер «вовсе не может быть представлен в цифрах»   |
| 1913      | IGC, session XII | Высокое         | actual reserves     | запасы действительные     | вычисления основаны на знании действительной мощности и протяжении пластов                              |
|           |                  | Среднее         | probable reserves   | запасы вероятные          | может быть получена лишь приближенная их величина   |
|           |                  | Низкое          | possible reserves   | запасы возможные          | величина не может быть выражена в цифрах  |



2. Во всех вариантах, начиная с 1903 г., выделяются 3 категории запасов. В самых ранних (1901-1903 г.) предлагалось использовать относительно четкие критерии категоризации (количество сторон, по которым блоки оконтурены горными выработками). В последующих отнесение к той или иной категории производится уже субъективно. При этом для 3-й категории количество запасов не подсчитывалось (кроме классификации Аргала), определялось только предполагаемое местоположение участка.

Заметим, что выделить больше 3 категорий в пределах одного месторождения затруднительно именно вследствие отсутствия однозначности при дифференциации степени достоверности запасов. Стоит, забегая вперед, указать, что в настоящее время в зарубежных классификациях запасов ТПИ и УВ (где применяются, хоть и приближенные, количественные критерии), используется не больше 2-3 категорий.

3. Поскольку запасы твердых полезных ископаемых оцениваются по их объему (массе), очевидно, что их величина тесно связана с размерами залежи – т.е. ее принятыми границами.

В связи с этим в ранних классификациях первостепенное значение придавалось достоверности оконтуривания залежи – т.е. достоверности наличия полезных ископаемых в указанном месте.

В дальнейшем оконтуривание (установление границ) месторождений стало важнейшей операцией в составе подсчета запасов.

4. Принципы, разработанные в самом начале XX века, лежат в основе всех современных классификаций запасов, как отечественных, так и зарубежных. Обоснование количества категорий и критериев дифференциации запасов являлось в дальнейшем основным направлением совершенствования Классификаций запасов всех полезных ископаемых.

Небезинтересно, что в ныне действующих Классификациях многих стран сохранены термины "вероятные", "возможные" (ИММ, 1907) и "доказанные" (Гувер, 1909) запасы. Предложенная в 1910 г. буквенная индексация (в более широком виде) применяется у нас в стране и в настоящее время.

5. Геологоразведочные работы не ограничиваются подсчетом количества полезного ископаемого в недрах. Их основным результатом является подготовка месторождения к купле-продаже, то есть оценка его стоимости с учетом извлечения и переработки.

### **2.1.2. Классификации СССР 1927-1942 г.**

Первое десятилетие советской власти при оценке запасов использовались мало отличавшиеся друг от друга классификации Гувера и Международного геологического конгресса. В конце 1920-х годов работы по подсчету запасов полезных ископаемых были признаны работами первостепенной важности как основа для развития производства и

размещения объектов промышленности. В 1927 г. в составе Геологического комитета СССР, в связи с необходимостью создания единой системы учета разведанных запасов, была образована Особая комиссия по подсчету запасов – ОКЗ [95].

Одновременно комитет выдвинул задачу разработки единой Классификации запасов полезных ископаемых. В это время появляются и первые предложения классифицировать запасы нефти отдельно от твердых полезных ископаемых (М.В.Абрамович).

В дальнейшем ОКЗ претерпела ряд реорганизаций и переименований (Центральная, Всесоюзная, Государственная). С 1935 г. комиссия является высшим государственным органом по утверждению запасов всех видов полезных ископаемых. В этом же году СНК СССР выпускает постановление "Об обязательном утверждении запасов минерального сырья для проектирования новых горных и горнозаводских предприятий" [266], которым запрещает проектирование и строительство на базе месторождений с неутвержденными запасами.

Период с 1927 г. по 1941 г. можно считать годами становления российской (советской) системы подсчета запасов полезных ископаемых. В этот период выходят 3 классификации запасов ТПИ и 4 – нефти. Основной целью категоризации является разделение запасов по степени изученности и подготовленности к освоению. В разработку классификаций значительный вклад внесли такие выдающиеся ученые как А.К.Болдырев, И.М.Губкин и В.М.Крейтер [23, 102, 173, 174].

Первая отечественная классификация запасов твердых полезных ископаемых была введена в 1927 г. Мотивируя субъективностью и условностью выделения категорий запасов, Геолком принял решение отказаться от их словесного обозначения, заменив термины буквами алфавита. При этом категория А была дифференцирована на  $A_1$  и  $A_2$ .

В основу дифференциации запасов было положено их назначение в соответствии с требованиями народного хозяйства. Запасы категории А служили "для точных эксплуатационных расчетов предприятий" ( $A_1$ ) и "для производственных планов, как фонд, оправдывающий возврат капитальных и производственных затрат" ( $A_2$ ). Запасы категории В использовались "для планов предприятий и планирующих органов", а категории С - "для общегосударственных соображений, составления планов геологоразведочных работ и геологических выводов" (С.В.Шаклеин и Т.Б.Рогова).

В 1932 г. для ТПИ была разработана так называемая "Классификация Госплана". Запасы были разделены уже на 5 категорий: ( $A_1$ ,  $A_2$ , В,  $C_1$ ,  $C_2$ ). Развивая принципы первой отечественной классификации категоризация запасов определялась их промышленным значением (табл. 2.2). Была обозначена (пока еще недостаточно четко) связь изученности со стадиями геологоразведочных работ, а также со стадиями проектирования (эскизный проект и технический проект).

## Классификация Госплана

|    |  |
|----|--|
| A1 | для расчетов при эксплуатационных работах  |
| A2 | для строительства горно-добывающих предприятий                                       |
| B  | для составления эскизных проектов  |
| C1 | для постановки детальных геолого-разведочных работ                                   |
| C2 | для составления перспективных планов развития народного хозяйства и планирования ГРП |

Следует отметить, что в СССР долгое время применялось трехстадийное проектирование, при этом для заключительной стадии – "рабочие чертежи" – проведение геолого-разведочных работ не требовалось.

В "Классификации Госплана" впервые были выделены группы месторождений, различающиеся по сложности геологического строения [336]. Изученность горно-технических условий разработки и технологических свойств руды не учитывались.

С 1940 г. обязанности по разработке новых Классификаций запасов, созданию инструкций по их применению, а также апробации методов подсчета были возложены на ВКЗ. В 1941 г. была утверждена новая классификация запасов ТПИ (табл. 2.3). В ней были конкретизированы и существенно повышены требования к разведанности и изученности запасов различных категорий.

Для квалификации запасов по категории  $A_1$  требовалось изучение качества и технологии в промышленном масштабе. Запасы  $A_2$  подсчитывались по результатам детальных ГРП на типичных пробах. Их основное назначение – обоснование технического проекта. На запасах категории B, которые также подсчитывались на типичных пробах, разрабатывались проектные задания и проектировались детальные ГРП. Запасы категорий  $C_1$  и  $C_2$  определялись, соответственно, по данным опробования в отдельных точках и по геологическим предпосылкам. Основное назначение – перспективное планирование.

Промышленное назначение категорий запасов, помимо достигнутой степени изученности, ставилось в зависимость и от других факторов (соотношение запасов разных категорий, сложность условий, вид полезного ископаемого).

Разработка технических проектов на запасах категории B разрешалась в определенных случаях, согласно:

- соотношению категорий - при наличии некоторого количества запасов категории  $A_2$ ;
- сложности условий - в сложных условиях.

Возможность разработки проектных заданий на запасах категории  $C_1$  зависела от вида полезного ископаемого – разрешалась для редких ТПИ.

Таблица 2.3.

## Классификация запасов твердых полезных ископаемых, 1941 г.

| Категория | Разведанность и изученность запасов  | Промышленное назначение запасов  | Характеристика   |
|-----------|--|--|--|
| A1        | Запасы, вполне установленные и опробованные при описании тела полезного ископаемого горными выработками; изучение качества и технологии обработки проведено в промышленном масштабе  | Для обоснования производственного планирования эксплуатационных работ  | К этой категории относятся запасы полезного ископаемого, природные типы и технологические свойства которого изучены. Изучение технологических свойств предусматривает полное выяснение процессов использования полезного ископаемого в промышленности.   |
| A2        | Детально разведанные и опробованные запасы, выявленные горными выработками, буровыми скважинами  | Для обоснования технических проектов и капиталовложений в строительство, в соответствующих случаях также для общего производственного планирования эксплуатационных работ. Изучение качества и технологии обработки полезного ископаемого проведено на типичных пробах. Запасы достаточно количественно установлены разведками. Формы тел или распределение природных типов полезного ископаемого или технология обработки выявлены недостаточно | Для отнесения запасов к категории A1 требуется изучение качества всех сортов и технологии их обработки в промышленном масштабе.  |
| B         | Предполагаемые запасы, примыкающие к разведанным участкам за пределами контура более высоких категорий, а также запасы, предполагаемые на основании геологического изучения по естественным и редким искусственным обнажениям и по физическим данным | Для разработки проектных заданий, а при наличии некоторого количества запасов категории А - для технических проектов и для обоснования капиталовложений в строительство, а также для проектирования детальных разведочных работ. Запасы опробованы в форме или распределению месторождений полезных ископаемых используются самостоятельно для технических проектов и для обоснования капиталовложений в строительство                           | Для отнесения запасов полезного ископаемого к этой категории кроме природных типов должны быть выявлены промышленные сорта ископаемого. Выявление промышленных сортов предусматривает решение вопроса о возможности использования полезного ископаемого в промышленности и предварительное установление технологии обработки полезного ископаемого.  |
| C1        | Слабо разведанные запасы с особо сложным, незаконномерным распределением компонентов. Полезные ископаемые опробованы в отдельных точках  | Для обоснования перспективных планов промышленности, для ассигнования на геологические работы, а по редким металлам-золоту и оплову-для разработки проектных заданий   | Для отнесения запасов к категории Bt кроме химических и минералогических анализов требуется лабораторное изучение качества и технологии обработки полезного ископаемого на типичных пробах   |
| C2        | Запасы отдельных месторождений и предполагаемые запасы групп и месторождений минерализованных зон, определяемых по геологическим предпосылкам  | Для народнохозяйственного перспективного планирования и планирования геологоразведочных работ  | Качество полезного ископаемого устанавливается по отдельным пробам в случаях, не вызывающих сомнения, по аналогии с подобными полезными ископаемыми изученных месторождений. Технология, как правило, устанавливается предположительно по составу ископаемого по примерам обработки аналогичного сырья.<br>Для отнесения запасов к категории Cx требуется исследование небольшого количества проб месторождений, по которым ведется подсчет.<br>Для отнесения запасов к категории Cz требуются только геологические соображения, лишь для новых районов месторождений нужны единичные исследования образцов полезного ископаемого. |

В течение рассматриваемого периода преобладало мнение, что категории запасов нефти должны определяться на основании тех же общих принципиальных установок, что и для других полезных ископаемых (Н.А.Кудрявцев, 1941 г.)

Первая в СССР классификация запасов нефти была разработана в 1928 г. комиссией Геолкома. В ней все нефтяные территории были разделены на две группы. Первая - земли с *выясненной* нефтеносностью - подразделялась на три категории:

*Категория А* ("подготовленный запас") - объем нефти, который может быть извлечен из недр уже пробуренными скважинами при эксплуатации их до минимально экономически выгодного дебита.

*Категория В* ("разведанный запас") - объем нефти, который может быть извлечен из недр в пределах оконтуренной нефтеносной площади новыми скважинами при эксплуатации их до минимально экономически выгодного дебита.

*Категория С* ("предполагаемый запас") - объем нефти, который может быть извлечен из недр за пределами установленного контура нефтегазоносности (из еще не выявленных на месторождении залежей) или площади, недостаточно разведанной бурением. Полагалось, что запасы категории С могут быть разделены на  $C_1$  и  $C_2$ .

Как пишет Ю.Н.Новиков [222], "никогда более отечественная классификация не была так близка к используемым за рубежом". Однако уже в этом варианте предлагалось учитывать и земли с *предполагаемой* нефтеносностью (2-я группа), разделив их на 2 категории: площади, геологически изученные и площади, возможно нефтеносные, но требующие еще геологического изучения.

Таким образом, в названиях категорий этой Классификации были учтены наиболее передовые воззрения на принципы дифференциации запасов. Предпринята попытка разделить категорию наименее изученных запасов на  $C_1$  и  $C_2$ , а также за счет внекатегорийных запасов максимально учесть все ресурсы в недрах [306].

В 1932 году И.М.Губкин публикует статью "Нефтяные ресурсы СССР", содержащую несколько иные принципы категоризации наименее изученных запасов нефти.

Он считал целесообразным учитывать:

- запасы возможно нефтеносных горизонтов и залежей нефти еще не разведанных месторождений разрабатываемого нефтеносного района;

- запасы новых районов в породах осадочного происхождения, вызывающие интерес, исходя из благоприятных признаков (позднее названные "прогнозными ресурсами");

- общие геологические запасы (в дальнейшем - "потенциальные", а затем "суммарные" ресурсы).

Эти принципы были положены в основу государственной политики СССР по развитию

сырьевой базы углеводородов. В 1937 г. на XVII сессии Международного геологического конгресса И.М.Губкин указывал, что "существуют еще запасы внекатегорийного порядка - "геологически возможные запасы", которые в подсчет совершенно не вводятся. Это возможные запасы в областях и районах, которые по ряду геологических соображений могут оказаться нефтесодержащими. К таким областям принадлежат некоторые районы Сибири...".

Похожие предложения были сформулированы в середине 1930-х годов В.В.Билибиным, который также считал необходимым учитывать запасы на площадях, возможная нефтеносность которых установлена по общим геологическим соображениям.

Таким образом, для развития промышленности требовалось выявление территорий с наибольшей вероятностью обнаружения залежей нефти, на которых планировалось проведение поисковых работ. Сущность наименее изученной части запасов, позднее названной "ресурсами", заключалась в выявлении места (территории, горизонта), где возможно наличие нефти. Однако эти предложения не были увязаны с действующей тогда Классификацией запасов твердых полезных ископаемых. Поэтому И.М.Губкиным в 1932 г., а затем в 1937 г. была подготовлена Классификация запасов нефти, в значительной степени приближенная к классификации ТПИ. В ней запасы разделены на пять категорий (табл.2.4): подготовленные, разведанные, видимые, предполагаемые, а также возможные (в 1937 г. – перспективные).

Таблица 2.4.

Классификация запасов нефти, 1932 г.

| Категория |                | Промышленное назначение запасов  | Характеристика   |
|-----------|----------------|--|--|
| A1        | Подготовленные | для обоснования планирования добычи  | конкретные запасы нефти вскрытого и оконтуренного горизонта                      |
| A2        | Разведанные    | для обоснования планирования добычи  | запасы вскрытого и частично оконтуренного нефтяного пласта                       |
| B         | Видимые        | для обоснования планирования разведочных работ                                   | запасы пластов, вскрытых одной скважиной, установившей промышленный приток нефти |
| C1        | Предполагаемые | для обоснования перспективного планирования развития нефтегазовой промышленности | запасы (невскрытые) более глубоких горизонтов известных месторождений            |
| C2        | Возможные      | для обоснования перспективного планирования развития народного хозяйства         | неразведанных структур с признаками нефти или другими благоприятными признаками  |

Заметим - сравнение с "Классификацией Госплана" показывает, что аналогия не является полной.

В 1942 г. в соответствии с вышедшей недавно Классификацией запасов ТПИ была переработана и Классификация запасов нефти [150]. В ней также было выделено пять категорий (табл. 2.5).

## Классификация запасов нефти, 1942 г.

| Категория | Характеристика   |
|-----------|--|
| A1        | запасы, которые могут быть получены из уже пробуренных скважин эксплуатационного фонда   |
| A2        | запасы, которые могут быть получены из новых скважин на разведанных площадях   |
| B         | запасы, которые могут быть получены из новых скважин на площадях с выявленной промышленной нефтегазоносностью, но еще не оконтуренных разведочным бурением                                       |
| C1        | запасы по новым пластам и месторождениям, по которым промышленные притоки нефти не получены, но известны нефтегазопроявления или в непосредственной близости разрабатываются аналогичные объекты |
| C2        | запасы по установленным структурам и площадям с геологическими данными, благоприятными для наличия газонефтяных залежей  |

Обратим внимание, что в классификациях 1937 г. и 1942 г. к категории A1 относились запасы, которые могут быть получены из уже пробуренных эксплуатационных скважин.

## Выводы

1. Первые классификации запасов полезных ископаемых, разработанные в СССР, базировались на зарубежных вариантах, созданных до Первой мировой войны. Однако уже в этот период наметились все основные тенденции, определяющие современное содержание отечественных классификаций и их принципиальные различия с действующими в настоящее время зарубежными.

2. Перед началом индустриализации (конец 1920-х годов) оценка и учет запасов были признаны задачами первостепенной государственной важности. С этого периода политика СССР в области разведки и освоения недр характеризовалась следующими чертами:

- законодательно запрещалось проектирование и строительство на базе месторождений с неутвержденными запасами;

- постулировалась необходимость максимально полного учета полезных ископаемых, в том числе определение частей недр, где их наличие только предполагалось (в дальнейшем это привело к увеличению значимости ресурсов);

- меньшее, по сравнению с другими странами, внимание уделялось экономическим аспектам, в частности, оценке стоимости месторождений.

3. Классификации разрабатывались и утверждались отдельно для твердых полезных ископаемых и нефти. При этом считалось, что классификация запасов нефти должна быть увязана с классификацией ТПИ.

4. Количество категорий было увеличено до пяти за счет разделения категории А на  $A_1$  и  $A_2$ , категории С на  $C_1$  и  $C_2$ . В первых отечественных классификациях не было разделения на запасы и ресурсы - все категории относились к запасам.

Сущность наименее изученной части запасов, позднее названной "ресурсами", заключалась в выявлении места (территории, горизонта), где наличие полезного ископаемого признавалось возможным. Наиболее подробно эти вопросы рассматривались применительно к нефти.

5. Промышленное назначение запасов, помимо собственно оценки их величины, являлось главным результатом геологоразведочных работ.

Кроме достигнутой степени изученности, оно ставилось в зависимость и от других факторов (соотношение запасов разных категорий, сложность геологических условий и др.).

Категории запасов частично коррелировались со стадиями геологоразведочных работ и со стадиями проектирования.

### **2.1.3. Классификации запасов подземных вод**

Бурный рост потребности в воде в послевоенные годы, связанный с восстановлением и развитием промышленности и сельского хозяйства, вызвал резкое увеличение масштабов разведки подземных вод для водоснабжения.

Они стали рассматриваться как полезное ископаемое, а их запасы должны были утверждаться в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ СССР, ранее ВКЗ) при Совете Министров СССР.

В 1944 г. Всесоюзное гидрогеологическое совещание рекомендовало к практическому применению "Классификацию ресурсов подземных вод для целей водоснабжения" и инструкцию по ее применению, разработанные во ВСЕГИНГЕО Н.А.Плотниковым при участии Г.В.Богомолова и Г.Н.Каменского.

Разработкой классификаций 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 развитие классификаций эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов внесли Н.А.Плотников, М.Е.Альтовский, Ф.М.Бочеввер, Н.Н.Биндеман, Г.Н.Каменский, Б.В.Боревский и Л.С.Язвин.

Термин "эксплуатационные ресурсы" предложили Н.А.Плотников в 1946 г. и Г.Н.Каменский в 1947 г. для обозначения количества воды, которое может быть получено водозаборными сооружениями [140, 232, 233]. В 1947 г. М.Е.Альтовский использовал термин "эксплуатационные запасы" [12]. В эти же годы классификации запасов и ресурсов подземных вод были предложены Ф.А.Макаренко и М.П.Семеновым [186, 304].



В 1950 г. Совет Министров СССР утвердил (после незначительной корректировки) указанную выше классификацию под названием "Классификация эксплуатационных запасов подземных вод" [159], а в 1951 г. – инструкцию по ее применению [132].

Таким образом, в середине 20 века, сначала де-факто (рассмотрение отчетов в ГКЗ), а затем и де-юре (утверждение Классификации запасов) в СССР был решен вопрос об отнесении подземных вод к полезным ископаемым [41, 42]. Периоды действия Классификаций для различных видов полезных ископаемых в СССР и Российской Федерации показаны на рис. 2.1.

Отметим также проблему выбора между терминами "запасы" и "ресурсы" применительно к оценке возможного отбора подземных вод. С выходом Классификации, аналогично другим видам полезных ископаемых, стал официально использоваться термин "запасы".

Первая Классификация запасов подземных вод (1950 г.) устанавливает единые принципы оценки запасов для всех выделенных в то время их типов: пресных, минеральных и вод промышленного использования. Как заявлено в разделе 1 "Основы классификации", она определяет степень изученности подземных вод (включая источники) для производства изысканий, проектирования и сооружения каптажей. Запасы по степени изученности подразделяются на три категории: А (с подразделением на  $A_1$  и  $A_2$ ) В и С (с подразделением на  $C_1$  и  $C_2$ ). Запасы каждой категории имеют собственное целевое назначение:

- $A_1$  - планирование текущей эксплуатации водозаборов и их расширения;
- $A_2$  - обоснование технических проектов и капиталовложений в строительство;
- В - обоснование проектных заданий;
- $C_1$  - перспективное планирование, выбор участков детальных разведок;
- $C_2$  - планирование гидрогеологических исследований.

Рассматривая детально первую Классификацию запасов подземных вод, нельзя не заметить ее близость к Классификации запасов твердых полезных ископаемых 1941 года [153]. Очевидные содержательные, структурные и текстуальные совпадения не оставляют сомнений в использовании последней в качестве образца. В то же время, она содержит ряд важных нюансов, в том числе - обусловленных особенностями подземных вод, отличающими их от других видов полезных ископаемых:

1. Предметом подсчета являются не запасы в недрах, а "эксплуатационные запасы", под которыми понимаются расходы подземных вод в  $м^3/сутки$ , которые могут быть получены рациональными в технико-экономическом отношении каптажными сооружениями без ухудшения эксплуатационного режима и качества воды в течение амортизационного срока каптажного сооружения. Данная формулировка с незначительными изменениями применяется до настоящего времени, определение понятия ЭЗПВ будет включаться во все последующие Классификации запасов подземных вод.

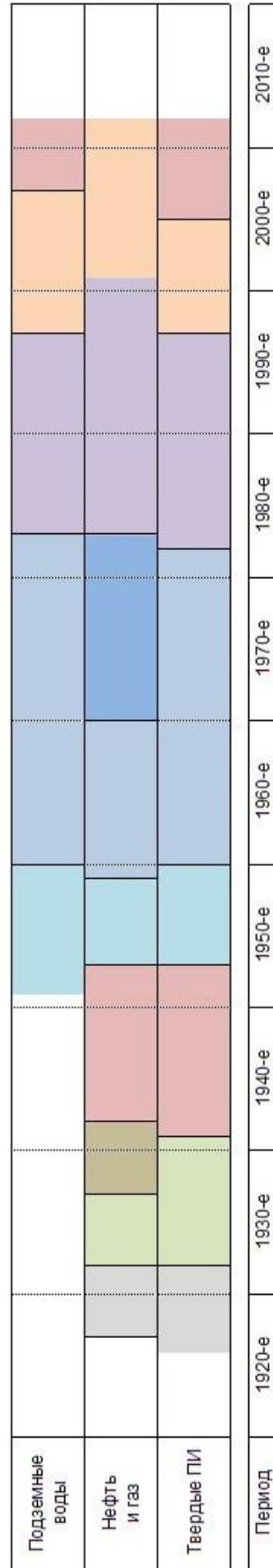


Рис. 2.1 Периоды действия Классификаций полезных ископаемых в СССР и Российской Федерации

Добавление прилагательного "эксплуатационные", в отличие от ТПИ, необходимо для выделения их из общих запасов (статических, динамических и искусственных), что указано в вышедшей в 1951 г. "Инструкции...".

2. В качестве объекта оценки рассматриваются не месторождения (участки месторождений), а весь гидрогеологический бассейн в целом, отдельные водоносные горизонты и их участки. Отметим противоречие: понятие "рациональные в технико-экономическом отношении каптажные сооружения" вряд ли может быть применимо к гидрогеологическому бассейну или водоносному горизонту.

3. В Классификации четко прописана стадийность проведения гидрогеологических работ. Пяти категориям изученности соответствуют 5 стадий исследований:

$A_1$  – анализ данных эксплуатации;

$A_2$  - детальные разведочные работы;

$B$  – предварительная разведка и общие гидрогеологические исследования;

$C_1$  - комплексная геолого-гидрогеологическая съемка;

$C_2$  – анализ имеющихся общих материалов (оценка запасов по геологическим и гидрогеологическим предпосылкам).

4. В практику разведочных работ, пока в неявном виде, вводится понятие "потребность". Возможность проектирования и строительства увязана с соотношением ЭЗПВ (т.е. возможного отбора) и требуемого количества воды. При значительном превышении эксплуатационных запасов над потребными разрешается освоение менее изученных запасов.

В "Инструкции..." основное внимание уделено требованиям к изучению подземных вод (объем и характер исследований) и условиям отнесения запасов к категориям. Требования различаются для источников, грунтовых и артезианских вод. Помимо этого, она содержит некоторые существенные положения, дополняющие "Классификацию...":

1. Промышленное значение запасов подземных вод категорий  $B$  или  $C_1$  уточняется решением ВКЗ не только в случае значительного превышения эксплуатационных запасов вод над потребностью, но и в зависимости от сложности гидрогеологических условий, которые разделяются на две группы: простые и сложные.

2. Вводится норма обязательного для утверждения запасов представления справки от органов санитарного надзора о возможности установления зон санитарной охраны (ЗСО). При этом для утверждения ЗСО требуется наличие запасов.

3. Требования к качеству хозяйственно-питьевых вод, а также вод, используемых для технологических целей (например, для пищевой промышленности), определяются соответствующими государственными стандартами, а для вод иного назначения - кондициями водопотребителей.

4. Согласно Инструкции, утверждение запасов производится в тех случаях, когда объем проектируемых капиталовложений на устройство водозаборов превышает 5 млн рублей, а для объектов железнодорожного транспорта - 10 млн. рублей. В стоимость капиталовложений включалась стоимость буровых скважин, насосных агрегатов и насосных станций, водоводов, установок по улучшению качества воды, а также гидрогеологических исследований и проектирования.

Следующая Классификация запасов подземных вод (1960 г.) вышла через 10 лет одновременно с Классификацией запасов ТПИ. Годом ранее вышла Классификация запасов нефти [152, 155, 160]. Близость основных положений, синхронность их подготовки и утверждения свидетельствует о стремлении унифицировать подходы к оценке запасов для различных видов полезных ископаемых.

До этого, в 1953 г., вышли очередные Классификации запасов ТПИ и нефти [151, 154]. Необходимо остановиться на их содержании подробнее, поскольку они включали весьма значимые нововведения, примененные впоследствии и к подземным водам. К таковым относятся разделение запасов на две группы (балансовые и забалансовые) и определение подготовленности месторождений для проектирования и строительства добывающих предприятий на основе регламентируемого соотношения запасов различных категорий в условиях различной сложности месторождений.

Балансовые запасы должны удовлетворять промышленным кондициям и горнотехническим условиям эксплуатации. Промышленные кондиции устанавливаются соответствующими министерствами и ведомствами на основании технико-экономических расчетов, исходя из условий эксплуатации и переработки, с учетом комплексного использования полезного ископаемого.

Забалансовые запасы - вследствие низкого содержания, малой мощности залежей, особой сложности условий эксплуатации и отсутствия промышленных методов переработки - не могут быть использованы в настоящее время, но могут рассматриваться как объект освоения в дальнейшем.

Под кондициями понимается совокупность требований к качеству и горно-геологическим условиям разработки месторождения полезного ископаемого, определяющих его промышленную ценность.

Добавление "горнотехнических условий эксплуатации" в определение балансовых запасов является излишним, поскольку понятие "промышленные кондиции" включает учет условий эксплуатации. Соответственно, балансовые запасы должны удовлетворять промышленным кондициям, устанавливаемым на основании технико-экономических расчетов.

Как указывает Ю.Н.Новиков [211], рассматривая Классификацию запасов нефти, "таким

образом, впервые в отечественной практике было уделено внимание экономическим аспектам освоения запасов углеводородов и признано наличие на Государственном балансе нерентабельных запасов".

Степень разведанности месторождений, передаваемых для промышленного освоения, определяется соотношением балансовых запасов категорий  $A_2$ , B и  $C_1$ , которое приведено в специальном табличном приложении. Величины соотношений установлены для различных видов полезного ископаемого и в зависимости от сложности горно-геологических условий. По сложности месторождения разделялись, как правило, на три (простые, сложные, особо сложные), а для цветных и редких металлов – четыре типа.

При этом сделана оговорка, что при нецелесообразности - вследствие небольших размеров, сложности строения и распределения ценных компонентов - разведки запасов до категории  $A_2$  или B (а в исключительных случаях до  $C_1$ ) освоение возможно на запасах более низких категорий.

В Классификациях запасов нефти (1959 г.) и ТПИ (1960 г.) количество категорий было уменьшено до 4-х за счет объединения категорий  $A_1$  и  $A_2$ .

В Классификации запасов ТПИ 1960 г. используются следующие определения:

"балансовые - запасы, использование которых экономически целесообразно и которые должны удовлетворять кондициям, устанавливаемым для подсчета запасов в недрах.

забалансовые - запасы, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно вследствие: малого количества, малой мощности залежей, низкого содержания ценных компонентов, особой сложности условий эксплуатации, необходимости применения очень сложных процессов переработки, но которые в дальнейшем могут явиться объектом промышленного освоения".

Указано, что кондиции для подсчета запасов в недрах устанавливаются соответствующими государственными органами для каждого месторождения на основании технико-экономических расчетов, исходя из условий эксплуатации месторождения, количества запасов, необходимости наиболее полного комплексного использования полезного ископаемого, его ценности и технологии переработки.

Таким образом, по сравнению с 1953 г., в определение балансовых запасов была добавлена "экономическая целесообразность", при этом оставлена необходимость удовлетворения кондициям.

Новая формулировка балансовых запасов была неудачна, поскольку она содержит очевидную тавтологию: запасы, использование которых экономически целесообразно, не могут не удовлетворять кондициям (и наоборот).

Кроме того, отнесение запасов к балансовым производится на основе двух критериев, а к

забалансовым – одного. Уже одно только это обстоятельство свидетельствует о недостаточной четкости используемых формулировок.

При подготовке Классификаций запасов подземных вод 1960 г. в той или иной степени были учтены, адаптированы и развиты изложенные выше принципы. Относительно предыдущей (1950 г.) она содержит следующие основные нововведения:

1. Уменьшение количества категорий до четырех и изменение требований к категоризации запасов. Корреляция категорий запасов в Классификациях 1950 и 1960 г. показана на рис. 2.2.

Запасы категории А могут быть определены по данным эксплуатации, опытно-эксплуатационных или опытных откачек. Она не полностью включает запасы, относимые ранее к категориям А1 и А2. Запасы последней в Классификации 1960 г. частично отнесены к категории В (определяются по данным опытных откачек или по расчетной экстраполяции). Граница между категориями В и С1 в этих Классификациях совпадает. Запасы категории С1 определяются по данным пробных откачек из единичных разведочных выработок, а также по аналогии.

Содержание категории С2 несколько сужено. Сравним формулировки:

- запасы, оцениваемые по геологическим и гидрогеологическим предпосылкам с использованием литературных и фондовых материалов (1950 г.);
- запасы, установленные на основании общих геолого-гидрогеологических данных, подтвержденных опробованием в отдельных точках, либо по аналогии с разведанными участками (1960 г.).

Отметим, что согласно Классификации 1960 г. запасы категории С2 оцениваются в пределах выявленных благоприятных структур и комплексов водовмещающих пород.

2. Назначение категорий заменено на подготовленность запасов для проектирования водозаборных сооружений (раздел "Г" Классификации). Составление проектов и выделение капитальных вложений производится при наличии запасов категорий А и В в размере проектной производительности водозабора, при этом запасы категории А должны составлять не менее 50%.

При этом ГКЗ имело право разрешить проектирование и строительство при наличии меньших запасов подземных вод категории А, а на участках с весьма сложным гидрогеологическим строением, где выявление запасов категории А в процессе разведки нецелесообразно - освоение запасов категории В (при отсутствии запасов категории А).

В процессе проектирования при определении возможных перспектив расширения водозаборных сооружений должны учитываться также запасы подземных вод категории С1.

Из данного раздела Классификации следует, что:

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

Примечание: названия видов геологических работ соответствуют современным представлениям

Рис. 2.2. Корреляция категорий запасов / ресурсов подземных вод между Классификациями, действовавшими в различные периоды

- месторождения могут разделяться на участки согласно последовательности освоения, а в пределах последних могут быть выделены части с разной степенью изученности и, соответственно, с запасами разных категорий;

- категория определяет только степень изученности этой части, но не подготовленность месторождения (участка) к освоению;

- подготовленность определяется соотношением запасов категорий А и В в пределах месторождения (участка),

- соотношение зависит от сложности условий, при этом в сложных условиях доводить изученность до категории А нецелесообразно;

- из классификации исчезает стадийность геологоразведочных работ и стадийность проектирования освоения запасов. Вместо этого в Инструкции по применению Классификации, которая была утверждена в 1961 г. [133], появляется фраза следующего содержания: "для наиболее правильного изучения месторождений и во избежание неоправданных затрат ..., необходимо соблюдать строгую последовательность в проведении отдельных этапов разведки".

3. Разделение эксплуатационных запасов по их народнохозяйственному значению на две группы (балансовые и забалансовые).

Определения как балансовых, так и забалансовых запасов практически дословно совпадают с рассмотренными выше определениями в Классификации ТПИ 1960 г. Балансовыми признаются запасы, удовлетворяющие требованиям экономической целесообразности использования и соответствия кондициям. Единственный критерий отнесения запасов к забалансовым – экономическая нецелесообразность использования на момент оценки.

Понятие кондиций для подземных вод несколько отличается от приведенного выше для ТПИ. Под кондициями (согласно п.5) понимаются требования к качеству вод для данного назначения и заданные условия режима эксплуатации. При этом (согласно п.6) для вод питьевого и лечебного назначения, а также используемых в промышленности и сельском хозяйстве регламентируются требования к качеству, в то время как для вод, предназначенных для извлечения из них ценных компонентов и для розлива, определяются кондиции (на основании технико-экономических расчетов). Очевидно, что предъявляемые требования к оценке балансовой принадлежности разных типов подземных вод различаются.

Существенное внимание требованиям к качеству и условиям эксплуатации подземных вод, т.е. вопросам разделения запасов на балансовые и забалансовые, уделяется в Инструкции 1961 г. [133].

В ней несколько скорректирована типизация подземных вод, которые разделены на:

- воды, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения;



- воды для использования в промышленности, при строительстве и на транспорте;
- минеральные лечебные воды;
- промышленные воды (используемые для извлечения ценных компонентов);
- термальные воды (используемые в качестве источника тепла).

Для всех типов вод целесообразность использования месторождения (участка) определяется по материалам гидрогеологических исследований и составленным на их основе технико-экономическим расчетам, подтверждающим экономическую целесообразность при удовлетворении требований к качеству и условиям эксплуатации подземных вод.

В соответствии с содержанием Инструкции (1961 г.) подземные воды могут быть разделены на три группы:

#### Промышленные и термальные воды

Показатели качества (содержание ценных компонентов и температура), наряду с условиями эксплуатации, учитываются при проведении технико-экономических расчетов, на основе которых разрабатываются кондиции и определяется целесообразность использования подземных вод.

#### Минеральные лечебные воды

Показатели качества (содержание лечебных компонентов) определяют возможность отнесения воды к данному типу, но не учитываются при проведении технико-экономических расчетов. Стоимостные показатели освоения зависят только от условий эксплуатации.

#### Воды для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения

При оценке качества следует учитывать возможность его улучшения путем соответствующей обработки (обеззараживание, обезжелезивание, умягчение и др.). Показатели качества - при необходимости водоподготовки - учитываются при проведении технико-экономических расчетов наряду с условиями эксплуатации, кондиции при этом не разрабатываются.

Помимо этого, в Инструкции (1961 г.) месторождения подземных вод подразделены на две группы по природным факторам, определяющим методику разведочных работ и подсчета эксплуатационных запасов: I - месторождения грунтовых и неглубоких напорных вод; II - месторождения глубоких напорных (артезианских) вод.

Второй Классификации запасов подземных вод (1960 г.) была уготована самая долгая жизнь, она действовала почти четверть века. Следующий этап разработки классификаций запасов полезных ископаемых завершился в начале 1980-х годов, когда практически одновременно были утверждены классификации запасов нефти, ТПИ и подземных вод.

Этому предшествовала "Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям пресных вод" [131], которая вышла в 1976 г.

В ней, как следует из названия, рассматривались требования только к разведке и оценке запасов месторождений пресных подземных вод, то есть - используемых для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения, орошения земельных массивов и обводнения сельскохозяйственных угодий.

В данной Инструкции приведена новая типизация месторождений подземных вод по геолого-гидрогеологическим условиям, определяющим методику разведки и подсчета эксплуатационных запасов подземных вод.

Выделены 3 группы сложности месторождений пресных подземных вод и подробно охарактеризованы гидродинамические и гидрохимические условия отнесения к этим группам. В зависимости от группы сложности (с учетом степени однородности отложений) дифференцированы требования к проведению геологоразведочных работ и условия отнесения запасов к разным категориям.

Определено, что эксплуатационные запасы категории В подсчитываются в пределах детально изученного участка применительно к намечаемой схеме водозабора. Запасы категорий С1 и С2 могут оцениваться применительно к обобщенным системам водозаборов.

Участки, намечаемые для удовлетворения потребностей первой очереди, должны быть разведаны с детальностью, обеспечивающей подсчет запасов по категориям А и В в требуемом соотношении. Для удовлетворения потребности на перспективу должны быть выявлены запасы категорий С1 и (или) С2. Таким образом, при постановке работ должны быть установлены первоочередная и перспективная потребности, требования к изученности запасов для их удовлетворения различны.

Третья Классификация получила название "Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод" (1983 г.). Одновременно была утверждена уже восьмая по счету "Классификация запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов", а годом ранее – шестая "Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых" [147, 156, 157].

Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых по степени их обоснованности подразделяются на категории Р1, Р2 и Р3. Ресурсы нефти и газа по степени их обоснованности подразделяются на перспективные - категория С3 и прогнозные - категории D1 и D2.

Отличительными особенностями Классификации 1983 г. являются:

1. Аналогично другим видам полезных ископаемых введено понятие "прогнозные ресурсы подземных вод" (категория Р), наличие которых предполагается на основе общих представлений, теоретических предпосылок, результатов картирования и других исследований. Они оцениваются в границах артезианских бассейнов, гидрогеологических массивов и районов и отражают их потенциальные эксплуатационные возможности.

Прогнозные ресурсы учитывают возможность обнаружения новых месторождений подземных вод. При этом предполагается возможность их количественной оценки в пределах предполагаемых месторождений, в том числе - по опыту эксплуатации аналогичных горизонтов в тех же гидрогеологических структурах. Разделение ресурсов на категории отсутствует.

Забегая вперед отметим, что использование ресурсов и запасов категории С<sub>2</sub> практически не различается. Сравним формулировки:

- "данные о прогнозных ресурсах используются для планирования поисковых работ на подземные воды, а также учитываются при составлении схем комплексного использования и охраны вод";

- "запасы категории С<sub>2</sub> учитываются при составлении схем комплексного использования и охраны вод, водохозяйственных балансов и при планировании дальнейших разведочных работ на подземные воды".

Согласно Классификации..., методические принципы количественной оценки прогнозных ресурсов и порядок проверки ее результатов устанавливаются Министерством геологии СССР. Примечательно, что вышедшая в 1984 г. инструкция имеет название "Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод" – ресурсы в ней не рассматриваются [130].

2. Существенно изменены требования к категориям запасов. По сравнению с предыдущей Классификацией категории А и В более дробно разделены на категории А, В и С<sub>1</sub>. Вследствие этого требования к запасам категории С<sub>1</sub> были повышены. Категория С<sub>2</sub> оказалась близка к категории С<sub>1</sub> (1960 г.), а вновь введенная категория Р – к категории С<sub>2</sub> (1960 г.). Таким образом, к прогнозным ресурсам категории Р стали относить запасы, ранее квалифицируемые по категории С<sub>2</sub>.

Запасы категорий А, В и С<sub>1</sub> объединены под наименованием "разведанные", а запасы категории С<sub>2</sub> названы "предварительно оцененными".

Требования к запасам категорий А и В различаются незначительно, в обоих случаях предполагается подсчет по фактическим и расчетным дебитам эксплуатационных и разведочных выработок (для категории А они должны быть опробованы), а в простых гидрогеологических условиях — дополнительно по расчетным дебитам проектных выработок: для категории А - смежных с опробованными; для категории В - в пределах обоснованной экстраполяции значений этих дебитов по площади.

Запасы категории С<sub>1</sub> подсчитываются по ограниченному объему фактических данных опробования разведочных выработок (в простых условиях – по аналогии или экстраполяции); категории С<sub>2</sub> - по расчетной производительности на основании единичных опробований, по аналогии или экстраполяции данных.

Согласно Классификации 1983 г. и Инструкции к ней, к запасам категории С2 относится часть общих эксплуатационных запасов подземных вод месторождения, подсчитываемая сверх величин текущей и перспективной потребности (т.е. дополнительно к запасам категорий А+В+С1) на участках возможного расширения проектного водозабора и других перспективных площадях (участках того же или другого подобного месторождения) в пределах общего баланса (общей величины обеспеченности эксплуатационных запасов) подземных вод.

3. Определено, что два фактора определяют подготовленность месторождений для промышленного освоения: степень изученности (категории запасов) и народнохозяйственное значение (балансовая принадлежность).

Данные о запасах, подготовленных для промышленного освоения, используются для проектирования водозаборных сооружений. Проектирование до утверждения запасов может производиться в исключительных случаях с разрешения Совета Министров СССР с обязательным последующим их утверждением.

В развитие положений Инструкции (1976 г.) установлена целесообразная степень изученности для промышленного освоения в зависимости от группы сложности. Принятое соотношение категорий (в процентах) определено экспертным путем на основе экономической эффективности проведения геологоразведочных работ в различных условиях (табл. 2.6).

Таблица 2.6.

Соотношение запасов различных категорий для освоения (1983 г.)

| Категория запасов      | 1-я группа | 2-я группа | 3-я группа |
|------------------------|------------|------------|------------|
| А+В                    | 80         | 80         | 70         |
| в том числе А не менее | 40         | 20         |            |
| С1                     | 20         | 20         | 30         |

Таким образом, например, запасы категории А требуются для месторождений 1-й группы в размере 40%, 2-й – 20%, 3-й – не требуются. Указанные соотношения должны быть достигнуты на участках водозаборов, намечаемых к строительству для удовлетворения заявленной первоочередной потребности. Запасы для удовлетворения перспективной потребности в воде должны быть разведаны не ниже категории С1.

Добавим, что в свете вышеизложенного выглядит логичным, что требование к исследованию качества воды по всем нормируемым показателям относится только к запасам категорий А и В.

4. Расширен перечень причин отнесения к забалансовым. Забалансовыми считаются запасы, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно или технически и технологически невозможно, но которые могут быть в дальнейшем переведены в балансовые. Однако теперь уже отнесение запасов к балансовым регулируется единственным критерием – экономической целесообразностью использования.

Заметим также, что в Классификации... декларируется подразделение запасов в зависимости от причин: экономических, технологических, технических и других.

Определено, что ТЭО кондиций разрабатываются для промышленных и теплоэнергетических вод.

5. Постановлением Совета Министров СССР, которым утверждена Классификация, были разделены полномочия по утверждению запасов между государственной и территориальными комиссиями по запасам. К компетенции последних отнесены запасы подземных вод, предназначенных для использования небольшими объектами местного значения. Кроме того, была подтверждена норма 1951 г. о выделении объектов (участков строительства водозаборов), для которых утверждение запасов не требуется (определяется стоимостью капитальных вложений на устройство водозаборных сооружений).

Таким образом, участки, на которых предполагается отбор подземных вод, подразделяются на три типа:

- утверждение запасов не требуется;
- утверждение запасов осуществляется ГКЗ СССР;
- утверждение запасов осуществляется территориальными комиссиями.

6. Закреплено выделение 5 видов подземных вод по их использованию, согласно "Общесоюзному классификатору полезных ископаемых и подземных вод" (ОКПИиПВ), действовавшему с 1976 г.: питьевые, технические, лечебные минеральные, теплоэнергетические, промышленные [224]. Подсчет запасов производится отдельно по каждому виду вод. Заметим, что уже тогда было очевидным отсутствие четких критериев для деления подземных вод на питьевые и технические.

Следующая Классификация выходит в 1997 г. [158], уже в другой стране и в другой социально-экономической системе, одновременно с Классификацией ТПИ [148]. За пять лет до этого, в 1992 г. начал действовать закон "О недрах" – основной нормативно-правовой документ, регулирующий отношения в сфере недропользования. Интересно отметить, что Инструкция к данной Классификации так никогда и не была утверждена, ГКЗ рекомендовала пользоваться Инструкцией 1984 года (в той части, где она не противоречила новой Классификации).

В качестве основных отличительных особенностей "Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод" (1997 г.) можно выделить следующее.

1. Каждая категория запасов не только характеризует достигнутую степень изученности месторождения, но и определяет его подготовленность для дальнейшего изучения и освоения и служит основой для выполнения определенных стадий проектных решений. Следует подчеркнуть, что это положение практически не отличается от принятого в первой классификации запасов (1950 г.).

Категории получили наименования: А - освоенные, В – разведанные, С1 - предварительно оцененные; С2 – выявленные.

Содержание понятия "прогнозные ресурсы" (категория Р) практически не изменилось. Важным дополнением является тезис, согласно которому при оценке прогнозных ресурсов геолого-экономические аспекты обоснования системы размещения и схемы водозаборных сооружений специально не рассматриваются (в отличие от запасов).

2. Требования к категориям запасов подверглись очередным изменениям, на этот раз – за счет перераспределения условий отнесения к категориям А и В.

Запасы категории А подсчитываются только по результатам эксплуатации, предназначены для учета степени освоения разведанных запасов и составления проекта реконструкции водозабора.

При этом необходимым условием квалификации запасов по категории А является наличие данных режимных наблюдений за дебитом водозабора, понижением уровней и качеством воды в течение всего периода эксплуатации, а также наличие установленных в натуре зон санитарной охраны.

Запасы категории В подсчитываются по данным опытных или опытно-эксплуатационных откачек применительно к согласованным проектным схемам и конструкциям водозаборных сооружений.

Они являются основанием для проектирования и эксплуатации водозаборных сооружений. Другими словами, при проведении работ должны быть получены исходные данные, достаточные для составления проекта. Качество подземных вод должно быть изучено по всем показателям (забегая вперед отметим, что для запасов категорий С1 и С2 это требование отсутствует).

Запасы категории С1 подсчитываются применительно к условно принятой схеме водозабора. Получение материалы должны обеспечить исходные данные для выбора участка размещения водозабора и разработки программы (проекта) разведочных работ.

На данной стадии определяется геолого-экономическая целесообразность эксплуатации подземных вод, принимается решение о проведении разведки месторождения, а в ряде случаев - опытно-промышленной эксплуатации.

Запасы категории С2 предназначены для оценки полных потенциальных возможностей водоотбора в пределах изучаемого месторождения (участка) и подсчитываются по всей площади месторождения применительно к условным обобщенным схемам эксплуатации. Оценка проводится на выявленных месторождениях, а также дополнительно к запасам более высоких категорий по расчетной производительности, а также по балансу подземных вод или гидрогеологической аналогии.

Материалы работ должны обеспечить возможность оценки экономической эффективности использования подземных вод. Предназначены для оценки и учета потенциальных возможностей месторождений подземных вод, а также для обоснования целесообразности постановки на них поисково-оценочных работ.

3. Вновь изменены критерии отнесения запасов к балансовым. Должны быть установлены:

- целесообразность использования (по данным специальных технико-экономических обоснований);
- возможность использования (требуется получение подтверждений от органов, согласовывающих и контролирующих вопросы природопользования).

При этом, как и в предыдущих классификациях, сохраняется неполное соответствие формулировок балансовых и забалансовых запасов, которые должны быть взаимоисключающими.

4. Промышленное освоение допускается на запасах категорий А или В, а опытно-промышленная эксплуатация - на запасах категории С<sub>1</sub> по решению государственной экспертизы запасов полезных ископаемых (в тех случаях, когда проведение разведочных работ связано с большими и неоправданными затратами).

По всей видимости, данное положение относится к месторождениям 3-ей группы сложности, про которые сказано следующее: проведение разведочных работ требует применения специальных технологий, реализация которых может быть технически неосуществима или экономически нецелесообразна. Однако, прямое указание на группу сложности отсутствует.

5. От сложности гидрогеологических, водохозяйственных, геоэкологических и горно-геологических условий зависят:

- целесообразная степень изученности месторождений (участков). Как сказано выше, в очень сложных условиях доведение изученности до категории В может быть экономически неэффективным.
- состав, объемы и методика разведочных работ, которые должны определяться соответствующими методическими указаниями.

Непосредственно в Классификации содержится единственное упоминание о влиянии сложности условий на проведение геологоразведочных работ – при выборе вида откачек - опытных (одиночных, кустовых, групповых) или опытно-эксплуатационных, которыми должны быть подтверждены проектные дебиты скважин при подсчете запасов категории В.

6. Существенно большее внимание уделено соблюдению экологических норм, вплоть до включения необходимости учета природоохранных требований в определение эксплуатационных запасов.

Классификация 1983 г. ограничивалась следующей фразой: "материалы подсчета запасов работы намечаемого водозабора должны содержать оценку влияния на поверхностные водные источники, экологические и другие природные условия". Инструкция (1984 г.) декларировала "обязательное соблюдение требований по охране окружающей среды".

В 1998 г. были утверждены "Рекомендации по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу материалов подсчета эксплуатационных запасов питьевых, технических и лечебных минеральных подземных вод" [280], которые требовали наличия следующих документов:

- согласовывающих с органами управления использованием и охраной водного фонда допустимый ущерб поверхностному стоку от планируемого водоотбора, а также с рыбоохранными органами, если водозабор связан с водоемом (рекой) рыбохозяйственного значения;

- согласовывающих с природоохранными, водоохранными или другими заинтересованными органами иные возможные виды воздействия отбора подземных вод на окружающую природную среду.

В 2002-2004 г. ЗАО "ГИДЭК" по заданию МПР РФ был разработан проект новой "Классификации...", соответствующий изменившимся нормативно-правовой базе и социально-экономической ситуации в стране, прежде всего, в части изменения принципов недропользования для геологического изучения и добычи подземных вод [27]. Также была предпринята попытка координации новой "Классификации..." с рамочной Классификацией запасов ООН. Предлагаемые нововведения можно разделить на следующие группы:

#### 1. Прогнозные ресурсы:

- вместо понятия "прогнозные ресурсы" предлагалось использовать термин "прогнозные эксплуатационные ресурсы" (ПЭРПВ), так как этим понятием обозначается возможный отбор подземных вод;

- прогнозные эксплуатационные ресурсы были подразделены по аналогии с Классификациями других видов полезных ископаемых на категории  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  - в зависимости от масштаба, степени изученности и целевого назначения:  $P_1$  – вероятные ресурсы площадей, перспективных для локализации месторождений подземных вод;  $P_2$  – возможные ресурсы продуктивных водоносных горизонтов;  $P_3$  – потенциальные ресурсы оцениваемых территорий без привязки к продуктивным горизонтам;

- проведено разграничение понятий "прогнозные эксплуатационные ресурсы" и "эксплуатационные запасы" по геолого-экономическим и геолого-техническим принципам их изучения и освоения. Принято, что "прогнозные ресурсы" являются геологическим понятием, а "эксплуатационные запасы" – геолого-экономическим;



- введено определение понятия "ресурсный потенциал подземных вод" как суммы прогнозных эксплуатационных ресурсов и эксплуатационных запасов.

## 2. Группы сложности:

- изменено понятие и содержание групп сложности месторождений, с включением в это понятие сложности освоения месторождения, обеспеченности разрешенного водоотбора и категории надежности проектируемого водозабора;

- введена четвертая группа месторождений по сложности условий - месторождения с уникально сложными условиями;

- определены степень изученности запасов подземных вод и требования к подготовленности месторождений к промышленному освоению в зависимости от группы сложности.

## 3. Учет геолого-экономических аспектов недропользования:

- усилены требования к экономической и технологической изученности и предложены критерии, определяющие в зависимости от них отнесение запасов к различным категориям.

## 4. Придание особого статуса участкам, эксплуатируемым малыми водозаборами:

- проведено разграничение объектов недропользования на "месторождения подземных вод" и участки недр вне месторождений подземных вод ("автономные эксплуатационные участки"), для которых установлены различные требования к категоризации запасов и условиям представления недр в пользование).

## 5. Освоение месторождений:

- существенно повышена роль запасов категории  $C_1$  для принятия решений по освоению месторождений, которые, также как запасы категорий А и В, были отнесены к группе доказанных;

- предложено выделять категорию В при наличии проекта освоения - во избежание несоответствия схемы подсчета запасов и фактической схемы ее реализации;

- уточнено содержание понятий балансовые и забалансовые запасы.

## 6. Стадийность изучения:

- стадии геологического изучения недр были увязаны с категориями эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов, со стадиями технико-экономического обоснования, проектирования и освоения месторождений подземных вод, а также представление недр в пользование.

В 2006 г. рабочей группой ведущих специалистов страны, сформированной ГКЗ МПР РФ вариант "Классификации...", разработанной ранее ЗАО "ГИДЭК", был доработан и усовершенствован. В этом варианте проекта в дополнении к предложениям "ГИДЭК" были существенно уточнены требования и разграничения по выделению балансовых и забалансовых

запасов и введено понятие резервных месторождений – взамен тех, эксплуатацию которых предполагается завершить. Однако при подготовке следующей "Классификации..." эти разработки практически не были учтены.

В настоящее время в РФ действуют "Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" (2007 г.) и "Классификация запасов и прогнозных ресурсов теплоэнергетических и промышленных подземных вод" (2011 г.), их применение определяется соответствующими "Методическими рекомендациями..." [144, 146, 196, 197].

Указанные документы многократно подвергались всесторонне аргументированной критике в научных статьях и на различных гидрогеологических форумах. С их выходом подземные воды были разделены на два типа полезных ископаемых. Уже один этот факт свидетельствует об игнорировании геологических основ формирования, изучения и оценки запасов ПВ. Напомним, что единые классификации применяются для всех видов твердых полезных ископаемых – при всем их разнообразии, а также для нефти и всех видов горючих газов.

Не ставя задачу детального критического анализа, рассмотрим только основные изменения, содержащиеся в "Классификации ..." для питьевых, технических и минеральных подземных вод.

1. Критериями отнесения запасов к балансовым являются соответствие качества установленным требованиям и наличие условий для создания зон санитарной охраны. Для технических подземных вод забалансовые запасы не выделяются и не учитываются.

Забалансовые запасы подсчитываются и ставятся на государственный баланс при наличии перспектив разработки методов подготовки воды, позволяющих довести качество подземных вод до установленных нормативными документами требований. Аналогичные подходы должны использоваться в части оценки возможности создания в перспективе зон санитарной охраны проектных водозаборных сооружений. Таким образом, утрачены комплексные критерии разделения запасов на балансовые и забалансовые.

При описании балансовых запасов не упоминается возможность подготовки воды, из чего следует, что соответствие качества подземных вод требованиям их целевого использования устанавливается без учета водоподготовки. Поскольку природные воды, полностью соответствующие установленным требованиям, практически отсутствуют, оцененные запасы на большинстве месторождений (участков) следует относить к забалансовым.

2. Полностью исключены требования к геолого-экономической изученности месторождений ПВ. При этом уже согласно классификациям 1983 и 1997 г. технико-экономические критерии следовало учитывать при подсчете и квалификации запасов.

В условиях социалистической экономики изучение технологических свойств и геолого-экономическая оценка месторождений питьевых и технических подземных вод (в отличие от промышленных и теплоэнергетических) проводились в довольно редких случаях.

В настоящее время, в связи с изменившейся экономической парадигмой, ужесточением требований к качеству питьевых вод, развитием промышленного розлива, технологическая и экономическая оценка становятся неотъемлемыми элементами подсчета эксплуатационных запасов всех типов подземных вод.

Несмотря на это, данные вопросы вообще не являются предметом рассмотрения.

3. Необходимая и достаточная степень изученности запасов подземных вод определяется отнесением месторождения к той или иной группе по степени сложности, для которых установлены дифференцированные требования к квалификации запасов по отдельным категориям. Месторождения и участки недр подразделяются на 4 группы: простые, сложные, очень сложные и исключительно сложные.

Особенности строения и гидрогеологических условий определяют возможность выявления следующих категорий запасов:

1-й группа – категорий В, С1 и С2 (в процессе их геологического изучения);

2-й группы – категорий С1 и С2 (геологическое изучение) и В (разведка);

3-й группы – категорий С2 (геологическое изучение) и С1 (разведка);

4-й группы – категорий С2 (разведка) и С1 (опытно-промышленная эксплуатация).

Попытка согласования категорий, групп сложности и стадий изучения недр представляется неудачной. Добавим, что требования к запасам разных категорий размыты.

4. Согласно "Классификации" месторождения подземных вод (также, как и запасы) подразделяются по степени их изученности. По данному признаку выделены две группы месторождений: разведанные и оцененные.

К разведанным относятся месторождения, эксплуатационные запасы которых изучены с полнотой, достаточной для проектирования и строительства водозаборных сооружений по добыче подземных вод. К оцененным относятся месторождения, запасы которых изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность предоставления в пользование участков недр для дальнейшей разведки и добычи подземных вод.

Требования к подготовленности различных групп месторождений по степени сложности к промышленному освоению в "Классификации..." отсутствуют. Проведение опытно-промышленной эксплуатации разрешается только на объектах 4 группы сложности.

Замена подготовленности месторождений к промышленному освоению на их группирование по степени изученности, которое в значительной мере дублирует изученность запасов, представляется весьма сомнительной. Четырём категориям запасов (А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>) по

степени геолого-гидрогеологической изученности соответствует всего два уровня изученности оцениваемых участков недр. Непонятно, как квалифицировать изученные участки недр, на которых выделены запасы различных категорий.

Таким образом, было утрачено целевое назначение отдельных категорий, полностью игнорируется их увязка со стадийностью геологоразведочного процесса, стадиями лицензирования и проектирования.

5. По степени обоснованности прогнозных ресурсов подземных вод они подразделяются на 3 категории (данное положение соответствует проекту ЗАО "ГИДЭК"):

- прогнозные ресурсы категории P1 учитывают возможность увеличения запасов на разведанных или оцененных месторождениях подземных вод или перспективных для постановки поисково-оценочных работ участках недр.

- прогнозные ресурсы категории P2 учитывают возможность выявления месторождений подземных вод, возможное наличие которых основывается на результатах среднемасштабных гидрогеологических съемок и других исследованиях.

- прогнозные ресурсы категории P3 учитывают потенциальную возможность территорий для постановки поисковых и поисково-оценочных работ для выявления месторождений, оценки основываются на результатах мелкомасштабных гидрогеологических съемок и других видах исследований.

6. Практически отсутствует различие между требованиями к запасам категории C2 и ресурсам категории P1. Об этом красноречиво свидетельствуют формулировки:

Запасы категории C2 выделяются на вновь выявленных и оцененных месторождениях, а также в пределах ранее разведанных месторождений при переоценке запасов. Подсчитываются применительно к обобщенным условным схемам водозаборных сооружений.

Прогнозные ресурсы категории P1 учитывают возможность увеличения запасов на разведанных или оцененных месторождениях подземных вод, или перспективных участках недр. Подсчет производится применительно к обобщенным условным схемам водозаборов.

### **Выводы**

1. В середине XX века в СССР подземные воды, вслед за другими видами минеральных ресурсов, получили статус полноценного полезного ископаемого, оценка и учет их запасов были признаны важнейшей государственной задачей.

Требования к подсчету и категоризации запасов, основные методические принципы проведения ГРР устанавливались в "Классификации эксплуатационных запасов подземных вод" (первая редакция вышла в 1950 г.) и инструкции по ее применению.

Выделенные в первой Классификации 5 категорий охватывали весь спектр возможной изученности территорий: от анализа данных эксплуатации действующих водозаборов до оценки

запасов по геологическим и гидрогеологическим предпосылкам. Последнее является отражением государственной политики, направленной на максимально полный учет полезных ископаемых, в том числе еще не разведанных районов. В дальнейшем наименее изученная часть эксплуатационных запасов стала именоваться "прогнозными ресурсами".

2. В настоящее время действует уже пятая Классификация. На протяжении всего рассматриваемого периода 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.

Назначением Классификации является дифференциация оцененных запасов по степени их изученности и подготовленности к промышленному освоению, а также определение их хозяйственного значения (балансовой принадлежности).

Обоснование критериев для разделения запасов и участков их подсчета по вышеуказанным признакам является основным направлением совершенствования Классификаций запасов подземных вод (как и других полезных ископаемых).

3. Категории запасов различаются степенью их изученности, то есть достоверностью выполненных оценок. Требуемая для освоения степень изученности, методика и объем необходимых для ее достижения разведочных работ определяются в соответствии со сложностью условий, которая подразделяется на несколько групп. При этом независимо от группы сложности одинаковые категории означают одну и ту же степень достоверности.

Какие-либо количественные критерии достоверности подсчета запасов выработаны не были. Границы между категориями являются довольно условными. Показательны характеристики изученности, приведенные в Классификации 1960 г.: категория А соответствует "полному выяснению условий", В – "выяснению основных особенностей", С1 – "выяснению в общих чертах". Поэтому категоризация запасов заключается в экспертном определении наибольшего соответствия изученности оцениваемого месторождения (участка) и категории в последовательном ряду изученности согласно действующей классификации.

Заметим, что в качестве одного из критериев категоризации используются некоторые требования к характеристикам обосновывающих исследований, в первую очередь – наличие/отсутствие опробованных скважин и их дебиты. Решающим, однако, является мнение авторов и экспертной комиссии.

4. Начиная с 1960 г. подсчитанные запасы разделяются на две группы согласно их хозяйственному значению (возможности использования): балансовые и забалансовые. Последние не могут быть использованы на момент оценки, но рассматриваются как объект освоения в дальнейшем.

Критерии отнесения запасов к балансовым многократно корректировались. К

первоначальному – экономической целесообразности использования – добавлялись техническая и технологическая возможность разработки и наличие необходимых согласований. В действующей Классификации критериями являются соответствие качества воды установленным требованиям и наличие условий для создания зон санитарной охраны, что никак нельзя признать обоснованным.

5. Категория является показателем достоверности запасов, т.е. мерой уверенности в возможности отбора в требуемом количестве при принятой схеме эксплуатации. На основе достигнутой степени изученности уполномоченный государственный орган выдает разрешение на проектирование и освоение месторождений (участков).

В разные периоды использовались два подхода к оценке подготовленности месторождений к эксплуатации:

- по назначению категорий, что предполагало последовательное освоение частей месторождения, характеризующихся разной степенью изученности;
- по соотношению запасов различных категорий, подсчитанных в пределах месторождения, то есть при решении вопросов освоения месторождение рассматривалось как единое целое.

При этом возможность освоения ставилась в зависимость от геологических условий - в сложных условиях доводить изученность до высоких категорий считалось экономически нецелесообразным.

6. Во всех Классификациях, за исключением первой, выделяются 4 категории запасов: А, В, С1, С2. Однако требования к соответствующей им изученности претерпевали существенные изменения. В первых двух классификациях не было разделения на запасы и ресурсы - все категории относились к запасам. Прогнозные ресурсы выделяются с 1983 г.

Запасы категории А на протяжении 1960-1997 г. могли быть подсчитаны на основании как опыта эксплуатации, так и результатов опытных откачек. С 1997 г. они оцениваются на разрабатываемых месторождениях и идентичны запасам категории А1 Классификации 1950 г.

В принятой в 1983 г. Классификации, по сравнению с предшествующей, категории А и В более дробно разделены на категории А, В и С1. Вследствие этого были повышены требования к запасам категориям С1 и С2. Последняя оказалась близка к категории С1 (1960 г.). Требования к впервые введенным прогнозным ресурсам (категория Р) оказались близки требованиям, соответствующим ранее запасам категории С2.

К запасам же категории С2 по Классификации 1983 г. была отнесена часть общих эксплуатационных запасов подземных вод месторождения, подсчитываемая сверх величины потребности в пределах общей величины обеспеченности запасов.

В Классификации 1997 г. содержание запасов категории С<sub>2</sub> практически не изменилось.

Они предназначены для оценки полных потенциальных возможностей водоотбора в пределах изучаемого месторождения и подсчитываются по всей его площади применительно к условным обобщенным схемам эксплуатации. С 1997 г. запасы категории В становятся основой для проектирования и освоения месторождений (ранее для этого использовались запасы категорий А+В, а для 3-ей группы сложности – и С1).

Наибольшей "стабильностью" отличалась граница между категориями В и С1. Отметим неофициальное, но повсеместное использование терминов "высокие" (А+В) и "низкие" (С1+С2) категории.

Дальнейшее развитие требования к изученности ресурсов получили в Классификации 1997 г., проекте 2003 (а вслед за этим и в Классификации 2007 г.), который сформировалось представление о разграничении эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов не только по критерию изученности, но и по геолого-экономическим и геолого-техническим принципам. Также следует отметить разделение прогнозных ресурсов на три категории.

Запасы, относимые к категории С2, не отвечают определению понятия "запасы". Данная категория, кстати – отсутствующая в зарубежных классификациях, должна быть исключена.

7. Принятие Классификации 2007 г. впервые стало серьезным "шагом назад" и существенно затормозило развитие поисково-разведочного процесса, методики и практики подсчета запасов ПВ. Помимо многочисленных ошибок и противоречий, она содержит и концептуальные подходы, противоречащие тенденциям экономического развития страны, а иногда и здравому смыслу.

С одной стороны, вследствие стремления унифицировать документ с классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [145], принятая "Классификация..." игнорирует ряд специфических особенностей подземных вод (возобновляемость, взаимодействие водозаборных сооружений и др.). С другой стороны, в "Классификации..." полностью отсутствуют требования к технологической и экономической изученности, предусмотренные законодательством о недрах, классификациями запасов других полезных ископаемых, рамочной Классификацией ООН [40, 42].

#### **2.1.4. Действующие зарубежные классификации запасов (ресурсов) твердых полезных ископаемых и углеводородов**

За рубежом отчет о минеральных ресурсах и запасах, находящихся в распоряжении горнодобывающей компании, является ключевым документом, определяющим оценку состояния минерально-сырьевых активов при первичном размещении и котировке акций, получении банковских кредитов и т. д. [189]. Соответственно, требования по содержанию геологических материалов и порядку их оценки преимущественно ориентированы не на

государственную экспертизу (в отличие от России), а на обеспечение необходимой информацией инвесторов и их консультантов [340].

Для твердых полезных ископаемых в настоящее время большинство национальных кодексов соответствуют международному шаблону системы отчетности о запасах и ресурсах CRIRSCO ("Combined Reserves International Reporting Standards Committee"). Комитет создан в 1994 г. и включает представителей национальных агентств по отчетности Австралии (JORC), Канады (CIM), ЮАР (SAMREC), США (SME), Чили, а также европейских стран (PERC). В 1997 г. было достигнуто соглашение относительно понятий "ресурсы" и "запасы", а также для входящих в их состав категорий. После этого в названных выше странах были выпущены модернизированные версии кодексов отчетности и руководящие указания по их использованию [164, 369].

"Минеральные ресурсы" ("Mineral resources") - это представляющие экономический интерес концентрации полезных ископаемых в земной коре, находящиеся в такой форме и в количестве, что существуют разумные перспективы его полного экономически эффективного извлечения. Они подразделены на три категории в порядке уменьшения геологической достоверности: Measured (в русских переводах - оцененные, измеренные), Indicated (выявленные, исчисленные, указанные) и Inferred (предполагаемые). Эти категории базируются только на степени геологической изученности и достоверности (рис. 2.3).

По мнению "SRK Consulting" запасы первой из указанных категорий должны обеспечивать возможность годового планирования горного производства, второй – возможность подготовки проекта горных работ, третьей – требуют проведения дальнейших геологоразведочных работ.

В классификационной системе CRIRSCO для перевода ресурсов в запасы необходим набор так называемых модифицирующих факторов, включающий горнотехнические, технологические, экономические, инфраструктурные, маркетинговые, правовые, социальные, экологические и административные факторы.

"Рудные запасы" ("Ore reserves") являются рентабельно извлекаемой частью Измеренных и/или Указанных "Минеральных ресурсов" с учетом разубоживания и потерь, которые могут иметь место при добыче или извлечении материала.

Они подразделяются на запасы категории Proved (доказанные, подтвержденные), которые являются частью "Оцененных ресурсов" и Probable (вероятные), которые являются частью "Выявленных ресурсов", а при некоторых обстоятельствах и "Оцененных".

Для углеводородов на протяжении многих лет основной является классификация Общества инженеров-нефтяников США (US Society of Petroleum Engineers – SPE), первый вариант которой был принят в 1969 г., второй - в 1987 г.



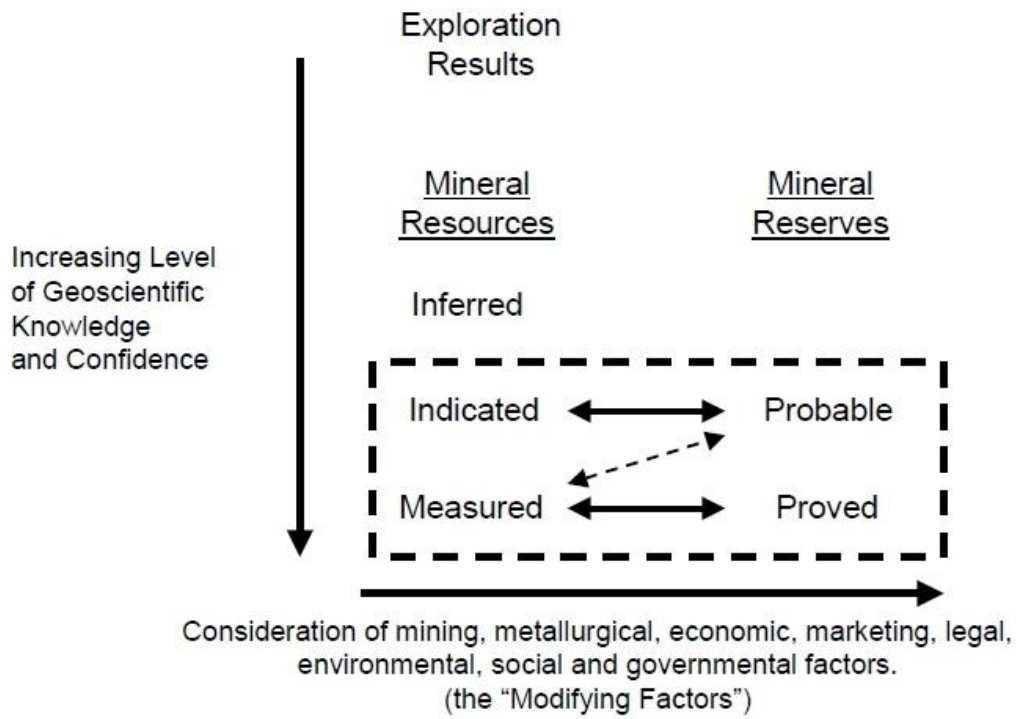


Рис. 2.3. Классификация запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых CRIRSCO

|             |              |   |           |              |              |   |             |
|-------------|--------------|---|-----------|--------------|--------------|---|-------------|
|             |              | DISCOVERED                                  |           | UNDISCOVERED |              | Increasing Degree of Economic Feasibility ↑ |             |
|             |              | Demonstrated                                |           | Inferred     | Hypothetical |   | Speculative |
|             |              | Measured                                    | Indicated |              |              |   |             |
| ECONOMIC    |              | RESERVES                                    |           |              |              |   |             |
| SUBECONOMIC | paramarginal | RESOURCES                                   |           |              |              |   |             |
|             | submarginal  |   |           |              |              |   |             |
|             |              | ← Increasing Degree of Geological Assurance |           |              |              |   |             |

Рис. 2.4. Диаграмма McKelvey (1972 г.)

В настоящее время используется совместная классификация SPE/WPC/AAPG (WPC - международный нефтяной конгресс, AAPG - Американская ассоциация геологов-нефтяников), подготовленная в 2000 г. Последняя редакция принята в 2007 г. На ней основана система управления ресурсами и запасами углеводородов SPE-PRMS (Petroleum Resources Management System).

Отметим, что еще в первой половине 1970-х годов Геологической службой США была предложена классификация запасов и ресурсов [367], получившая название, по имени автора, "диаграмма МакКелви" (McKelvey box). Критериями дифференциации в ней служат геологическая и экономическая обоснованность (рис. 2.4).

Общие объемы полезных ископаемых в недрах разделяются на изученные и неизученные (открытые и неоткрытые). Изученные, в свою очередь, делятся на рентабельные и нерентабельные. Таким образом, выделены три основные группы со следующими названиями: запасы (изученные рентабельные); ресурсы условные (изученные нерентабельные); ресурсы перспективные (неизученные). Внутри этих групп дифференциация проводилась по степени риска (для запасов – доказанные, вероятные, возможные).

Данная классификация применялась преимущественно в научных разработках, в практической деятельности использовались ее элементы, а не вся она как целостная система. Категории учета ресурсов для американских классификаций впервые были введены в 2000 г.

Согласно классификации SPE-PRMS, запасы представляют собой количество нефти, которое может быть с определенной степенью уверенности оценено как рентабельно извлекаемое из известных месторождений при существующей экономической конъюнктуре, технологиях и регулирующих мерах правительства, исходя из анализа геологических и инженерных данных. Другими словами, *запасы* - это рентабельно извлекаемое количество нефти, находящееся в известных на сегодняшний день скоплениях. При определении экономической эффективности извлечения учитываются затраты на разведку, бурение и добычу, транспортировку, цены на сырье, налоги и др.

Таким образом, понятие запасов имеет ярко выраженный товарный характер, а степень геологической изученности (вероятность присутствия нефти в месторождении) - лишь один из совокупности факторов, определяющих их категоризацию. Например, для того, чтобы запасы считались доказанными необходимо, чтобы на момент проведения оценки была построена соответствующая инфраструктура и установлено необходимое оборудование или существовала достоверная информация о том, что они появятся в ближайшем будущем.

Оценки запасов могут быть сделаны либо на основе детерминированного метода, либо вероятностного. В первом случае "степень уверенности" оценивается экспертно, во втором - генерируется диапазон оценок, для которых определяется вероятность того, что заявленное

количество нефти будет добыто.

По степени неопределенности - в зависимости от оценки шансов их извлечения - запасы делятся на две категории (рис. 2.5) – proved reserves (доказанные) и unproved reserves (недоказанные, неподтвержденные). Последние подразделяются на две субкатегории: probable (вероятные) и possible (возможные).

*Доказанные запасы (P1)* - это наиболее достоверная часть разведанных извлекаемых запасов. Вероятность того, что фактически добытое количество нефти будет равно или превысит оценочное - не менее 90%. Доказанные запасы подразделяются на подготовленные и неподготовленные, а по степени промышленного освоения на *разрабатываемые* и *неразрабатываемые*. Вероятность подтверждения *вероятных* (суммы доказанных и вероятных) запасов (*P2*) составляет не менее 50%. Вероятность подтверждения *возможных* (суммы доказанных, вероятных и возможных) запасов (*P3*) оценивается значением не более 10 %.

Помимо запасов, следуя диаграмме МакКелви, выделяются также ресурсы: contingent resources (условные) и prospective resources (перспективные). Первые соответствуют уже открытым объемам нефти в недрах, вторые - неоткрытым, и скорее сопоставимы с невоскрытыми пластами месторождений [222].

Завершая раздел, отметим, что классификации, которыми пользуются члены геологического сообщества, отличаются от применяемых в деятельности фондовых рынков. В США правила регистрации обращающихся на рынке ценных бумаг устанавливает "Комиссия по ценным бумагам и биржам" ("Securities and Exchange Commission" - "SEC").

Для ТПИ этот орган не признает шаблон "CRIRSCO" и требует представления отчетности в соответствии с ее собственным стандартом. Для углеводородов SEC учитывает только доказанные запасы. При этом нефтяные залежи не могут классифицироваться как запасы, если их извлечение планируется после окончания действия лицензии.

## **Выводы**

За рубежом понятие запасов имеет ярко выраженный товарный характер, геологические материалы преимущественно ориентированы на обеспечение информацией инвесторов.

Классификационные системы для ТПИ и углеводородов, CRIRSCO и SPE соответственно, основаны на близких принципах геологической и экономической изученности (обоснованности), однако используют разные критерии для разделения понятий "запасы" и "ресурсы" и их категоризации.

Система CRIRSCO разделяет минеральные ресурсы на категории, базируясь только на степени геологической достоверности. Для перевода их в запасы необходим набор так называемых модифицирующих факторов (горнотехнические, экономические и др.).

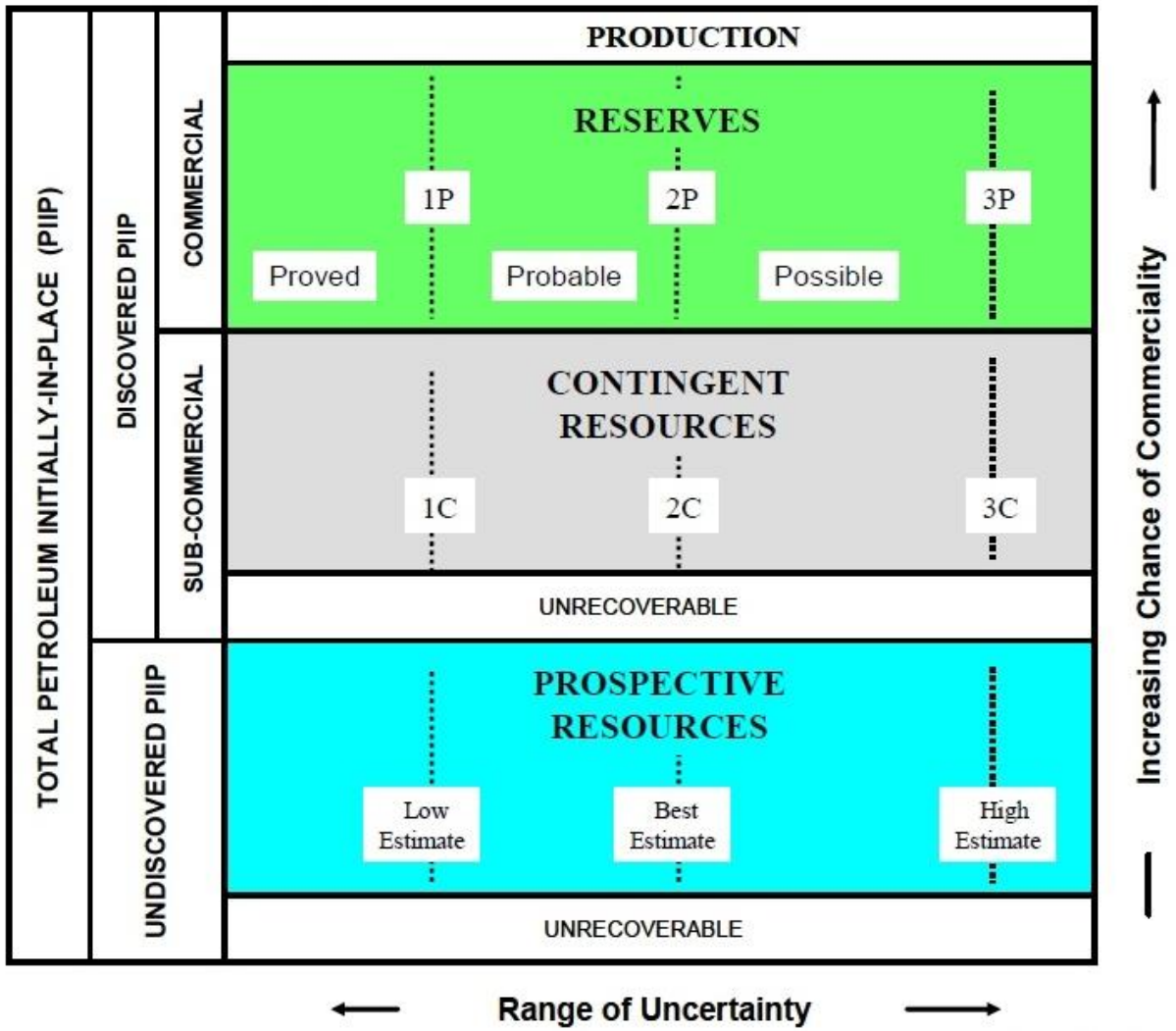


Рис. 2.5. Классификация запасов и ресурсов углеводородов SPE

Согласно классификации SPE, запасы представляют собой рентабельно извлекаемое количество нефти, находящееся в известных на сегодняшний день скоплениях. По степени неопределенности - в зависимости от оценки шансов их извлечения - запасы делятся на категории. Степень геологической изученности - лишь один из совокупности факторов, определяющих их категоризацию. Помимо запасов, выделяются также ресурсы: условные (открытые объемы нефти в недрах) и перспективные (неоткрытые).

### **2.1.5. Рамочная классификация ООН и сближение классификаций**

Попытки создания универсальной классификации полезных ископаемых продолжаются уже довольно длительное время. Одной из первых и наиболее удачных была так называемая "диаграмма МакКелви", рассмотренная выше.

Тем не менее, в конце прошлого века в мире действовало порядка 150 различных классификаций запасов и ресурсов энергетического и минерального сырья. Активный процесс их сближения начался в 1990-х годах в связи с процессами глобализации.

Выше было рассмотрено согласование классификаций для конкретных типов полезных ископаемых между зарубежными странами и организациями (раздел 2.1.4). Другим направлением являются попытки унификации классификаций различных типов полезных ископаемых. Российская Федерация также участвует в этих процессах.

В 1997 г. Комитетом по устойчивой энергетике Европейской экономической комиссии ООН была подготовлена "Рамочная классификация ООН" ("UNFC"). Очередные версии выходили в 2004 и 2009 годах [379].

РК ООН была задумана как универсальная схема, гармонизирующая все национальные и международные системы отчетности о энергетических и минеральных запасах/ресурсах, обеспечивающая единое понимание используемых терминов и отвечающая как государственным, так и коммерческим интересам.

Она создавалась для твердых горючих полезных ископаемых, урана и углеводородного сырья, при этом отмечалось, что принципиальная схема ее построения позволяет создать аналогичные Классификации и по другим видам полезных ископаемых.

Согласно РК ООН количества запасов/ресурсов классифицируются на основе трех критериев: экономической и социальной жизнеспособности проекта (E), статуса и обоснованности проекта (F) и геологической изученности (G), с использованием числовой системы кодов. Комбинации этих трех критериев создают трехмерную систему кодификации. Для выполнения кодирования запасы и ресурсы по каждому критерию разделяются на категории. Предусматривается деление первых двух на подкатегории.

Первая группа категорий (ось E, 3 категории) определяет степень благоприятности

социальных и экономических условий для обеспечения коммерческой жизнеспособности проекта, которые включают рыночные цены и соответствующие юридические, нормативные, природоохранные и контрактные условия.

Вторая группа категорий (ось F, 4 категории) определяет степень проработки исследований и принятых обязательств, необходимых для реализации планов геологоразведочных (горных) работ или проектов разработки месторождений. Они отражают стандартные принципы управления производственно-сбытовой цепочкой. На оси F выделены четыре категории.

Третья группа категорий (ось G, 4 категории) определяет степень достоверности геологической информации и возможность извлечения соответствующих количеств сырья. Первые три категории относятся к уже открытому месторождению.

Для оценки твердых полезных ископаемых, месторождения обычно разбивают на части, каждой из которых соответствует дискретная оценка (категория), которая отражает степень геологической изученности и достоверности. Оценки классифицируют по соответствующим категориям G1, G2 и/или G3.

В случае оценки жидких полезных ископаемых, их мобильность обычно не позволяет отнести извлекаемые количества к отдельным частям месторождения или залежи. Извлекаемые количества необходимо оценивать на основе воздействия схемы разработки на месторождение в целом и разбивать на категории, основываясь на трех сценариях или конечных результатах, эквивалентных категориям G1, G1+ G2 и G1 + G2 + G3.

Количества, соответствующие категории G4, характеризуются таким значительным диапазоном неопределенности и связанным с ней риском, что впоследствии ни один проект разработки или ведения горных работ не будет осуществлен с целью извлечения этих оцененных количеств сырья.

В 2003 г. был опубликован проект "Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов", подготовленный рабочей группой под руководством Г.А.Габриэлянца [81]. В нем была предпринята попытка следования принципам рамочной классификации ООН при сохранении преемственности с предыдущими отечественными классификациями.

Классифицирование строилось на трех критериях: геологической изученности, промышленной освоенности и экономической эффективности.

На оси геологической изученности (ось G) выделялись 4 категории запасов и 3 категории ресурсов: А – изученные, В – разведанные, С1 – оцененные, С2 – предварительно оцененные, D1 – локализованные, D2 – перспективные, D3 – прогнозные.

На оси промышленной освоенности (ось F) выделялись следующие категории запасов: F0

– извлеченные, F1 - освоенные разрабатываемые, F2 - освоенные неразрабатываемые, F3 – неосвоенные подготовленные и F4 – неосвоенные неподготовленные. Ресурсы были отнесены к категории F5.

На оси экономической эффективности (ось E) запасы разделялись на E1 – рентабельные, E2 – гранично-рентабельные, E3 – нерентабельные; ресурсы – на E4 – возможно рентабельные и E5 – неопределенно рентабельные. На основе присвоенных по трем осям категорий проводилось подразделение запасов на классы: достоверные, установленные, предполагаемые. Для ресурсов классы не выделялись. Характерно, что по геологической изученности ресурсы разделялись на три категории, экономической эффективности – две, а ось промышленной освоенности фактически отсутствовала.

Отметим также, что в проекте не содержится понятие "группа сложности месторождения", а балансовые/забалансовые запасы трансформировались в ось экономической эффективности.

Одновременно (2003 г.) вышел проект концепций "Классификации ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых" и "Стадийности геологоразведочных работ" [175], подготовленный ЦНИГРИ при участии ВИЭМС и ЦНИИГеолнеруд. Данный проект не предполагал следование рамочной классификации ООН, однако на основе проведенного анализа отмечала "возможность отражения в системе показателей РК ООН ресурсов и запасов как действующей в России классификации, так и ее актуализированной версии".

Как уже отмечалось, в разработанном в 2002-2004 г. ЗАО "ГИДЭК" по заданию МПР РФ проекте "Классификации..." [27] была предпринята попытка координации с РК ООН. Проведенный анализ показал, что использование предлагаемой трехмерной схемы для подземных вод нецелесообразно, поскольку геолого-экономическая и технологическая изученность учитывается при разделении запасов на категории.

В связи с этим предлагалась двухмерная классификация: геолого-гидрогеологическая, технологическая и экономическая изученности с одной стороны и социально-экономическая эффективность освоения – с другой.

Итак, сопоставляя РК ООН с действующими системами классификационной отчетности, принятыми в РФ, можно отметить следующие соответствия: ось G – категории геологической изученности, ось E – хозяйственное значение (баланс-забаланс), ось F – стадии ТЭО. В отечественных системах оси, аналогичные осям F и G, совмещены. В этом заключается их принципиальное (и основное) различие с РК ООН, в которой они независимы. В результате каждой стадии ТЭО (ось F) может соответствовать любая из 4-х категорий геологической изученности, в зависимости от стадии работ.

Такое положение представляется само по себе довольно абсурдным, кроме того, оно приводит к возможности выделения 40 трехмерных ячеек. Это обстоятельство, по всей

видимости, является основной причиной весьма незначительного распространения РК ООН. В настоящее время предполагается переход от трехмерной модели к двухмерной.

Рассмотренные ранее зарубежные системы классификаций запасов (ресурсов) для ТПИ и углеводородов, CRIRSCO и SPE, имеют как ряд общих черт, так и довольно существенные различия. В 2007 г. с целью гармонизации шаблонов была создана объединенная рабочая группа SPE-CRIRSCO.

Основной целью ставилось оказание помощи Совету по Международным стандартам финансовой отчетности (IASB) в области разработки соответствующих стандартов применимых к добывающей деятельности. Она также была призвана обеспечить фон для других заинтересованных сторон в целях содействия лучшему пониманию межотраслевых процессов оценки запасов и ресурсов.

По мере вхождения РФ в мировую экономическую систему все больше сложностей вызывали различия в требованиях к категориям запасов (ресурсов) и механизме официального подтверждения результатов их оценок. С целью адаптации классификаций ТПИ в 2006 г. была создана рабочая группа ГКЗ-CRIRSCO, а в 2010 г. подготовлено и подписано "Руководство по гармонизации стандартов отчетности о запасах/ресурсах твердых полезных ископаемых России и CRIRSCO" [282].

В результате сопоставительного анализа было выявлено, что в кодексах CRIRSCO отсутствуют эквиваленты прогнозным ресурсам в российской системе P2 и P3. Однако отдельными стандартами допускаются "частичные" эквиваленты, например "Целевые ориентиры геологоразведочных работ" в Кодексе JORC [164].

Эквивалентом категории P1 является категория ресурсов Inferred "предполагаемые"

Запасы категории C2, а также категории C1 на месторождениях 4-й группы сложности непосредственно могут быть конвертированы в категорию Indicated "Исчисленные".

Запасы категорий A и B, а также категории C1 на месторождениях 1-3 групп сложности непосредственно могут быть конвертированы в категорию Measured "Измеренные".

Было установлено, что набор модифицирующих факторов Шаблона CRIRSCO соответствует требованиям к балансовым запасам российской классификации, за исключением того, что по российской системе не учитываются потери и разубоживание при добыче.

При условии, что все модифицирующие факторы учтены, а в качестве технико-экономических критериев использовались их текущие значения, балансовые запасы категорий C1, B и A, могут непосредственно переводиться в доказанные или в вероятные запасы CRIRSCO с одновременным учетом факторов, обуславливающих величину потерь и разубоживания.

Аналогично балансовые запасы категорий C2, могут непосредственно переводиться в



вероятные запасы CRIRSCO с одновременным учетом факторов, обуславливающих величину потерь и разубоживания.

Задача же совместимости российской классификации запасов нефти с системой SPE-PRMS не решена до сих пор [79, 221, 270, 74].

### **Выводы**

С конца 1990-х годов под эгидой ООН осуществляются попытки унификации классификаций запасов/ресурсов. "Рамочная классификация ООН" ("UNFC") была задумана как единая универсальная схема, общая для всех стран, видов полезных ископаемых и целей использования. Трехмерная система кодификации базируется на основе трех критериев: экономической жизнеспособности (E), обоснованности проекта (F) и геологической изученности (G).

Для оценки твердых полезных ископаемых предполагается разбиение месторождения на части, для каждой из которых категория (по оси G) отражает степень геологической изученности. Мобильность жидких полезных ископаемых обычно не позволяет отнести запасы к отдельным частям месторождения. Их следует оценивать по месторождению в целом и разбивать на категории, основываясь на трех сценариях (по степени вероятности), эквивалентных категориям G1, G1+G2 и G1+G2+G3.

Усилия по сближению классификаций SPE–CRIRSCO, а также попытки следования принципам РК ООН, предпринимались в разных странах, в том числе в РФ. Заметных результатов они не принесли. Очевидно, что для этого требуется существенно большая заинтересованность сторон, занимающихся практической деятельностью, как геологоразведочной, так и инвестиционной. Наибольшие успехи по гармонизации были достигнуты между ГКЗ и CRIRSCO – для твердых полезных ископаемых.

## **2.2. Совершенствование требований к изученности запасов подземных вод**

### **2.2.1. Питьевые и технические подземные воды**

#### **Гидрогеологическое обоснование использования подземных вод для питьевого водоснабжения**

Подземные воды используются в целях питьевого водоснабжения многие столетия, при этом долгое время основное требование к их качеству заключалось в том, что они должны быть пресными. Начиная с XIX, а особенно в конце XX века, перечень нормируемых показателей постоянно расширялся за счет включения компонентов как природного, так и техногенного происхождения.

Постоянное ужесточение нормативных требований к качеству питьевых вод, подаваемых населению, привело к уменьшению доли распространения подземных вод на территории Российской Федерации, отвечающих этим требованиям. В большинстве случаев они представляют собой растворы минеральных солей в воде с превышением содержания органических или неорганических компонентов над их нормативными предельно допустимыми концентрациями [29, 162].

Параллельно с существенным ужесточением требований к нормам качества питьевых вод наблюдался весьма существенный прогресс в разработке и реализации различных методов и технологий водоподготовки, что существенно расширило их реальное применение для доведения качества некондиционных подземных и поверхностных вод до кондиционных питьевых.

В связи с этим последние годы развиваются два направления организации водоснабжения за счет подземных вод в тех случаях, когда их качество существенно отличается от нормативного:

1) Смешение подземных и поверхностных вод в вариантах, при которых "очищенные" поверхностные воды смешиваются в различных соотношениях с "некондиционными" подземными. В этом случае достигается сокращение объема поверхностных вод, требующих водоподготовки. При этом не требуется водоподготовка подземных вод и не возникает необходимость сброса остатка рассолов в недра. Отметим, что в этом варианте всегда сохраняется источник защищенных подземных вод для использования в чрезвычайных ситуациях (ЧС).

2) Водоподготовка части добытых некондиционных подземных вод с разделением на пресную и соленую части, смешение обессоленной воды с природной до соответствия требованиям питьевым водам и сброс солевого раствора в недра.

В такой ситуации при отсутствии отвечающих нормативным требованиям питьевых подземных вод в сложных гидрохимических условиях меняется парадигма поисково-разведочных работ на подземные воды для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Если практически до самого последнего времени основной упор делался на поиски пресных кондиционных (отвечающих по максимально возможному комплексу показателей нормативным требованиям) подземных вод, даже на значительном удалении от потребителя, то в настоящее время он может и должен быть перенесен на задачу получения необходимого количества воды на участке, максимально приближенном к водопотребителю, с последующей водоподготовкой подземных вод.

В условиях сложности оформления землеотвода и высокой стоимости земли, необходимости обслуживания и ремонта водоводов, водоподготовка часто оказывается

значительно более эффективной по сравнению с транспортировкой воды даже на несколько километров. Многие из них уже идут по этому пути. Это, прежде всего, предприятия пищевой промышленности, на которых предъявляются повышенные требования к качеству исходной воды, а также нефтепромыслы в районах развития сплошной мерзлоты, использующие для питьевых целей соленые подмерзлотные воды после соответствующего опреснения. При небольшой потребности в питьевой воде такая технологическая схема оказывается особенно эффективной.

В сложившейся ситуации возникла крайне актуальная и своевременная задача разработки методики и технологии геологоразведочных работ по изучению и оценке запасов некондиционных природных подземных вод, которые могут быть использованы для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения с применением современных методов водоподготовки, и соответствующей корректировки действующей нормативной базы [39].

Среди методов водоподготовки наиболее широкое и разнообразное применение имеет метод обратного осмоса, позволяющий целенаправленно выполнять обработку воды до требуемых концентраций конкретных показателей качества.

При этом могут использоваться различные варианты обессоливания, позволяющие снижать минерализацию, жесткость воды или содержание в ней отдельных компонентов до таких низких концентраций, что очистке подлежит только часть воды, которая затем смешивается с природной в таких пропорциях, чтобы смешанная вода соответствовала нормативным требованиям.

К недостаткам технологии обратного осмоса следует отнести возникающий за счет обессоливания обрабатываемой воды остаточный раствор повышенной минерализации (концентрат), который подлежит утилизации. Поскольку он содержит только растворенные природные соли, добываемые вместе с подземной водой, наиболее эффективным способом его утилизации может быть признана обратная закачка (возврат в недра) в более глубокие горизонты по сравнению с горизонтом добычи, содержащим воды близкой к закачиваемой минерализации.

Таким образом, рассматривается следующая типовая технологическая схема:

- добыча подземных некондиционных вод;
- водоподготовка части добытой воды с разделением на большую деминерализованную и меньшую соленую части;
- смешение обессоленной воды с природной в пропорциях, обеспечивающих получение кондиционной питьевой воды или отвечающей требованиям пищевого производства;
- утилизация продуктов водоподготовки. При этом наиболее эффективен сброс солевого раствора в недра, как правило, в более глубоко залегающий водоносный горизонт.

Применительно к рассмотренной технологии использования некондиционных подземных вод для питьевых целей должны измениться состав и методика геологоразведочных работ. Наиболее эффективным представляется объединение и анализ, с одной стороны, обзорных данных по гидрогеологическим условиям и технологическим методам водоподготовки, а с другой – выполнение в процессе их проведения целенаправленных опытных работ (в т.ч., технологических) по добыче, водоподготовке и сбросу остаточного солевого раствора в недра.

Состав выполняемых поисково-разведочных работ, помимо традиционных методов и видов исследований, должен включать в себя специальные технологические полевые исследования, позволяющие получить необходимые исходные данные для выбора метода и проектирования водоподготовки.

При этом необходимо отметить, что специальные технологические исследования являются обязательной составной частью геологоразведочных работ практически на все другие виды полезных ископаемых, в т.ч. на теплоэнергетические и промышленные воды, используемые для извлечения из них ценных компонентов.

В связи с все более частым использованием некондиционных подземных вод для питьевых целей с применением водоподготовки и необходимостью их соответствующего изучения в процессе геологоразведочных работ, необходимо рассмотреть состояние существующей нормативной базы, определяющей понятие "питьевые подземные воды", разделение природных подземных вод на "питьевые" и "технические" и состояние государственного учета их запасов, а также проблемы утилизации продуктов водоподготовки.

### **О понятиях "питьевые воды" и "питьевые подземные воды"**

В нормативно-законодательной базе Российской Федерации определение понятия "питьевая вода" приводится в нескольких документах. В соответствии с Федеральным законом "О водоснабжении и водоотведении" (2011 г.) питьевая вода – "вода, за исключением бутилированной питьевой воды, предназначенная для питья, приготовления пищи и других хозяйственно-бытовых нужд населения, а также для производства пищевой продукции" [324]. Согласно ГОСТ 25151-82 "Водоснабжение. Термины и определения" питьевой является "вода, по своему качеству отвечающая требованиям, установленным для хозяйственных питьевых целей" [92].

Применительно к подземным водам формулировка термина "питьевые" содержится в и ОК 032-2002 "Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод" (вслед за ГОСТ 17.1.1.04-80 "Классификация подземных вод по целям водопользования"): "Воды подземные питьевые - воды, в которых бактериологические, органолептические показатели и показатели токсических химических веществ находятся в пределах норм питьевого

водоснабжения" [91, 223].

Очевидно, что в последнем определении, как и в приведенных выше, речь идет о воде, которая подается потребителям. Другими словами, в нем не учитывается тот факт, что качество воды потребляемой и воды подземной (природной) может существенно различаться. Таким образом, можно констатировать, что фактически термин "питьевые подземные воды" не имеет адекватного определения в нормативных документах.

Нормативные требования к качеству питьевых вод, которые подаются населению, ранее, до 1997 г., определялись ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством", а в настоящее время - СанПиН 2.1.4.1074-01 для централизованного водоснабжения, СанПиН 2.1.4.1175-02 - для нецентрализованного, а также ГН 2.1.5.1315-03 [85, 286, 287].

Требования к качеству питьевых подземных вод в СССР были установлены в ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора" [93]. ГОСТ 2761-84 имеет статус действующего, но в настоящее время Государственные стандарты СССР обладают не нормативным, а рекомендательным характером.

Современные требования, согласно "Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" (2007) и "Методическим рекомендациям" по ее применению, определяются в порядке, установленном законодательством РФ в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (т.е. указанными выше санитарными правилами и нормативами).

Таким образом, в действующих нормативных документах, которые должны устанавливать требования к подземным водам, на самом деле излагаются требования к водам, подаваемым населению. В отличие от СССР, в Российской Федерации в нормативной базе изучения и использования подземных вод ставится знак равенства между "питьевыми водами" и "питьевыми подземными водами". Нормативные документы, определяющие специальные требования к качеству питьевых подземных вод и к выбору источника водоснабжения, отсутствуют.

Согласно ГОСТ 2761-84, выбор источника водоснабжения должен производиться с учетом его санитарной надежности и возможности получения питьевой воды, соответствующей ГОСТ 2874-82. Другими словами, качество должно (без водоподготовки или после нее) удовлетворять нормам, установленным для питьевых вод.

В этом и заключается основное требование к природной подземной воде – в возможности устранения отклонений от норм питьевого водоснабжения. Следовательно, в соответствии с ГОСТ 2761-84, 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)".

Очевидно, однако, что при современном развитии методов водоподготовки данным условиям принципиально отвечают практически все подземные воды зоны свободного водообмена. Поэтому возможность и целесообразность использования подземных вод, требующих проведения обработки, должна быть обоснована не только технологически, но и технико-экономически. Так, например, на рынках ряда стран востребована питьевая вода, полученная на уже многочисленных специальных технологических системах водоподготовки из обычной морской воды.

### **Требования к качеству питьевых подземных вод в СССР**

Рассмотрим подробнее требования ГОСТ 2761-84 к качеству подземных вод. В зависимости от качества воды и требуемой степени обработки для доведения ее до показателей ГОСТ 2874-82 водные объекты, пригодные в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, подразделяются на 3 класса.

Для всех классов состав воды источника водоснабжения должен отвечать требованиям к качеству питьевых вод практически по всем показателям. Только для незначительного их количества допускается превышение над нормативным содержанием (мутность, цветность, Fe, Mn, H<sub>2</sub>S, F, окисляемость, число БГКП). Выделенные классы различаются также методами водоподготовки, которые используются для доведения подземных вод до питьевых нормативов.

Источник может быть использован и при несоответствии качества воды приведенным требованиям (то есть подземная вода не может быть отнесена ни к одному из 3-х выделенных классов). В этом случае требуется (п.2.4) наличие методов обработки, надежность которых подтверждена специальными технологическими и гигиеническими исследованиями, и согласование с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Таким образом, установленная в ГОСТ 2761-84 идеология разделения питьевых подземных вод на классы сводится к следующему:

- отнесение подземных вод к тому или иному классу определяется содержаниями ограниченного (менее десяти) набора показателей качества, неизменного для всех классов;
- для вод 1-го класса водоподготовка не требуется. В водах 2-го и 3-го классов содержания этих показателей превышают ПДК, для их использования необходимо применение водоподготовки. Для вод 3-го класса, где величина отклонения от ПДК больше, требуются дополнительные методы;
- воды, качество которых не позволяет отнести их к одному из 3-х классов, также могут

использоваться в питьевых целях при наличии надежных методов водоподготовки.

Необходимо отметить, что некоторые современные критерии оценки качества питьевых вод, отраженные в ряде действующих нормативно-методических документов Министерства Природных Ресурсов и Министерства Здравоохранения, основаны на принципах ГОСТ 2761-84, которые были подвергнуты некоторой корректировке (см. ниже).

### **Современные требования к качеству питьевых вод**

Как указывалось выше, требования к качеству питьевых подземных вод идентичны требованиям к питьевым водам, подающимся населению, и определяются СанПиН 2.1.4.1074-01 (централизованное водоснабжение) и СанПиН 2.1.4.1175-02 (нецентрализованное водоснабжение).

Общеизвестно, что значительная часть населения страны потребляет некондиционную (как подземную, так и поверхностную) воду, не прошедшую необходимую обработку и не отвечающую требованиям данных санитарных правил и нормативов.

В связи с этим в 2008 г. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека были разработаны (письмо № 01/8039-8-32 от 28.07.2008, с дополнениями и изменениями от 28.10.2008 г.) критерии оценки качества питьевой воды для расчета показателя "Доля населенных пунктов, обеспеченных водой надлежащего качества". Указанные критерии предназначены для определения соответствия населенного пункта условиям, позволяющим отнести его к "обеспеченному питьевой водой".

Согласно данному документу, потребляемая населением питьевая вода оценивается по 4 критериям (эпидемическая и радиационная безопасность, безвредность химического состава, благоприятные органолептические свойства) и разделяется на три категории ("Доброкачественная", "Условно доброкачественная", "Недоброкачественная").

Если в населенном пункте питьевая вода оценивается как доброкачественная и условно доброкачественная, то данный населенный пункт относится к обеспеченному.

При этом "доброкачественная вода" должна соответствовать нормативным требованиям по всем четырем критериям (табл. 2.7). К "условно доброкачественной" относится вода, не влияющая на здоровье населения, но ухудшающая условия водопользования. "Недоброкачественная вода" - вода, не соответствующая нормативным требованиям по одному из четырех критериев. Заметим, что словосочетание "Недоброкачественная питьевая вода" – попытка завуалировать тот факт, что население использует для питья воду, которая питьевой не является.

Таблица 2.7 является несколько переработанным вариантом таблицы, которая содержится в ГОСТ 2761-84 (набор компонентов одинаков для всех трех категорий, различается величина отклонения от ПДК).

Таблица 2.7

## Критерии оценки качества питьевой воды

| Критерий                   | Показатель                            | Качество воды      |                           |                     |
|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|
|                            |                                       | Добро-качественная | Условно доброкачественная | Недоброкачественная |
| органолептические свойства | Запах и привкус, баллов               | Отс                | $\leq 3$                  | $> 3$               |
|                            | Мутность по каолину, мг/л             | Отс                | $\leq 2$                  | $> 2$               |
|                            | Цветность, градусов                   | Отс                | $\leq 35$                 | $> 35$              |
| химический состав          | железо, мг/л                          | $\leq 0.3$         | $> 0.3 - < 1$             | $\geq 1$            |
|                            | марганец, мг/л                        | $\leq 0.1$         | $> 0.1 - < 0.5$           | $\geq 0.5$          |
|                            | общая минерализация, мг/л             | $\leq 1000$        | $> 1000 - < 1500$         | $\geq 1500$         |
|                            | общая жесткость, мг/л                 | $\leq 7$           | $> 7 - < 10$              | $\geq 10$           |
| эпидемический              | % проб с превышением норматива по ОМЧ | $\leq 5$           | $> 5 - < 10$              | $\geq 10$           |
| радиологический            |                                       | $\leq \text{ПДК}$  |                           | $> \text{ПДК}$      |

Таблица 2.8

## Подразделение питьевых подземных вод на классы согласно ОК 032-2002

| Наименование              | Характеристика  |
|---------------------------|---|
| Воды питьевые 1-го класса | Воды, качество которых по всем показателям удовлетворяет требованиям нормативов и стандартов в области качества подземных питьевых вод  |
| Воды питьевые 2-го класса | Воды, качество которых имеет отклонения по отдельным показателям от требований нормативов и стандартов в области качества подземных питьевых вод, устранимые аэрированием, фильтрованием, обеззараживанием  |
| Воды питьевые 3-го класса | Воды, качество которых имеет отклонения от требований нормативов и стандартов в области качества подземных питьевых вод. Эти воды, кроме методов обработки, предусмотренных во 2-м классе, нуждаются в применении специальных методов обработки - фильтрование с предварительным отстаиванием, использование реагентов и т.д. |



В упомянутом выше ОК 032-2002 приведено разделение питьевых подземных вод на классы, которые различаются необходимостью и методами проведения водоподготовки, направленной на их приведение в соответствие предъявляемым требованиям к качеству (табл. 2.8). Такой подход практически идентичен ГОСТ 2761-84.

Сравнение определений ОК 032-2002 показывает, что в нем ставится знак равенства между питьевыми подземными водами и питьевыми подземными водами 1-го класса. Воды же 2-го и 3-го классов не соответствуют понятию "питьевые подземные воды" в формулировке "Классификатора...".

Возвращаясь к качеству питьевых вод, отметим, что требования к нему существенно различаются для централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения. Это приводит к тому, что одна и та же вода может быть отнесена к разным классам. Так, в связи с тем, что в СанПиН 2.1.4.1175-02 нет прямого нормирования микрокомпонентов, то при их наличии подземная вода должна быть отнесена к 1-му классу при использовании для нецентрализованного водоснабжения, и к 3-му - для централизованного.

Так же и более высокие значения ПДК, устанавливаемые для вод нецентрализованного водоснабжения (мутность, цветность, величина ОМЧ и др.), могут стать причиной того, что вода будет отнесена ко 2-му классу при централизованном водоснабжении и к 1-му - при нецентрализованном.

Таким образом, возможность отнесения подземных вод к питьевым (к тому или иному классу питьевых) определяется не только назначением их использования (питьевое водоснабжение), но и способом подачи воды населению.

### **Технические подземные воды**

Пресные подземные воды, помимо питьевых целей, используются и для технических (производственных) нужд. Утверждение запасов всегда проводилось по типам вод согласно их назначению. С 1970-х годов выделяется 5 типов: питьевые, технические, минеральные, теплоэнергетические, промышленные (в современной терминологии, согласно ОК 032-2002).

Целесообразность разделения вод на питьевые и технические является дискуссионной, поскольку, в отличие от остальных типов вод, отражает только их назначение, но не природное состояние. С течением времени данная ситуация усугубляется вследствие развития методов водоподготовки. Кроме этого, зачастую вода из единого источника используется и для хозяйственно-питьевых, и для технических нужд.

Вопрос о критериях типизации – по свойствам подземных вод или по их назначению – нашел отражение уже в первых отечественных нормативных документах ("Классификация запасов...", 1950 г. и "Инструкция...", 1951 г.). Показательно, что в классификации

использовался общий термин "пресные", в то время как в инструкции – термины "питьевые" и "технические" [159, 132]. В последующих документах воды различались по их назначению.

Согласно закону "О водоснабжении и водоотведении" техническая вода – "вода, подаваемая с использованием централизованной или нецентрализованной системы водоснабжения, не предназначенная для питья, приготовления пищи и других хозяйственно-бытовых нужд населения или для производства пищевой продукции".

Технические подземные воды, по ГОСТ 17.1.1.04-80 и ОК 032-2002, - это "воды, кроме питьевых, минеральных и промышленных, пригодные для использования в экономике". Другими словами, это любые воды, которые не являются питьевыми, минеральными и промышленными.

Таким образом, прямо признается, что содержательное определение понятия "технические подземные воды" сформулировать не удалось, все определения "от обратного".

Это не является недостатком исключительно рассматриваемых документов. Причина такого положения вещей заключается в отсутствии каких-либо гидрогеологических предпосылок разделения питьевых и технических вод [303].

При этом практически любую подземную воду (за исключением рассолов) можно довести до питьевого качества, т.е. любую воду можно отнести к питьевой воде какого-либо класса. Если же использование для питьевых целей не предполагается и водоподготовка не требуется, то воды, по своим показателям соответствующие питьевым водам 2-го и 3-го классов, должны быть отнесены к техническим.

Поэтому - в зависимости от ее предполагаемого использования - одна и та же вода может именоваться как питьевой, так и технической. Какая-либо другая грань между подземными питьевыми и техническими водами, кроме целевого назначения, отсутствует. Российский Федеральный Государственный Фонд (Росгеолфонд) учет питьевых и технических подземных вод ведет совместно, указывая при этом их целевое назначение (ХПВ, ПТВ), поскольку невозможно отнести к одному из этих типов месторождения, воды которых одновременно используются и для питьевых, и для технических нужд.

Как указывалось выше, в природе питьевые подземные воды 1-го класса, т.е. не требующие обработки, почти не встречаются. В то же время, в действующей "Классификации..." при несоответствии качества природных вод нормативным требованиям к питьевой воде их запасы относятся к забалансовым. "Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в случаях наличия перспективы разработки методов водоподготовки для доведения качества воды до установленных требований...", т.е. данное положение "Классификации..." полностью противоречит охарактеризованному выше подразделению подземных вод на классы и уровню современных технологий водоподготовки.

Ранее нормативная база изучения и использования подземных вод содержала пункт о невозможности (с некоторыми оговорками) использования питьевых подземных вод для технических нужд. В настоящее время подобное утверждение, со ссылкой на законодательство о недрах, содержится в Водном кодексе (с. 43): "На территориях, на которых отсутствуют поверхностные водные объекты, но имеются достаточные ресурсы подземных вод, пригодных для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, допускается в исключительных случаях использование подземных вод для целей, не связанных с питьевым и хозяйственно-бытовым водоснабжением".

Можно предполагать, что эти требования относятся только к доброкачественным питьевым водам (1-го класса), не распространяясь на условно доброкачественные и недоброкачественные подземные воды (2-го и 3-го классов).

Необходимо отметить, что назначение одних и тех же подземных вод может меняться. Например, воды использовались для технических целей, а затем, после проведения водоподготовки – для питьевых.

Указанные противоречия требуют устранения, а нормативная база – существенной переработки и корректировки. Подразделение природных подземных вод на питьевые и технические нецелесообразно, их следует подразделять по химическому составу (пресные, солоноватые, соленые) и классам качества питьевых вод. Например: месторождение соленых питьевых подземных вод 3 класса, или месторождение соленых подземных вод (без указания целевого назначения). В отдельную категорию следует выделить рассолы.

### **О санитарно-эпидемиологических заключениях**

В соответствии с ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", использование водного объекта в питьевых целях допускается при наличии санитарно-эпидемиологического заключения, подтверждающего его соответствие санитарным правилам, т.е. соответствие качества подземных вод питьевым стандартам (при условии водоподготовки или без нее) является исключительно прерогативой органов Роспотребнадзора.

В связи с этим, согласно требованиям нормативных документов, при проведении геологоразведочных работ на питьевые подземные воды требуется:

- выполнить оценку степени соответствия состава подземных вод действующим санитарно-эпидемиологическим требованиям;
- выполнить оценку санитарного состояния территории и получить необходимые исходные данные для обоснования размеров и возможности создания зон санитарной охраны водозаборного сооружения;
- получить положительное заключение уполномоченного органа о соответствии качества

воды и зон санитарной охраны государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам для питьевых подземных вод.

В заключениях Роспотребнадзора, как правило, говорится о возможности использования водного объекта в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения при условии водоподготовки, без указания ее возможности, технологии и технико-экономической целесообразности. На основании таких заключений геологическая экспертиза утверждает балансовые запасы питьевых вод, а проведенная впоследствии, уже на стадии проектирования, технико-экономическая оценка показывает, что стоимость водоподготовки непомерно высока. Вопрос об освоении запасов снимается с повестки дня, из чего следует, что они должны быть отнесены к забалансовым. Такая ситуация также требует внесения изменений в нормативные документы.

Очевидно, что согласование с Роспотребнадзором отчетов с подсчетом запасов подземных вод, тем более некондиционных, бессмысленно, так как согласования возможности использования подземных вод и организации зоны санитарной охраны выполняются на стадии разработки проектов водозаборов и проектов ЗСО.

В этих проектах детально рассматриваются все вопросы, связанные с освоением оцененных или разведанных месторождений (участков недр). Между тем при подсчете запасов по категории  $C_2$  их относят к площади всего месторождения, а по категории  $C_1$  - к оцененному участку недр. При этом границы ЗСО зависят от принятой схемы водозабора.

Указанные согласования отчетных материалов имеют весьма условный характер и не являются основанием для использования подземных вод и проектирования ЗСО. Они совершенно излишни и приводят к существенным трудностям при оценке запасов. От них надо отказаться, ограничившись приложением к отчетам протоколов анализов качества воды, расчетов границ ЗСО и актов результатов обследования санитарного состояния оцениваемой территории, составленных с участием представителей местного Природнадзора. Соответствующие коррективы необходимо внести в "Классификацию..." и "Методические рекомендации...".

### **Предложения по совершенствованию нормативной базы**

В целом, принципы разделения питьевых подземных вод на классы, заложенные в ГОСТ 2761-84 и повторенные в ОК 032-2002, представляются вполне приемлемыми и в настоящее время. Несомненно, они нуждаются в дальнейшем развитии и усовершенствовании вследствие значительного прогресса, наблюдаемого в сфере технологий водоподготовки.

В частности, подлежат изменению следующие положения:

- различие между классами должно заключаться не в различии концентраций одних и тех

же компонентов. За основу дифференциации следует принять возможность проведения 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)

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

Подобный подход был реализован при изучении химического состава подземных вод Московского региона, которое проводилось ЗАО "ГИДЭК" в 2000-2003 г. [272].

По совокупности содержаний приоритетных показателей подземные воды были объединены в следующие классы качества:

I класс – воды соответствуют всем питьевым требованиям, за исключением повышенных против ПДК концентраций железа и марганца, которые сравнительно легко удаляются из вод существующими методами водоподготовки.

II класс – жесткость или жесткость и минерализация превышают пределы допустимого согласования с органами санитарно-эпидемиологического надзора.

III класс – в водах помимо вышеперечисленных компонентов дополнительно в повышенных против ПДК концентрациях содержатся F, B, Sr и Li. Их использование в питьевых целях требует дополнительной водоподготовки, условия которой в настоящее время достаточно не разработаны или отличаются высокой стоимостью.

IV класс – воды технического назначения, не пригодные для использования в хозяйственно-питьевых целях из-за сверхнормативных содержаний показателей качества.

В рамках IV класса качества вод возможно выделение вод IVa класса, которые характеризуются пестрым составом и повышенными концентрациями компонентов сугубо техногенной природы ( $\text{NO}_3$ , нефтепродукты, фенолы, Pb, Cd, Cr и др).

На наш взгляд, в "Классификации..." и в "Методических рекомендациях..." следует формулировать требования к природной подземной воде, качество которой должно соответствовать нормам питьевого водоснабжения с учетом применения (при необходимости) различных методов водоподготовки.

В табл. 2.9 приведены компоненты химического состава, определяющие методы необходимой водоподготовки и, следовательно, принадлежность питьевых подземных вод тому или иному классу.

Компоненты химического состава, определяющие класс питьевых подземных вод

| Класс подземных вод | Требуемая водоподготовка | Удаляемые компоненты (примеры)   |
|---------------------|--------------------------|--|
| 1 класс             | не требуется             | -  |
| 2 класс             | аэрирование (отдувка)    | растворенные газы (метан, сероводород), запах  |
|                     | аэрирование+фильтрация   | железо, марганец, цветность, запах   |
|                     | фильтрация               | мутность   |
|                     | обеззараживание          | микробиологические показатели  |
| 3 класс             | дополнительные методы    | в зависимости от используемых методов водоподготовки - большинство макро- и микрокомпонентов, органических и радиоактивных веществ |

Примечание: запах обычно связан с имеющимися загрязнителями и удаляется в процессе водоподготовки по этим компонентам.

При совершенствовании нормативной базы целесообразно внести следующие изменения:

1. Питьевые и технические воды (кроме рассолов) подсчитывать и учитывать совместно, как это делается фактически в настоящее время – без подразделения на питьевые и технические.

2. Доработать критерии разделения питьевых подземных вод на классы, в соответствии с прогрессом в методах водоподготовки. Классы должны различаться списком компонентов, содержание которых превышает ПДК, и соответственно, методами водоподготовки. После этого - придать делению питьевых подземных вод на классы обязательный (а не рекомендательный) характер.

3. 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.

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

5. Внести соответствующие изменения в "Классификацию запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" и "Методические рекомендации" по ее применению, в том числе по отмене рассмотренных выше излишних согласований.

### **2.2.2. Принципы определения границ месторождений подземных вод**

Необходимость решения проблем обоснования и выделения границ месторождений различных типов подземных вод (МПВ) вытекает из положений Федерального Закона Российской Федерации "О недрах". Согласно статье 7 недра предоставляются в пользование в виде геометризованных блоков, выделяемых в т.ч. с учетом границ месторождений.

Наличие геологически обоснованных, закрепленных на топографических картах и разрезах, юридически легитимных границ месторождений подземных вод необходимо для решения следующих задач:

- ведение государственного учета запасов подземных вод;
- ведение государственного кадастра месторождений подземных вод;
- определение возможности застройки площадей залегания полезных ископаемых;
- передача участков недр недропользователям и обеспечение выполнения условий лицензионных соглашений;
- резервирование земель с целью проведения геологоразведочных работ и добычи подземных вод.

Без оконтуривания месторождений подземных вод не может быть решен вопрос об их охране от истощения и загрязнения.

Поэтому на сегодняшний день выделение границ (оконтуривание) месторождений подземных вод является одной из актуальнейших задач поисково-разведочных на воду работ. Экономические преобразования и изменения в законодательстве, в том числе регулирующем разведку и эксплуатацию недр, перевели проблему в нормативно-правовую плоскость [24].

При этом критерии, позволяющие однозначно определить положение границ, отсутствуют. Несмотря на то, что словосочетание "границы месторождений подземных вод" широко использовалось в гидрогеологической литературе с 1970-х годов, до настоящего времени не выработан порядок и принципы обоснования границ месторождений. В практике государственной экспертизы запасов на планах подсчета запасов определение положения границ МПВ базируется на индивидуальной позиции авторов и осуществляется произвольно. В системе мониторинга подземных вод и при ведении государственного учета запасов они фиксируются по координатам их центров, что не дает представления о конфигурации МПВ.

#### **Границы месторождений полезных ископаемых**

Определение границ (оконтуривание) месторождений является одним из основных элементов геолого-разведочных работ и оценки запасов полезных ископаемых.

Для твердых полезных ископаемых под термином "оконтуривание" понимается определение формы и границ залежей, а также выделение внутри месторождений участков с

различным качеством минерального сырья и горно-геологическими условиями. Близкий подход применяется и для месторождений углеводородов. При этом всем их видам свойственна условность границ месторождений.

Так, конфигурация границ рудных месторождений, и их размеры могут существенно изменяться в зависимости от принятых кондиций по величине минимального бортового содержания полезного ископаемого. Изменение границ месторождения происходит на фоне естественного содержания в горной породе полезного ископаемого.

Объекты, рассматривающиеся как рудопроявления из-за некондиционного содержания в них полезного ископаемого, при изменении экономической обстановки (конъюнктуры) и совершенствовании техники разработки и технологии извлечения полезного ископаемого могут переходить в категорию месторождений.

Кроме того, границы месторождений любых видов полезных ископаемых могут расширяться при повышении степени изученности недр на флангах и по глубине, появлении за первоначально выделенным контуром новых участков, включаемых в общий контур месторождения.

Границы месторождений, например, строительных материалов, при одинаковых условиях залегания и качестве, распространенных на больших площадях, выделяются условно в контурах оцененной или разведанной площади, определяемой только экономическими факторами (условия освоения и землеотведения, местоположение относительно потребителей).

Для подземных вод, вследствие ряда их особенностей (высокая динамичность, взаимосвязь с внешней средой, значительное превышение площадей областей формирования запасов и влияния водоотбора над площадью участков эксплуатации и др.), обоснование границ месторождений сопряжено с еще большей неопределенностью, нежели для других видов полезных ископаемых. Анализ условий различных типов месторождений [19, 24, 43, 112, 139, 162, 171, 337] показывает, что наибольшие трудности возникают в следующих случаях:

- при распространении водоносных горизонтов (комплексов) на обширных территориях, характеризующихся отсутствием значительной пространственной неоднородности фильтрационных свойств водовмещающих отложений;
- при многопластовом характере разреза, выражающихся в наличии нескольких продуктивных водоносных горизонтов;
- при отсутствии четко выраженных слабопроницаемых отложений, подстилающих и перекрывающих продуктивный горизонт, при эксплуатации трещинных и трещинно-жильных вод;
- при изменчивости (в плане, по вертикали и во времени) химического состава подземных вод, не позволяющей однозначно определить их принадлежность тому или иному



типу (питьевые и технические, питьевые и минеральные).

Наиболее острым является вопрос о проведении границ МПВ в случаях распространения продуктивных водоносных горизонтов на больших площадях.

### **Развитие представлений о границах МПВ**

Если понятие "месторождение подземных вод" неоднократно описано в научной литературе и производственных отчетах, то принципам и методике определения их границ посвящено крайне ограниченное количество работ.

Впервые принцип выделения границ МПВ был сформулирован Б.В.Боревским и Л.С.Язвиным в 1976 г. [131, 353], которыми было предложено устанавливать границу МПВ по 10% изолинии понижения уровня от его максимальной величины в центре расчетного водозаборного участка. Данный подход, вследствие простоты расчета использовавшихся для расчета аналитических зависимостей и однозначности результатов (для принятых значений параметров), часто применялся при оценке запасов. Однако вычисления производились, как правило, с использованием высоких значений коэффициента пьезопроводности (обычно  $10^6$  м<sup>2</sup>/сут). Поэтому, получаемые размеры МПВ оказались слишком велики, достигая десятков километров в диаметре, что противоречило понятию "месторождение" и не могло использоваться на практике. Результаты же проведенной за последние 10-15 лет оценки ЭЗПВ на многих объектах методом математического моделирования показали приемлемость данного критерия.

Позже С.Ш.Мирзаев [203] для месторождений подземных вод в конусах выноса, предгорных шлейфов и обширных аллювиально-пролювиальных равнин Средней Азии предложил включать в контуры месторождения всю площадь распространения водоносного горизонта, на которой происходит питание и разгрузка подземных вод. Н.И.Дробноход [110] предложил включать в площадь месторождения – площадь, "подземный сток с которой играет существенную роль в формировании дебитов водозаборных сооружений", т.е. площадь формирования запасов (для условий Украинского щита).

Как видно, во всех этих предложениях контур МПВ по существу отождествлялся с областью влияния водозаборов или областью формирования эксплуатационных запасов подземных вод. При таком подходе теряется смысл выделения месторождений как площади, где создались благоприятные условия для отбора подземных вод, в пределах которой не должно происходить отчуждение земель для целей строительства и других целей, препятствующих последующему освоению МПВ, т.к. эта площадь участка недр, в пределах которой залегают полезные ископаемые (подземные воды).

Более последовательный подход к выделению границ месторождений с учетом как геолого-гидрогеологических, так и технико-экономических факторов был сформулирован

Б.В.Боревским и Л.С.Язвиным в 1986-1989 г. [26, 28]. Ими впервые были предложены общие принципы выделения границ месторождений пресных подземных вод, которые, однако, на практике они не получили широкого применения, т.к. не были включены в нормативно-методические документы.

Предложенные подходы к обоснованию положения границ базировались на определении понятия "месторождение подземных вод", под которым понимается *"пространственно ограниченная часть водоносной системы, в пределах которой под влиянием комплекса геолого-экономических факторов создаются благоприятные по сравнению с окружающими площадями условия для отбора подземных вод в количестве, достаточном для целевого использования"*.

Ключевыми в приведенном выше определении МПВ являются словосочетания "часть водоносной системы" и "благоприятные условия для отбора подземных вод", которые показывают, что МПВ могут быть выявлены далеко не везде, хотя водоотбор, достаточный для водоснабжения небольших потребителей, может быть обеспечен почти повсеместно.

Для формирования МПВ необходим комплекс благоприятных геолого-гидрогеологических и эколого-экономических факторов, к которым относятся:

- наличие пластов коллекторов с высокими фильтрационными свойствами;
- благоприятные условия питания подземных вод и восполнения их запасов;
- соответствие качества воды, в т.ч. после водоподготовки, установленным нормам;
- защищенность подземных вод от загрязнения;
- благоприятная экономическая конъюнктура (включая наличие потребности в воде).

Совокупность таких условий формируется как в процессе геологического развития, так и под влиянием современной физико-географической и антропогенной обстановки.

Неопределенность в выделении границ МПВ и их участков увеличилась после выхода в 1992 г. закона "О недрах", согласно которому:

- предоставление недр в пользование для добычи полезных ископаемых разрешается только после проведения государственной экспертизы их запасов (ст. 29);
- участок недр предоставляется пользователю для добычи полезных ископаемых в виде горного отвода - геометризованного блока недр. При определении границ горного отвода учитываются пространственные контуры месторождения полезных ископаемых (ст.7).

Это привело к распространению мнения, что независимо от величины отбора любой эксплуатируемый участок недр, в том числе участок одиночного водозабора, должен располагаться на площади МПВ. Соответственно, он имеет статус либо месторождения, либо участка месторождения, а границы МПВ проводятся либо по 1-ому поясу ЗСО, либо объединяя многочисленные участки водозаборов на значительных территориях.

Вопрос статуса участков одиночных водозаборов и оценки их запасов подробно

рассмотрен в разделе 2.2.3.

Здесь же отметим, что в обоих случаях геологическое содержание понятия "месторождение подземных вод" становится бессмысленным. В связи с этим положение границ должно определяться исходя из принятого в определении понятия "месторождение" геолого-экономического содержания.

Подчеркнем также, что, могут квалифицироваться как МПВ участки недр, предназначенные для резервного водоснабжения при ЧС, либо рассматриваемые как защищенный источник. Выделение месторождений возможно даже в тех случаях, когда освоение в ближайшей перспективе не планируется.

#### **Факторы, определяющие положение границ**

Опыт проведения геолого-разведочных работ и изучения действующих водозаборов, анализ нормативно-методических документов показывают, что при обосновании методики определения границ МПВ следует учитывать следующие обстоятельства.

С одной стороны, выделяемая площадь МПВ не должна быть избыточной, так как это может привести к неоправданному выводу земель из оборота, препятствовать их хозяйственному освоению, в т.ч. разработки других видов полезных ископаемых.

С другой стороны, размеры МПВ должны обеспечивать возможность охраны его от истощения и загрязнения, что особенно важно особенно для неосвоенных МПВ и участков нераспределенного фонда недр. Слишком маленькая площадь МПВ будет препятствовать геологическому изучению недр за пределами участка эксплуатации, а площади, реально перспективные для организации добычи подземных вод, могут быть застроены или использованы по другому назначению. Таким образом, площадь МПВ должна быть существенно больше территории размещения водозаборных сооружений.

На основании вышеизложенного, основные принципы выделения границ месторождений подземных вод сводятся к необходимости учета двух групп факторов: природно-геологических и антропогенных. К первой относятся геолого-гидрогеологические и гидрологические, ко второй - технико-экономические, социально-экологические (природоохранные) и разведочные.

Основой для выделения границ МПВ являются геолого-гидрогеологические факторы:

- границы продуктивных водоносных горизонтов, имеющих ограниченное по площади распространение;
- границы зон повышенной водопроницаемости в пределах водоносных горизонтов, имеющих широкое площадное распространение;
- границы развития некондиционных вод в случаях, когда их подтягивание к водозаборным сооружениям приведет к недопустимому изменению качества воды;
- положение экранирующих тектонических нарушений.

К группе естественных (природно-геологических) можно отнести и гидрологические факторы, такие как конфигурация речной сети и границы водосборов поверхностных вод, определяющие условия на границах потока подземных вод.

К технично-экономическим факторам, влияющим на положение возможных границ месторождения, относятся:

- наличие и возможность вывода из оборота земель, требуемых для разработки месторождения (пригодных для размещения водозаборных и водопроводных сооружений (по условиям местности и землепользования));

- возможность частичного или полного вывода из хозяйственного оборота земель, требуемых для организации зон санитарной охраны. Заметим, что в настоящее время размеры 3-го пояса ЗСО, как правило, неоправданно велики, что требует внесения изменений в действующие нормативные документы (см. раздел 2.2.6).

Природоохранные ограничения определяют отсутствие возможности эксплуатации подземных вод на следующих площадях:

- особо охраняемых территориях, где разработка недр запрещена в законодательном порядке;

- участках, на которых (или в зоне влияния которых) добыча подземных вод может привести к недопустимому воздействию на отдельные элементы природной среды (ландшафты, поверхностный сток и др.).

Геолого-разведочные факторы определяют границы и детальность изучения разведанной (оцененной) площади. Для решения задачи оконтуривания месторождений подземных вод следует ввести понятие "контур подсчета запасов", которое применяется при оценке запасов всех других видов полезных ископаемых в виде участков и блоков подсчета.

Границы контура подсчета запасов зависят от площади и детальности размещения пробуренных и опробованных скважин, точек геофизических исследований и других пунктов наблюдений, информация по которым используется при построении природной гидрогеологической модели месторождения, количественных и качественных оценках его показателей. Естественно, что для каждой группы сложности геолого-гидрогеологических условий месторождения требования к детальности изученности участков недр для обоснования контура подсчета запасов будет различаться.

Выделение контура подсчета запасов для МПВ осложняется тем, что с одной стороны, он должен ограничивать разведанный участок, с другой – величина запасов на оцениваемом участке зависит от их величины на других участках в области их взаимодействия (области влияния месторождения). Поэтому можно говорить о выделении следующих контуров:

- контур подсчета запасов на оцениваемом участке недр, который будет совпадать с

площадью месторождения или его отдельных участков в соответствии и их изученностью;

- контур области влияния расчетного водозабора (участка эксплуатации), в пределах которой наличие освоенных и неосвоенных запасов должно учитываться при их подсчете на вновь оцениваемом участке. Его можно ограничить погрешностью расчетов понижений уровня (порядка 10-15 %).

- контур области формирования ЭЗПВ, соответствующий площади водосбора, где формируются подземные воды, поступающие в пределы месторождения.

Контуры этих областей могут как различаться, так и совпадать.

Антропогенные факторы могут являться определяющими на фоне относительно равноценных условий формирования запасов по геолого-гидрогеологическим факторам на больших площадях.

Отметим, что перспективный участок может квалифицироваться как месторождение только в результате его геологического изучения или разведки и государственной экспертизы подсчитанных в его пределах запасов подземных вод.

### **Принципы определения границ МПВ**

Таким образом, контур месторождения подземных вод, под которым понимается "пространственно ограниченная часть водоносной системы, где создаются благоприятные условия для отбора подземных вод", определяется положением:

- природно-геологических границ
- границ зон санитарной охраны, определяющих полное или частичное выведение земель из хозяйственного оборота;
- границ доступных для освоения участков, где возможны и целесообразны размещение водозаборных сооружений и их инфраструктуры,
- контур подсчета запасов (изученность рассматриваемой площади).

Границы МПВ следует проводить на основе комплексного учета указанных площадных объектов - путем последовательного наложения их границ. Комбинирование перечисленных выше площадных объектов позволяет последовательно оконтурить оцениваемое месторождение (участок месторождения) как "пространственно ограниченную часть водоносной системы, где создаются благоприятные условия для отбора подземных вод..."

Важно подчеркнуть, что указанные факторы - естественные и антропогенные факторы, определяющие положение границы, которые могут быть отображены на картографической основе, часто недостаточны для оконтуривания МПВ. В этих случаях границы МПВ следует определять гидродинамическими расчетами, в том числе методом математического моделирования, в частности по изолинии 10% понижения уровня от его величины в центре воронки депрессии или границы 3-го пояса ЗСО (с учетом их сокращения).

В связи с этим, положение границ месторождений в существенной степени зависит от геофильтрационных параметров водовмещающих и разделяющих отложений, условий на внешних и внутренних границах, а также от места размещения водозаборного сооружения, его расчетной производительности, схемы и режима эксплуатации, конструкции скважин и др. характеристик, определяющих величину ЭЗПВ и положение депрессионной воронки.

Сформулированные общие принципы выделения границ МПВ показывают, что со временем их положение и конфигурация, также как и месторождений других видов полезных ископаемых, могут изменяться в зависимости от социально-экономической конъюнктуры и величины водоотбора, схемы и местоположения водозаборных сооружений, водохозяйственной обстановки и других антропогенных факторов.

Итак, для выделения границ месторождений подземных вод на картографическую основу наносятся контуры площадей, соответствующих перечисленным выше природно-геологическим факторам с учетом природоохранных ограничений. Затем, при необходимости, границы МПВ уточняются на основе данных изученности территории и результатов прогнозных расчетов.

При определении контура месторождения в разрезе в общем случае его нижняя граница принимается по подошве наиболее глубоко залегающего горизонта, принципиально пригодного для использования по целевому назначению, а верхняя — по поверхности земли. При наличии в пределах месторождения нескольких продуктивных взаимосвязанных водоносных горизонтов общая граница может проводиться по контуру горизонта, охватывающего большую площадь (по наиболее удаленным границам), либо для каждого горизонта отдельно с учетом их пространственной конфигурации. При наличии в разных горизонтах вод различного качества, пригодных для питьевых в одном и технических целей в другом, либо питьевых и минеральных вод, на одной и той же площади могут быть выделены два месторождения подземных вод различного целевого назначения.

Все потенциально перспективные для формирования месторождений подземных вод участки недр можно условно разделить на две большие группы:

- оцененные или разведанные участки недр, площадь которых естественно ограничена границами распространения продуктивных горизонтов, зон с повышенной проницаемостью и мощностью водовмещающих пород, кондиционных вод (линзы пресных вод) и другими геолого-гидрогеологическими факторами;

- оцененные или разведанные участки недр в пределах большой площади распространения водоносных горизонтов, которая значительно превышает возможную площадь месторождения.

К первой группе относятся, прежде всего, месторождения в ограниченных структурах,

трещинно-жильных вод, а также МПВ других типов, где на фоне широкого площадного распространения продуктивных водоносных горизонтов, как правило, трещинно-пластового или трещинно-карстового типа выделяются локальные зоны повышенной водопроницаемости.

Ко второй группе относятся, прежде всего, месторождения артезианских бассейнов платформ и межгорных впадин и других типов с широким площадным распространением продуктивных водоносных горизонтов, причем часто выбор местоположения участка водозабора определяется не геолого-гидрогеологическими, а технико-экономическими и социально-экологическими факторами. Как правило, учитывается сочетание этих факторов.

Для выделения границ месторождений первой группы участков недр, определяющими являются геолого-гидрогеологические и природно-географические факторы; для второй – технико-экономические, экологические и, в отдельных случаях, природно-географические. Однако, в обеих группах, при окончательном решении вопроса об обосновании границ месторождения будут иметь границы изученной (оцененной или разведанной) в процессе поисково-разведочных работ площади.

Примеры выделения границ месторождений подземных вод приведены на рис. 2.6-2.11.

#### **Максимальный возможный водоотбор в пределах месторождения**

Одним из наиболее острых и принципиальных вопросов, непосредственным образом связанным с установлением границ месторождений, является вопрос об оценке величины максимально возможного водоотбора в его пределах.

Последний часто определяется как сумма запасов категорий  $A+B+C_1$ , оцененных на предоставленных в пользование участках недр, и запасов категории  $C_2$ , отнесенных ко всей площади МПВ. Предполагалось, что наличие запасов категории  $C_2$  облегчит выделение в пределах месторождений новых участков и решение вопроса о возможности отбора воды на них в требуемом количестве.

Наибольшее распространение данный принцип получил в Московской области, которая была разделена на 39 МПВ (раздел 2.2.3), для большей части которых решениями ГКЗ была утверждена максимальная величина запасов. Однако у такого решения, помимо положительных, имеется и ряд отрицательных последствий:

1) О том, что запасы категории  $C_2$  в принятой постановке не соответствуют понятию "запасы" и должны быть отнесены к прогнозным ресурсам категории  $P_1$ , уже было сказано.

2) Максимальный отбор в пределах крупных территорий может быть определен только ориентировочно, поскольку зависит от схем водозаборных сооружений и их расположения в пределах МПВ. Поэтому поставленная задача определить границы территории с некоей величиной запасов, в пределах которой дополнительный отбор не возможен, практически не имеет решения.

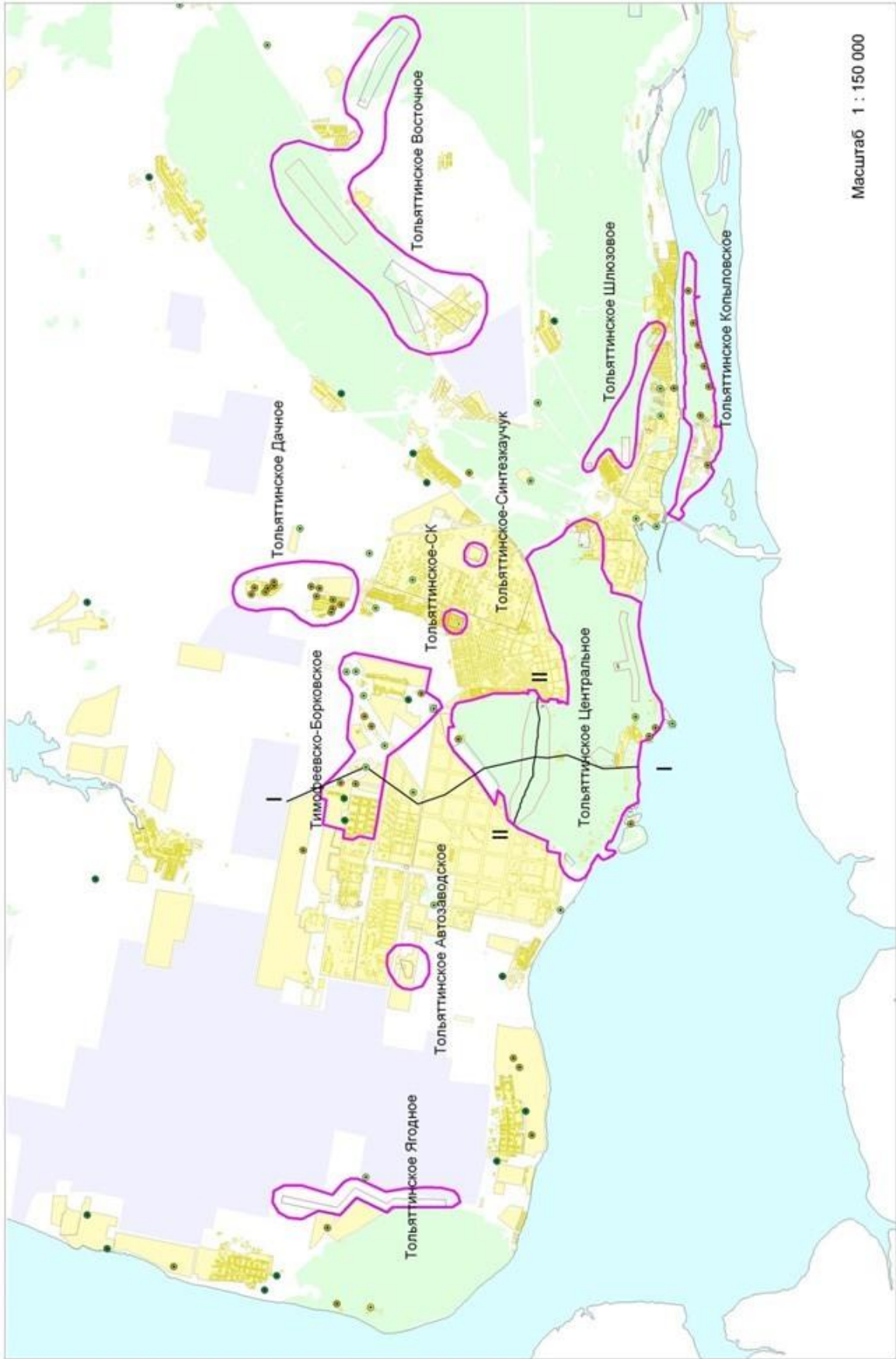
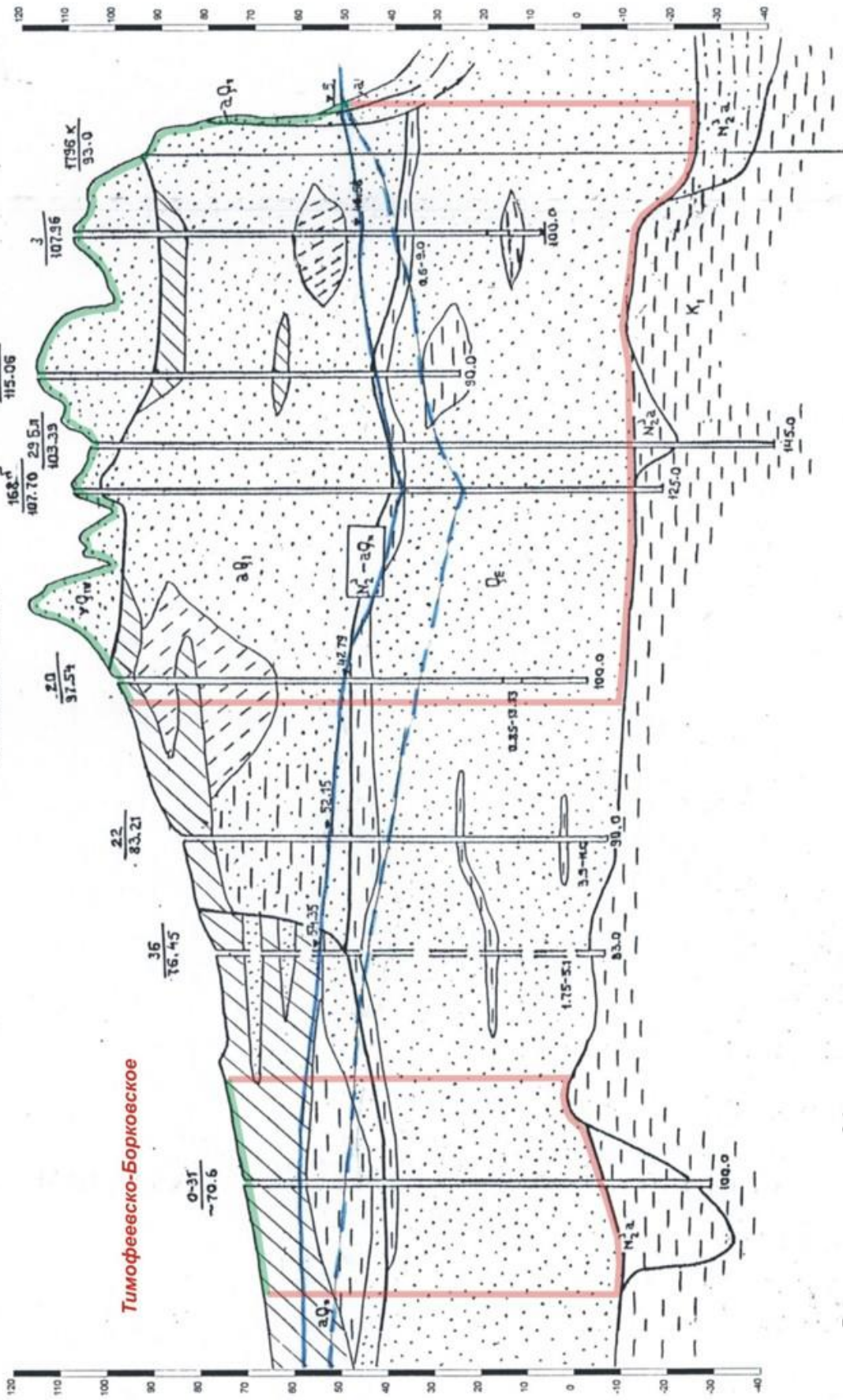


Рис. 2.6. Границы месторождений подземных вод Тольяттинской группы (план)



**Тольяттинское Центральное**

Масштабы: горизонтальный 1 : 50 000  
вертикальный 1 : 1 000



**Тимофеевско-Борковское**

Рис. 2.7. Границы месторождений подземных вод Тольяттинской группы (разрез)

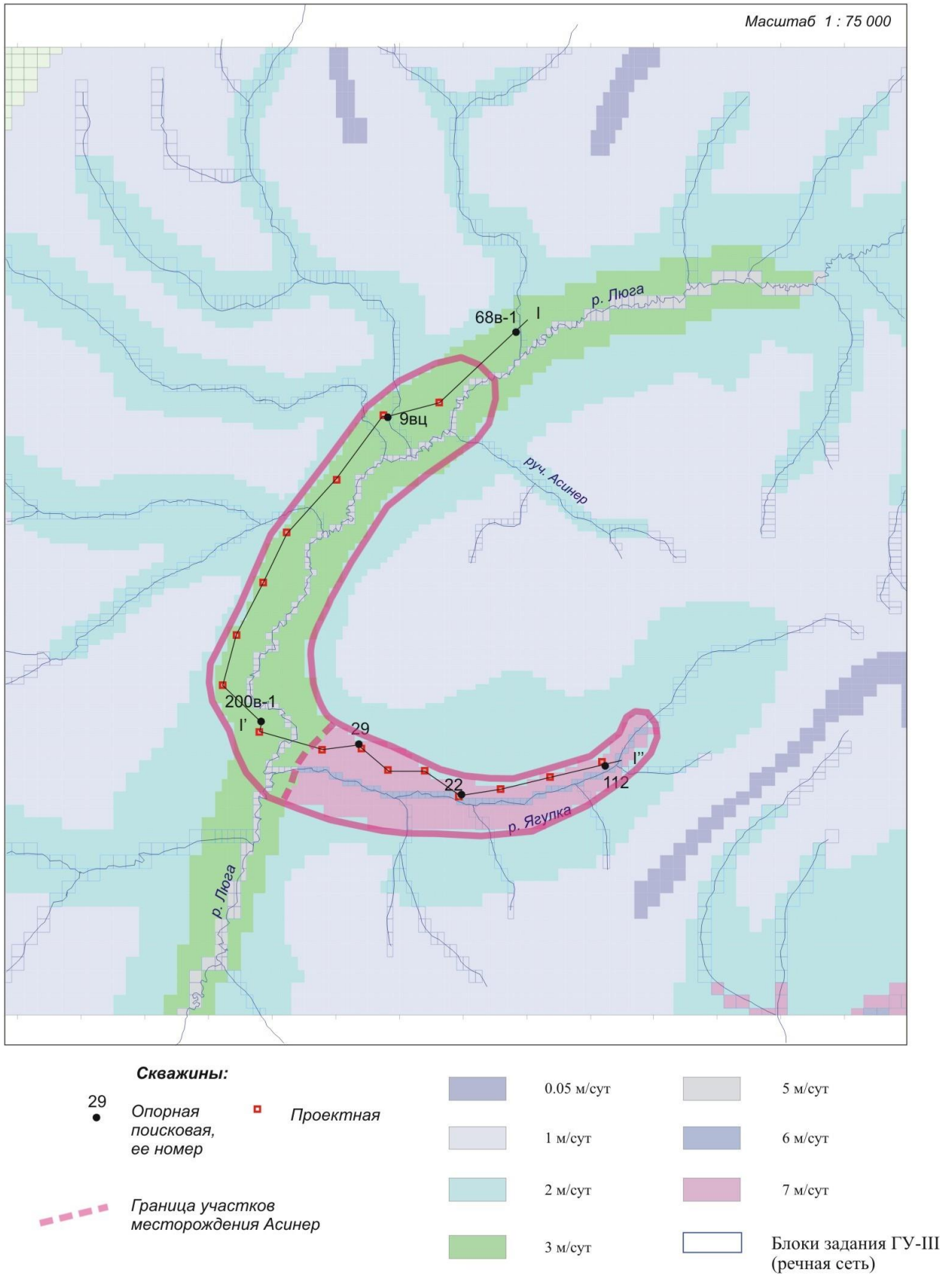


Рис. 2.8. Границы месторождения подземных вод Асинер (план)

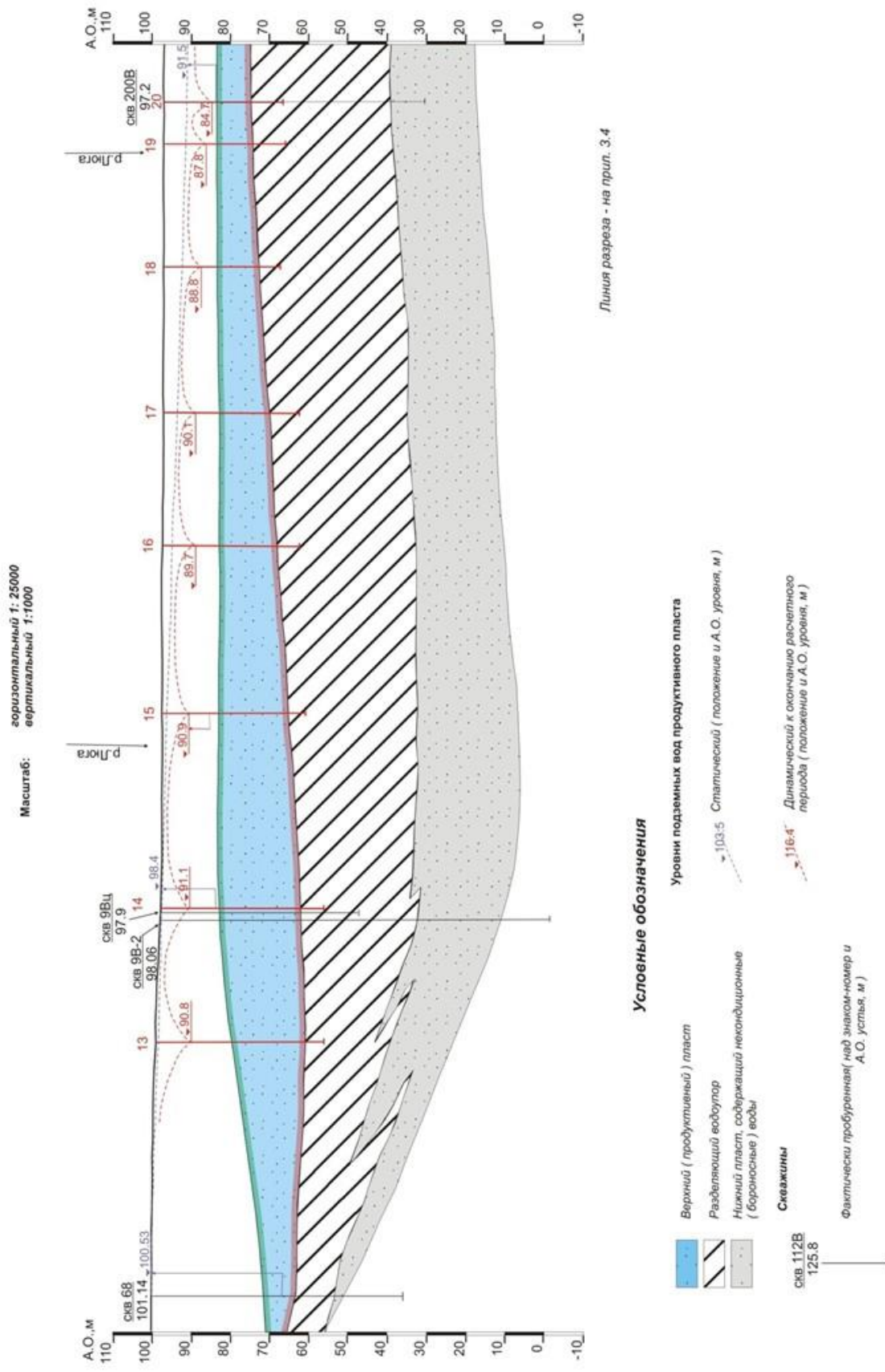


Рис. 2.9 Границы месторождения подземных вод Асинер (разрез)



Рис. 2.10. Границы Архызского месторождения подземных вод (план)

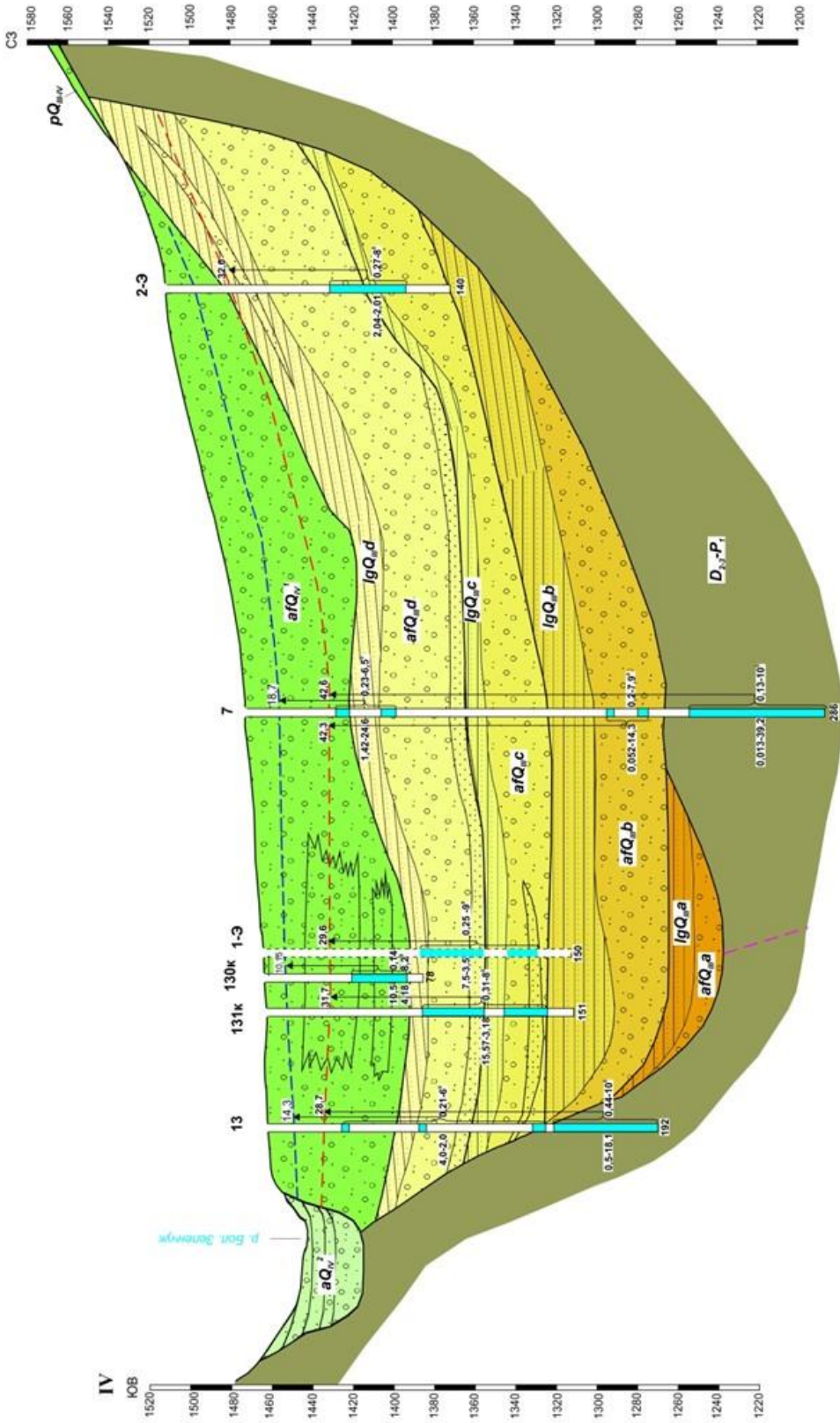


Рис. 2.1.1. Границы Архызского месторождения подземных вод (разрез)

3) Зафиксированный максимальный отбор по горизонтам в пределах МПВ, для некоторых из них, уже сейчас препятствует выделению новых участков вследствие исчерпания запасов категории  $C_2$ , несмотря на то, что расчеты показывают возможность дополнительного отбора на новых перспективных участках.

Сложившаяся практика утверждения запасов на таких участках за счет уменьшения запасов категории  $C_2$  других горизонтов не представляется оптимальным решением.

Вышесказанное позволяет утверждать, что порядок должен быть принципиально иным. Запасы могут быть оценены только применительно к схеме водоотбора. Поэтому запасы считаются на участках недр, а участки с запасами образуют месторождения. Это может быть как один участок, так и их объединение (группа).

Таким образом, максимальные запасы МПВ изначально – до оценки запасов на всех его участках - неизвестны.

Речь может идти только о прогнозных ресурсах. При возникновении задачи оценить запасы на новом участке – оценивается возможность отбора в данном месте и в требуемом количестве. В том случае, когда участок включается в ранее выделенное месторождение, его (МПВ) суммарные запасы увеличиваются.

### **Выводы**

1. Обоснование границ месторождений и их участков, необходимое для обеспечения недропользования, является обязательным элементом оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

2. Условность границ месторождений, которая свойственна всем видам полезных ископаемых, в наибольшей степени проявляется для подземных вод вследствие их подвижности и ряда других особенностей.

3. Подходы к обоснованию границ должны базироваться на определении понятия "месторождение подземных вод", которое не является тождественным таким понятиям, как "лицензионный участок" или "площадь водосбора".

4. Факторы, определяющие положение границ, можно разделить на две группы: природно-геологические (геологические, гидрогеологические, гидрологические) и антропогенные (технично-экономические, социально-экологические, разведочные). В условиях большой площади распространения водоносных горизонтов границы следует определять с использованием результатов гидродинамических расчетов.

### **2.2.3. Оценка запасов подземных вод на участках одиночных водозаборов**

Проблема оценки запасов подземных вод на участках недр, эксплуатируемых "одиночными" водозаборами насчитывает не одно десятилетие. Издавна к ним относили

водозаборы, расположенные в пределах одного водозаборного узла с относительно небольшим водоотбором. При этом определение понятие "одиночный (малый) водозабор" впервые было предложено в 2002 г. [52].

В настоящей работе это определение формулируется в следующей, несколько уточненной редакции: одиночный (малый) водозабор, или одиночный водозаборный узел (ОВЗУ) – водозабор, состоящий из одной или нескольких скважин, влияние суммарного водоотбора из которых локализуется в ближайшей окрестности водозабора и не приводит к значимым изменениям гидродинамического и гидрохимического режима подземных вод на окружающей территории [38].

Данное определение нуждается в некоторой конкретизации понятия "ближайшая окрестность водозабора", которая будет приведена далее. При этом представляется, что для более однозначной трактовки целесообразно использовать термин ОВЗУ.

### **Правовое регулирование оценки запасов**

До принятия Государственной Думой РФ в 1992 г. ФЗ "О недрах" эксплуатационные запасы подземных вод по таким участкам недр не оценивались. Проектирование и строительство одиночных ВЗУ осуществлялось по "Разрешениям на специальное водопользование", выдаваемым на основании гидрогеологических заключений на проектирование.

В таких заключениях в весьма краткой форме характеризовались предполагаемый разрез, глубина, конструкция и дебит проектной скважины. Расчетным путем определялось понижение уровня. Давалась характеристика качества воды и других необходимых данных, необходимых для проектирования. При использовании нескольких водоносных горизонтов на площадке одного ВЗУ приводились указанные характеристики по каждому из них. Заключение составлялось по фондовым материалам по территории проектируемого ВЗУ.

Необходимо отметить, что в 70-90-х годах XX века из одиночных водозаборов, запасы подземных вод по которым не утверждались и не состояли на государственном учете, отбиралось около 50% всего водоотбора.

Проблема получила развитие в результате выхода закона "О недрах", согласно которому предоставление недр в пользование оформляется специальным разрешением в виде лицензии (ст.11), а добыча полезных ископаемых разрешается только после проведения государственной экспертизы их запасов (ст.29).

В связи с этим владельцы водозаборов столкнулись с необходимостью получения лицензии и проведения работ по оценке запасов подземных вод. В дальнейшем эти требования дополнялись по мере выхода подзаконных актов, регламентирующих различные административные процедуры, прописанные в законе "О недрах", такие как регистрация работ,

проектирование геологического изучения и эксплуатации и др.

При этом, состав и порядок проведения процедур, сопровождающих геологоразведочные работы, а также требования к отчетным материалам для одиночных (малых) водозаборов не выделены и ничем не отличаются от требований к подсчету запасов на участках недр, эксплуатируемых или предназначенных для эксплуатации крупными групповыми водозаборами, в отличие от выдаваемых ранее заключений и разрешений на специальное водопользование.

Соответственно, в законодательстве понятие "одиночный водозабор" не используется. Единственным исключением является Постановление Правительства РФ от 11.02.2005 г. № 69 "О государственной экспертизе запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, размере и порядке взимания платы за ее проведение".

Данное постановление устанавливает размер платы за проведение государственной экспертизы в зависимости от категории месторождений по величине (объемам) запасов. В нем фигурирует "месторождение подземных вод, эксплуатируемое одиночными скважинами для питьевого и технического водоснабжения". Подчеркнем использование термина "одиночная скважина", а не "одиночный водозабор".

К проблемам недропользователей добавим также повышение нагрузки на органы геологической экспертизы, а также сложности ведения учета запасов. Недопустима ситуация, когда в одном ряду стоят крупные месторождения с запасами, составляющими десятки тысяч м<sup>3</sup>/сут, и участки одиночных водозаборов с расходом несколько единиц м<sup>3</sup>/сут.

Закон "О недрах" изначально делал одно исключение из требования о необходимости оценки запасов. Согласно ст.19, собственники, землепользователи и арендаторы земельных участков имеют право в их границах осуществлять ... устройство и эксплуатацию бытовых колодцев и скважин на *первый* водоносный горизонт, не являющийся источником *централизованного* водоснабжения, в порядке, устанавливаемом соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Применение данной формулировки осложняется тем, что присутствующий в ней порядок так и не был установлен. Очевидно, что вопрос об отнесении горизонта к первому от поверхности и к используемому для нецентрализованного водоснабжения, не всегда имеет однозначное решение.

К статье 19 предлагались многочисленные поправки с целью упрощения порядка предоставления права пользования недрами для добычи подземных вод. В 2011 г. в статью 19.1 было добавлено следующее положение: "Пользователи недр в границах предоставленных им горных отводов и (или) геологических отводов имеют право на основании утвержденного



технического проекта для собственных производственных и технологических нужд осуществлять добычу подземных вод в порядке, установленном федеральным органом управления государственным фондом недр".

Указанный порядок также не установлен. Заметим, что оценка запасов необходима и в данном случае, поскольку требования к проектной документации на разработку месторождений подземных вод включают наличие их запасов.

Таким образом, в настоящее время добыча подземных вод без оформления лицензии возможна только в случаях, предусмотренных статьями 19 и 19.1 закона "О недрах", а без оценки запасов – статьей 19.

В 2012 г. в Государственную Думу был внесен проект №113176-6 изменений в ст. 19 Закона "О недрах" (принят в первом чтении), предусматривающий возможность - без получения каких-либо разрешений - "добычи подземных вод из водоносных горизонтов, не являющихся источниками централизованного водоснабжения, для своих нужд". Другими словами, предлагается распространить действующую норму на все водоносные горизонты, что является расширением оснований для безлицензионного пользования недрами, ограничив ее действие термином "для своих нужд".

По мнению Кировской областной Думы, активно участвующей в законодательном процессе, "этот проект направлен на разрешение бесконтрольного бурения и использования скважин", а также "на упрощение и поощрение нелегального подземного водопользования производственной и коттеджной застройки" [192].

С этой позицией, безусловно, можно согласиться, поскольку последние 15-20 лет остро стоит вопрос бесконтрольного бурения скважин на воду в пределах территорий небольших предприятий, коттеджной застройки, на садовых участках и т.п.

Предлагаемая поправка позволяет юридическим лицам существенно расширить безлицензионный водоотбор, что приведет к потере контроля за недропользованием в части добычи подземных вод и за возможным их загрязнением через некачественные скважины.

Добавим, что в Госдуму был внесен законопроект, предлагающий определение понятия "для собственных нужд". "Собственными нуждами признаются потребности собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков - субъектов предпринимательской деятельности или физических лиц, направленные, соответственно, на обеспечение их хозяйственной деятельности или на личное использование, без права реализации и передачи иным лицам". Данная поправка была отклонена.

Заметим, что в ст.19 закона "О недрах" подземные воды первого от поверхности горизонта, неиспользуемого для централизованного водоснабжения, фактически приравниваются к общераспространенным полезным ископаемым (например,

стройматериалам).

Дискуссия о целесообразности отнесения подземных вод к общераспространенным полезным ископаемым насчитывает не один год. Тем не менее, законодатель уже около 20 лет воздерживается от этого шага, что, безусловно, оправданно и поддерживается профессиональной общественностью.

Подвижность воды обуславливает возможность распространения влияния ее добычи на десятки километров, затрагивая территории сразу нескольких субъектов Федерации и даже стран. Поэтому проблема изучения и добычи подземных вод является трансграничной, имеет межгосударственное значение и должна регулироваться Федеральным законодательством. Подзаконные акты, регулирующие изучение, добычу и охрану подземных вод должны иметь не ведомственное, а общее значение и согласовываться с Минюстом России.

На наш взгляд, геологическое изучение и добыча подземных вод должны проводиться только в рамках выданных лицензий на недропользование. Исключение может предоставляться только для физических лиц для добычи подземных вод на собственных земельных участках для собственных нужд. Если установить минимальную фиксированную величину предельного водоотбора для этих целей, можно распространить эту норму не только на отбор воды из первого горизонта, но и на остальные.

Согласно новой редакции ст. 19, действующей с 2015 г., собственники земельных участков и приравненные к ним лица имеют право осуществлять использование для собственных нужд подземных вод, объем извлечения которых должен составлять не более 100 м<sup>3</sup>/сут, из водоносных горизонтов, не являющихся источниками централизованного водоснабжения и расположенных над водоносными горизонтами, являющимися источниками централизованного водоснабжения в порядке, установленном законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации. Под использованием для собственных нужд понимается использование для личных, бытовых и иных не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности нужд.

Приведенная формулировка содержит уже не два, как ранее, а четыре условия и в целом представляется приемлемой. При этом считаем необходимым установить обязательное информирование органов управления фондом недр о наличии указанных выше водозаборов.

### **Упрощенный порядок оценки запасов на участках ОВЗУ**

Итак, все недропользователи (а количество действующих водозаборов в РФ исчисляется десятками тысяч) должны провести работы по оценке запасов, а полученные результаты – пройти государственную экспертизу.

Данная проблема была многократно озвучена с трибун самого различного уровня.

Вопросы использования подземных вод, в т.ч. упрощения процедуры получения права пользования участками недр для одиночных водозаборов (не используя данный термин) неоднократно рассматривались законодательными органами.

Помимо различных законопроектов, отметим события последних лет. В 2012 г. в Государственной Думе состоялись парламентские слушания по лицензированию пользования недрами и по использованию водных ресурсов [191, 192]. В 2013 г. в Комитете Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию состоялся Круглый стол "О правовых проблемах учёта и использования подземных вод".

Например, по мнению Кировской областной Думы "...сложная и дорогостоящая для поселковых муниципалитетов и водоснабжающих сельское население организаций процедура реализации права пользования недрами приводит к массовому вынужденному безлицензионному недропользованию", "нужно добиться легализации работы как можно большего числа скважин при как можно меньших затратах на эту процедуру для пользователей". Эта позиция, безусловно, поддерживается автором.

Таким образом, из всего изложенного можно сделать вывод о том, что необходима упрощенная процедура оценки запасов подземных вод и получения разрешения на их добычу для одиночных водозаборов с ограниченной величиной водоотбора.

Первая попытка упрощения оценки запасов по участкам недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами, была предпринята в 2002 г., когда ЗАО "ГИДЭК" по контракту с МПР России были подготовлены соответствующие методические рекомендации [52].

Под "одиночным водозабором", согласно предложенному определению, понимались одиночная скважина или малый групповой водозабор, состоящий из нескольких (2-3) скважин, влияние эксплуатации которых локализуется в ближайшей окрестности водозабора и не приводит к заметному изменению гидродинамического и гидрохимического режима подземных вод на окружающей территории.

Для таких участков был предложен термин "Автономный эксплуатационный участок", впоследствии замененный на "участок недр вне месторождения подземных вод" - участок недр, расположенный вне контуров месторождений, эксплуатируемый или предназначенный для эксплуатации одиночным водозабором, местоположение которого определяется исключительно положением и потребностью недропользователя.

Предложенный упрощенный порядок оценки ЭЗПВ и проведения их экспертизы не был согласован органами управления и на практике не применялся, что мотивировалось чиновниками МПР РФ и Роснедра отсутствием соответствующей нормы в законе "О недрах", в котором понятие "одиночный водозабор" отсутствует.

В связи с тем, что соблюдение всех предусмотренных законодательством требований

влечет существенную финансовую нагрузку и сопровождается значительными организационными трудностями, лишь ограниченное количество недропользователей выполняло работы по оценке запасов.

Ситуация кардинально изменилась после 2009 г., в связи с выходом новой редакции Кодекса об административных правонарушениях, в которой были значительно увеличены размеры административного штрафа за нарушения при пользовании недрами.

При этом органы контроля резко увеличили активность по проверке соблюдения законности при недропользовании. В результате, например, в Центральном ФО количество работ по геологическому изучению недр, включаемых в государственный реестр, выросло с нескольких десятков до 300 в 2010 г. и более 900 – в 2014 г. Для справки – количество действующих лицензий превышает 10 тысяч.

В 2010 г. приказом МПР РФ от 31.12.2010 г. №569 были утверждены "Требования к составу и правилам оформления, представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод" [317]. Эти требования совершенно идентичны как для участков недр с запасами в сотни тысяч м<sup>3</sup>/сут, так и для участков с запасами в первые десятки м<sup>3</sup>/сут и даже менее 10 м<sup>3</sup>/сут. В связи с этим рассмотрим возможные критерии азделения участков.

### **Критерии дифференциации участков недр**

На основании вышеизложенного, по масштабу и условиям водоотбора можно выделить три группы участков, различающиеся порядком получения права добычи питьевых и технических подземных вод:

1. Участки, пользование которыми не требует оценки запасов (закон "О недрах", ст.19 и ст. 19.1).
2. Участки одиночных (малых) водозаборов. Для данной группы требуется введение упрощенного порядка оценки запасов и доступа к недрам.
3. Участки групповых (крупных) водозаборов.

В разные годы предлагались (и использовались) различные критерии, согласно которым дифференцировались требования к проведению работ, отчетности недропользователей и др.

#### 1. Объем капиталовложений, требуемый для строительства водозабора

Согласно первой (1951 г.) Инструкции по применению классификации эксплуатационных [132] запасов подземных вод, утверждение запасов производится в тех случаях, когда объем проектируемых капиталовложений на устройство водозаборов превышает 500 тыс. рублей, а для объектов железнодорожного транспорта - 1 млн. рублей (в ценах после 1961 г.). В стоимость капиталовложений включалась стоимость буровых скважин, насосных агрегатов и насосных станций, водоводов, установок по улучшению качества воды, а также

гидрогеологических исследований и проектирования.

Эта норма действовала до 1996 г. Данный критерий, хотя и содержался в нормативных документах СССР, но практически не использовался.

Для остальных водозаборов (тех, для которых не надо утверждать запасы) – требовалось получение разрешения на специальное водопользование, выдаваемого водохозяйственными органами. Поэтому большинство одиночных водозаборов, построенных до 1992 г., эксплуатировались на основании такого разрешения.

Более того, применение этой нормы в современных экономических условиях нереально. Как отмечается в официальном отзыве Правительства РФ на проект федерального закона, касающегося оценки подземных вод одиночными водозаборами, "в условиях рыночной экономики использование фиксированного ценового порога невозможно как в виду свободного ценообразования, так и по причине возникших новых видов деятельности, связанных с использованием минерального сырья, в том числе и подземных вод".

### 2. Количество эксплуатационных скважин

Как указывалось выше, данный критерий ("одиночная скважина") используется при определении размера платы за проведение государственной экспертизы запасов.

Поскольку количество скважин на водозаборе не является величиной постоянной (имеет место ликвидация, бурение новых, ремонт, перевод в резерв), при представлении материалов на геологическую экспертизу отнесение к одиночной скважине определяется на основании расчетной схемы водозабора, принятой при оценке запасов.

Однако данный критерий априори ставит недропользователей в неравные условия. Величина платы за экспертизу ставится в зависимость от схемы водозаборного сооружения. Имея одну скважину на участке, можно заплатив 10 тыс. рублей за экспертизу, отбирать неограниченное количество воды (сколько позволят гидрогеологические условия и оборудование), а если скважин 2-3 – то оплата увеличивается до 40 тыс. рублей, даже при отборе в несколько м<sup>3</sup>/сут. Поэтому количество скважин не должно быть критерием.

Та же ситуация возникает при оценке запасов – упрощенный порядок или общий, не должно зависеть только от количества скважин.

3. Локализация влияния в ближайшей окрестности водозабора без заметного изменения гидродинамического и гидрохимического режима за ее пределами. Этот критерий, безусловно, приемлем, но требует конкретизации, поскольку в данной формулировке он достаточно расплывчат, т.к. возникает вопрос об оценке взаимовлияния с другими водозаборами.

Заметим, что в настоящее время каждая норма правового и технического регулирования проверяется на наличие коррупционной составляющей. В связи с этим должен использоваться критерий, минимизирующий неоднозначность толкования и четко определяющий границу

между выделенными типами объектов.

#### 4. Величина расхода водозаборного сооружения (запасов подземных вод)

Согласно СНиП 11-02-96 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" [311] геологоразведочные работы с подсчетом и утверждением эксплуатационных запасов подземных вод должны выполняться, как правило, при значительной потребности (более 1000 м<sup>3</sup>/сут) и в сложных гидрогеологических условиях. Как показано ранее, данное положение противоречит закону "О недрах".

Согласно "Статистическому инструментарию для организации Росводресурсами федерального статистического наблюдения об использовании воды" (2009 г.), сведения об использовании воды по форме 2-ТП (Водхоз) предоставляют все юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие забор (изъятие) из водных объектов 50 м<sup>3</sup>/сут и более (кроме сельскохозяйственных объектов).

Чтобы определить величину отбора, которую целесообразно принять в качестве критерия, обратимся к статистическим данным. По материалам ОАО "Геоцентр-Москва", в ЦФО из общего количества 22.6 тысяч водозаборов 24% имеют водоотбор менее 10 м<sup>3</sup>/сут, 55% - менее 50 м<sup>3</sup>/сут, 70% - менее 100 м<sup>3</sup>/сут. При этом на водозаборах с дебитом менее 100 м<sup>3</sup>/сут отбирается около 6% от общего водоотбора.

Рассмотрим вопрос – возможен ли единый критерий для всей территории России с самыми разнообразными условиями и различной геолого-гидрогеологической изученностью.

Например, если установить критерий 300 или 500 м<sup>3</sup>/сут, то для территории Центрального региона или Краснодарского края соответствующее заключение может быть легко подготовлено по имеющимся фондовым и архивным материалам. А для слабоизученных районов Крайнего Севера, Восточной Сибири, Северо-Востока во многих случаях, даже для обоснования водозаборов с производительностью 50-100 м<sup>3</sup>/сут, требуется серьезный комплекс поисково-оценочных работ.

Такие задачи возникают в настоящее время при решении задач водоснабжения НПС и других объектов на месторождениях углеводородного сырья, трассах нефтепроводов и газопроводов в области развития многолетнемерзлых пород или преобладания соленых вод.

При этом не исключена опасность, что потребность в воде будет "искусственно" приниматься несколько ниже принятого критерия (при критерии 300 м<sup>3</sup>/сут – потребность 299 м<sup>3</sup>/сут). Следовательно, наиболее приемлемым представляется конкретизированный вариант 3.

Согласно определению, основной признак одиночного водозабора – локализация значимого влияния эксплуатации в его ближайшей окрестности.

Исходя из плотности размещения ОВЗУ в регионах, характеризующихся интенсивным отбором подземных вод, размер (радиус) зоны значимого влияния ограничим величиной 1-1.5

км. Сравним ее с площадью, необходимой для обеспечения планируемого водоотбора. Радиус зоны формирования запасов  $R_{\phi}$  (км) определяется по формуле [32]:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{Q_{\phi}}{\pi M_{np}}}$$

где  $Q_{\phi}$  – проектируемый дебит ОВЗУ, л/с;

$M_{np}$  – модуль ресурсного потенциала подземных вод, л/с·км<sup>2</sup>.

При характерном значении модуля 0.5-1 л/с·км<sup>2</sup> радиусу 1-1.5 км соответствует водоотбор около 3.5 л/с (300 м<sup>3</sup>/сут). Соответственно, представляется целесообразным установить, что дебит оцениваемого одиночного ВЗУ не может превышать 300 м<sup>3</sup>/сут.

Модули ресурсного потенциала для таких оценок могут приниматься по картам модулей прогнозных ресурсов масштаба 1:500 000 и мельче, составленным по территориям субъектов РФ при выполнении работ по оценке обеспеченности потребностей населения в воде питьевого качества [351], либо по карте ресурсного потенциала пресных подземных вод России масштаба 1:5 000 000 (см. главу 4).

С 01.01.2015 г. вступили в действие изменения в закон "О недрах", призванные решить проблемы отношений недропользования для участков недр, эксплуатируемых небольшими (одиночными) водозаборами. Основным нововведением является отнесение к участкам недр местного значения "участков недр, содержащих подземные воды, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 500 м<sup>3</sup>/сут" (ст. 2.3).

Тем самым к полномочиям органов государственной власти субъектов РФ в сфере регулирования отношений недропользования для таких участков отнесены (ст. 4):

- установление порядка пользования участками недр;
- предоставление права пользования участками недр;
- согласование проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием ими;
- организация и осуществление регионального государственного надзора;
- проведение государственной экспертизы запасов.

Другое изменение касается запасов подземных вод на участках недр местного значения, предоставляемых для добычи подземных вод при его объеме более 100 м<sup>3</sup>/сут. В соответствии со ст.23.2 и ст.29 на такие участки не распространяются требования о предоставлении недр в пользование для добычи полезных ископаемых только после проведения государственной экспертизы их запасов и об осуществлении пользования недрами в соответствии с утвержденными техническими проектами. При этом собственно понятие "запасы"

применительно к таким участкам из закона не исключено.

Таким образом, участки недр разделены на 4 группы:

- с объемом добычи до 100 м<sup>3</sup>/сут для собственных нужд;
- с объемом добычи до 100 м<sup>3</sup>/сут;
- с объемом добычи от 100 до 500 м<sup>3</sup>/сут;
- с объемом добычи более 500 м<sup>3</sup>/сут.

Принятое решение о передаче на местный уровень подавляющего большинства участков нельзя признать обоснованным. Помимо этого, изменения введены скоропалительно, без какого-либо подкрепления подзаконными актами, что только усугубляет негативную ситуацию.

### **О понятиях "месторождение" и "водопроявление"**

Проблема статуса и оценки запасов на участках одиночных водозаборов вновь ставит на повестку дня вопрос о понятии "месторождение". Среди специалистов-гидрогеологов существуют самые различные точки зрения по данному вопросу, среди которых можно выделить две крайние:

- каждый участок недр с оцененными запасами, в том числе и участок одиночного водозабора, должен квалифицироваться как месторождение.

- каждый участок одиночного водозабора имеет статус участка месторождения, а в месторождение объединяются огромные площади, в пределах которых расположено множество групповых и одиночных водозаборов.

Первый подход нашел отражение во "Временном регламенте работ по оценке современного состояния месторождений подземных вод, находящихся в нераспределенном фонде недр" (2009 г.), согласно которому границы МПВ следует проводить в 50 м от крайних скважин в схеме расчетного водозабора, что для недостаточно защищенных вод совпадает с границами 1-го пояса ЗСО. Он реализуется в настоящее время в большинстве субъектов РФ.

Второй применяется в Московском регионе, территория которого разделена на 39 МПВ. Фактически это гидрогеологическое районирование, упрощающее процедуру учета, а не выделение (оконтуривание) месторождений. На практике это привело к абсурдной ситуации выделения месторождений внутри других месторождений. Например, на одной и той же площади Московского МПВ (одного из 39 указанных выше) выделено еще 30 месторождений с запасами, утвержденными в 1970 г., и 20 месторождений, эксплуатируемых одиночными водозаборами с запасами, утвержденными после 2000 г.

Оба подхода, несомненно, противоречат определению и геолого-экономическому содержанию термина "месторождение подземных вод", принятому в настоящее время в специальной справочной и методической литературе. В результате их применения количество



зарегистрированных в РФ месторождений и участков месторождений подземных вод увеличилось только с 2009 г. приблизительно в два раза и превысило 12 тысяч. При этом прирост количества МПВ (УМПВ) год от года увеличивается.

В законе "О недрах" широко употребляется термин "участок недр", который, несомненно, может быть использован при подсчете запасов подземных вод и их государственном учете наряду с терминами "месторождение" и "участок месторождения".

В связи с этим целесообразно использовать термин "участок недр, предоставленный в пользование для добычи подземных вод одиночным водозабором" (лицензионный участок).

Такие участки могут как располагаться вне площадей месторождений, так и образовывать месторождения и участки месторождений подземных вод - при их группировке на ограниченной (например, городской) территории и в условиях интенсивного взаимодействия.

Запасы подземных вод по участкам одиночных водозаборов, как предлагалось ранее [47], в системе государственного учета следует учитывать по отдельному реестру.

Наряду с терминами "месторождение полезных ископаемых" и "участок недр" в ФЗ "О недрах" используется термин "проявление полезных ископаемых". Так, ст.30 и 32 предусмотрено ведение "Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых". Относительно подземных вод он никогда не использовался.

В соответствии с требованиями ст.32, независимо от величины водоотбора, предприятия, осуществляющие добычу подземных вод, должны подготавливать статистическую отчетность по форме 4-ЛС (приказ Росстата от 07.07.2011 г. № 308) [269].

Используемое в геологической литературе понятие "рудопоявление" обозначает небольшое скопление минерального вещества, которое не может считаться предметом промышленной разработки в данных экономических условиях. Оно может перейти в категорию месторождений при увеличении запасов в результате дальнейшего геологического изучения, снижении кондиционных требований и совершенствовании технологии переработки руд.

Представляется, безусловно, возможным применение термина "водопоявление" к участкам добычи подземных вод для собственных нужд физических лиц, а возможно и в других случаях, для "одиночных" водозаборов с расходом ниже установленного критерия для таких "участков недр".

Но ФЗ "О недрах", с одной стороны, не предъявляет требования к необходимости оценки запасов "проявлений полезных ископаемых", а с другой - лицензия на добычу полезных ископаемых может быть выдана на участок недр, по которому проведена оценка запасов и их государственная экспертиза. По участкам рудопоявлений запасы не оцениваются. Для "водопоявлений" практически всегда можно по имеющимся материалам оценить прогнозные ресурсы или запасы. В тех случаях, когда этого нельзя сделать без проведения поисковых

работ, нельзя говорить о наличии на данном участке недр не только "месторождения подземных вод", но "водопроявления".

Проблемы упрощенного доступа к недрам актуальны не только для подземных вод, но и для твердых полезных ископаемых. В 2010 г. в Государственную Думу был внесен проект изменений в закон "О недрах", касающихся добычи россыпного золота индивидуальными предпринимателями.

В пояснительной записке к законопроекту отмечалось, что "количество объектов с запасами золота 10 кг и менее, не имеющих никакого промышленного значения, исчисляется тысячами. Отработка таких мелких объектов экономически целесообразна только индивидуальными предпринимателями в условиях упрощенного порядка доступа к недрам и льготного налогообложения".

Предлагалось дополнить перечень видов пользования недрами (ст.6) добычей россыпного золота на участках недр, в количественном и качественном отношении не являющихся объектом промышленной разработки.

Отнесение участков к данному типу предлагалось производить на основании заключения федерального органа управления государственным фондом недр или его территориального органа, согласно которому запасы не превышают 10 килограммов. При этом для таких объектов создается отдельный реестр участков недр.

Из этих предложений вытекает, что запасы или прогнозные ресурсы россыпного золота должны быть на таких участках оценены для их квалификации как участки недр, не имеющие промышленного значения.

### **Выводы**

1. Таким образом, негативные последствия отсутствия в нормативной базе, регламентирующей изучение питьевых и технических подземных вод, требований к оценке запасов по участкам недр, эксплуатируемым ОВЗУ, можно сформулировать следующим образом:

- завышенные требования к содержанию и оформлению материалов с подсчетом запасов подземных вод, составу отчетной информации;
- ревизия общепринятого понятия "месторождение подземных вод", что привело к отнесению к месторождениям многочисленных участков недр, выделяемых только по принципу размещения ОВЗУ без учета особенностей гидрогеологических условий;
- объединение в системе госучета запасов подземных вод одиночных и централизованных групповых водозаборов, что приводит к полной неразберихе в системе учета;
- попытки изменения законодательства, которые вследствие экономической

заинтересованности и недостаточной компетентности участников процесса могут привести к потере контроля над недропользованием в части добычи подземных вод.

2. Учитывая сложившуюся ситуацию, авторы считают необходимым не отказываться от оценки запасов питьевых и технических подземных вод по одиночным ВЗУ, а ввести упрощенные требования к оценке запасов, составу и оформлению отчетных материалов.

3. Для реализации этого предложения необходимо:

- придать легитимность понятию "одиночный водозабор", заменив его понятием "одиночный водозаборный узел", и установить критерий отнесения к ним оцениваемых участков недр.

- в "Требования по содержанию отчетных материалов с подсчетом запасов питьевых и технических подземных вод, представляемых на государственную экспертизу, включить раздел, касающийся одиночных водозаборных узлов, максимально упростив их ("упрощенные требования к содержанию отчетных материалов").

- в системе государственного учета и мониторинга выделить отдельный раздел для ведения реестра оцененных запасов по одиночным ВЗУ.

4. Для конкретизации понятия "одиночный ВЗУ" (одиночный водозабор) дополнить определение, приведенное выше, следующими положениями:

- на настоящем этапе рассмотрения данной проблемы в целом по территории РФ принимается, что дебит оцениваемого одиночного ВЗУ не может превышать  $300 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;

- если исходные данные для оценки размеров зоны влияния ОВЗУ отсутствуют и для подсчета запасов требуется проведение комплекса геологоразведочных работ, то независимо от величины запасов на такие участки упрощенные требования не распространяются.

#### **2.2.4. Использование данных мониторинга при оценке запасов подземных вод**

Одним из основных инструментов гидрогеологических исследований является проведение мониторинга подземных вод. Принципы организации наблюдений и интерпретации данных мониторинга разрабатывались в СССР, как и в других странах, на протяжении нескольких десятилетий. В постсоветский период ввиду бурного развития информационных технологий, в частности баз данных и математического моделирования, появились новые возможности обработки и анализа материалов. В связи с этим – теоретически – должна повыситься и роль мониторинга подземных вод.

Нормативная база мониторинга подземных вод

Проведение мониторинга подземных вод регламентируется многими нормативными документами и базируется на положениях нескольких федеральных законов:

- Закон "О недрах", статья 36.2 "Государственный мониторинг состояния недр";

- Водный Кодекс, статья 30 "Государственный мониторинг водных объектов";
- Закон "Об охране окружающей среды", глава X "Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды)".

Положения об осуществлении государственного мониторинга состояния недр и водных объектов утверждены соответствующими постановлениями Правительства РФ.

В соответствии с Положением об осуществлении государственного мониторинга водных объектов (2007 г.) мониторинг водных объектов представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов [259]. Он является частью государственного мониторинга окружающей среды; включает мониторинг подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр.

Согласно Положению о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр (2001 г.) мониторинг состояния недр или геологической среды (ГМСН) представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и других видов хозяйственной деятельности [242]. ГМСН является составной частью (подсистемой) комплексной системы мониторинга окружающей природной среды [258]. Целью ГМСН является информационное обеспечение управления государственным фондом недр и рационального недропользования.

Мониторинг подземных водных объектов одновременно является подсистемой мониторинга геологической среды и мониторинга водных объектов, входящих в Единую Государственную систему экологического мониторинга.

Подсистема мониторинга подземных вод (подземных водных объектов) предназначена для оценки состояния подземных вод и прогноза изменения этого состояния, в том числе эксплуатируемых месторождений подземных вод; учета запасов подземных вод и их использования; ведения государственного водного кадастра по разделу "подземные воды".

ГМСН осуществляется на федеральном, региональном, территориальном (административно-территориальном) и объектном (локальном) уровнях. Информационной основой осуществления ГМСН являются сведения, полученные при геологическом изучении и использовании недр, и данные по наблюдательным пунктам, объединяемым в государственную опорную, ведомственные, муниципальные и локальные (объектные) наблюдательные сети.

Деление на уровни основывается на территориальном принципе, определяется административным и гидрогеологическим районированием и масштабами техногенного воздействия. Наблюдательные сети разделены по принципу принадлежности и, соответственно, финансирования.

Какие-либо нормативные документы, относящиеся к сфере законодательства о недрах,

или к водному законодательству, регламентирующие проведение мониторинга подземных вод, в настоящее время отсутствуют. Существуют нормативно-технические и методические документы, определяющие эксплуатацию систем питьевого водоснабжения:

1. Свод правил СП 31.13330.2012 "СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29.12.2011 г. N 635/14) [296].

2. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" [286].

3. СанПиН 2.1.4.1110-02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения" [289].

4. МДК 3-02.2001 (Методические документы в жилищно-коммунальном хозяйстве) "Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации" (утв. Приказом Госстроя России от 30.12.99 г. №168) [194].

5. "Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации" (утв. постановлением Правительства РФ от 12.02.1999 г. №167, с изменениями от 08.08.2003 г., 13.02.2006 г., 23.05.2006 г.) [268].

Эти документы предназначены для эксплуатирующих организаций. Поэтому круг рассматриваемых в них вопросов, связанных с изучением подземных вод, очень узок. Они декларируют необходимость наблюдений за водоотбором и уровнем воды, регламентируют требования к качеству воды (причем не подземной, а подаваемой потребителю), организацию ЗСО. СНиП 2.04.02-84 содержит требование, согласно которому в проектах водозаборов должна предусматриваться режимная сеть наблюдательных скважин.

Согласно "Требованиям к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений подземных вод" [318] составной частью проекта водозабора является программа производственного экологического контроля (мониторинга).

В настоящее время все Протоколы ГКЗ содержат рекомендацию недропользователю разработать программу мониторинга. В системе МПР ранее были выпущены два методических документа, оба относятся к участкам водозаборов.

1. "Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод. Методические рекомендации" [52].

2. "Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах" [275].

Относительно же наблюдательных сетей более высокого уровня, нежели локальный (объектный) документы, как нормативные, так и методические, отсутствуют.

### **Постоянно-действующие модели территорий масштабного использования подземных вод**

Применение мониторинга наиболее эффективно в районах интенсивной антропогенной нагрузки и масштабного использования подземных вод. Под такими районами понимаются территории, в пределах которых степень техногенного воздействия на гидрогеологические условия столь велика, что зачастую проявляется значительно сильнее, чем их природные изменения, и играет определяющую роль в формировании ЭЗПВ [112, 346].

Другими особенностями урбанизированных территорий, которые необходимо учитывать при решении гидрогеологических задач, являются:

- размещение объектов на обширных территориях, что обуславливает значительную пространственную неоднородность фильтрационных свойств водовмещающих и разделяющих отложений;

- пространственные и временные изменения условий на границах потока подземных вод (инфильтрационное питание, характеристики взаимосвязи подземных и поверхностных вод);

- наличие большого количества участков недр, разрабатываемых как крупными групповыми, так и одиночными водозаборами, находящимися в гидродинамическом взаимодействии;

- длительные периоды изучения и эксплуатации подземных вод;

- наличие временных интервалов, наиболее обеспеченных информацией (разведочные работы, работы по переоценке запасов и другие гидрогеологические исследования), которым соответствуют переменные граничные условия.

Указанные факторы свидетельствуют о том, что такие районы характеризуются весьма сложными условиями, на гидрогеологические процессы оказывают влияние пространственная неоднородность геофильтрационных параметров, высокая динамичность факторов и процессов, определяющих состояние подземных вод, в том числе антропогенные изменения водохозяйственной обстановки, что приводит к необходимости разработки и использования постоянно-действующих моделей (ПДМ).

ПДМ позволяют проводить оценку и переоценку эксплуатационных запасов подземных вод, разработку и корректировку систем эксплуатации, обоснование стратегии использования недр и планирование геологоразведочных работ; являются инструментом лицензирования пользования недрами.

В настоящее время ПДМ рассматриваются как составная часть так называемых интегрированных информационных аналитических систем. Эволюция понятия "постоянно-действующие модели" и их место в проведении гидрогеологических исследований рассмотрены в главе 3.

### **Использование данных мониторинга при разработке и калибровке моделей**

Как известно, основными исходными данными при разработке природных гидрогеологических и математических моделей являются:

- результаты геологоразведочных работ (на перспективных участках);
- материалы опыта эксплуатации (на участках действующих водозаборов);
- данные мониторинга подземных вод.

При проведении разведочных работ данные мониторинга являются вспомогательными, а при проведении работ на эксплуатируемых участках они должны содержать основной объем информации, необходимой для оценки запасов. В последнем случае речь идет о локальном (объектном) уровне мониторинга. При наличии на территории большого количества взаимодействующих водозаборов, принадлежащих различным недропользователям, необходимо также использование данных государственной и ведомственных наблюдательных сетей.

Поэтому нет необходимости разделять данные по уровням мониторинга или по видам наблюдательных сетей. Должны быть задействованы все доступные материалы. При этом решаемая задача определяет размер территории и масштаб (объем) работ. Состав показателей, расположение наблюдательных пунктов и периодичность замеров должны быть достаточны для отражения и объяснения изучаемых процессов.

При разработке природной гидрогеологической модели, помимо материалов о геологическом строении района работ, необходим анализ состояния и динамики уровней подземных вод в продуктивных и смежных с ними водоносных горизонтах, что позволит определить основные факторы формирования запасов, структуру потока, размеры депрессионных воронок и т.д.

Процесс калибровки разрабатываемых математических моделей в районах эксплуатации подземных вод базируется на результатах решения эпигнозных (обратных) задач. Достоверность значений геофильтрационных параметров непосредственным образом зависит от наличия и достоверности сведений о фактическом водоотборе (данным объектного уровня мониторинга) и уровнях подземных вод.

В настоящее время в сфере мониторинга подземных вод складывается ситуация, в результате которой, на наш взгляд, калибровка моделей крупных территорий в стационарной постановке по текущим данным в интенсивно эксплуатируемых районах, вообще потеряла смысл. Причиной этого является отсутствие требуемых данных как по уровням подземных вод, так и по водоотбору.

При создании моделей водоотбор, как правило, задается по данным статистической отчетности недропользователей и обычно не соответствует действительности, вследствие

сознательного занижения, отсутствия приборов учета и других причин.

Данный вопрос был детально проработан при создании региональной модели центральной части Московского артезианского бассейна (2002 г.). Как известно, ее калибровка была выполнена на основе данных середины 1980-х годов, что объяснялось максимальным за весь период эксплуатации отбором подземных вод, наибольшей степенью достоверности информации о его величине, а также наличием достаточно большого объема информации о положении уровня подземных вод в наблюдательных скважинах ОГНС.

По официальным сведениям, отбор подземных вод в Московском регионе был максимальным во второй половине 1980-х годов и составлял 4.2 млн. м<sup>3</sup>/сут. В 2001 г. он уменьшился до 3.1 млн. м<sup>3</sup>/сут, по многим крупным водозаборам учтенный водоотбор сократился в 1.5-2 раза.

При этом, по данным наблюдений, уровни подземных вод 1980-х годов были близки к их современным значениям, превышая их лишь на некоторых участках.

Этот факт вместе с фактически выявленными случаями занижения водопользователями современного водоотбора привел к заключению о широкомасштабном искажении его действительных величин (обусловленном экономическими причинами). Кроме того, в процессе моделирования были установлены вероятные неучтенные водопользователи.

В результате выполненных в инверсной постановке расчетов величина "восстановленного" на модели водоотбора 2001 г. составила практически те же самые 4.0 млн. м<sup>3</sup>/сут.

Таким образом, важным результатом регионального моделирования современных гидрогеологических условий Московской области (2002 г.) является вывод о недостоверности отчетных данных недропользователей о водоотборе - было установлено превышение фактического отбора над отчетным в целом по области на 30%, а на отдельных территориях в 1.5 раза и более.

Из этого следует вывод о невозможности решения обратной задачи по имеющимся актуальным (на тот период) данным. В настоящее время улучшения ситуации не происходит.

Катастрофическое состояние государственной наблюдательной сети хорошо известно. Общее количество скважин, входивших в то или иное время в состав сети в Московском регионе (которая начала развиваться в конце 1930-х годов), составляет около двух тысяч, в т.ч. около 900 – в г.Москве. По данным ОАО "Геоцентр-Москва", к 2010 г. за предшествующие 10-15 лет наблюдательная сеть сократилась более чем на 50%.

В 2010 г. наблюдения проводились по 220 скважинам (на продуктивные горизонты карбона – 135), в 2014 г. – менее 100.

Добавим, что и полученные материалы труднодоступны.



В таких условиях широко используются данные наблюдений в эксплуатируемых и простаивающих водозаборных скважинах.

При этом изучение, в т.ч. обследование, водозаборов сторонних недропользователей является практически нерешаемой задачей, поскольку какой-либо механизм воздействия на их владельцев отсутствует. Итак, помимо вопросов достоверности и достаточности информации важнейшим является вопрос о ее доступности.

В результате информация по уровням ограничивается данными, полученными на участке оцениваемого водозабора при кратковременных остановках скважин. Помимо того, что эти уровни обычно недовосстановлены, их воспроизведение на модели – для каждой скважины в отдельности – представляет собой весьма трудоемкую задачу.

Итак, в современных условиях уточнение геофильтрационных параметров возможно только непосредственно на изучаемом участке - по данным вновь проведенных опытно-фильтрационных работ (в редких случаях – опыта эксплуатации). К этому можно добавить только воспроизведение при моделировании крупных кустовых и групповых откачек, проведенных при разведочных работах на перспективных участках в 1970-1980-е годы.

### **Выводы**

1. В районах, характеризующихся масштабным использованием ресурсов подземных вод и сложными гидрогеологическими условиями, эффективное недропользование невозможно без использования данных мониторинга.

Полученные материалы являются как основой для создания и калибровки геофильтрационных моделей (в том числе постоянно-действующих), так и информационным обеспечением управленческих решений.

2. При разработке моделей достоверность значений геофильтрационных параметров определяется качеством информации о фактическом водоотборе и уровнях подземных вод. В результате завершающегося процесса "естественной" ликвидации государственной наблюдательной сети единственным источником сведений по уровням подземных вод остаются материалы объектного мониторинга, которые, как правило, характеризуют режим только на участках действующих водозаборов. Данные статистической отчетности недропользователей о величине водоотбора обычно не соответствуют действительности.

3. В результате действия указанных выше факторов в настоящее время разработка и актуализация моделей крупных территорий по текущим данным в интенсивно эксплуатируемых районах теряет смысл, поскольку соответствующие данные недостаточны, недостоверны и недоступны. В связи с этим очевидна актуальность восстановления наблюдательных сетей и придания им юридического статуса. Декларируемая необходимость ведения эксплуатационного мониторинга на участках добычи подземных вод, в том числе -

наличия соответствующих приборов учета, должна быть подкреплена положениями законодательства, обеспечивающими соблюдение этих требований недропользователями.

### **2.2.5. Достоверность прогнозных расчетов и балансовая принадлежность запасов**

#### **Причины расхождения прогнозируемых и фактических показателей**

Основным элементом оценки ЭЗПВ является определение возможного расхода водозаборных сооружений по результатам прогноза изменения уровня подземных вод при их эксплуатации.

Вопросам достоверности гидродинамических прогнозов на протяжении длительного периода времени уделяется значительное внимание.

В середине 1960-х годов Министерством геологии СССР во ВСЕГИНГЕО была поставлена работа по оценке сходимости данных разведки и эксплуатации действующих водозаборов. Эта работа выполнялась по всей территории страны, а ее результаты были обобщены в 1972 г. в книге Л.С.Язвина "Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод" [349].

В начале 2000-х годов ЗАО "ГИДЭК" по контракту с Федеральным агентством по недропользованию завершило работу по объекту "Оценка сходимости данных прогнозов при подсчете запасов подземных вод и эксплуатации с целью обеспечения их достоверности и рационального недропользования в районах интенсивной эксплуатации". В процессе проведения данной работы, основной целью которой было внесение изменений в методику проведения прогнозных расчетов, были систематизированы основные причины расхождения прогнозируемых и фактических показателей:

#### 1. Недостаточная изученность гидрогеологических условий:

- несоответствие принятой при прогнозных расчетах геофильтрационной схемы реальным гидрогеологическим условиям;

- несоответствие реальных и расчетных значений геофильтрационных параметров.

#### 2. Изменения гидрогеологических условий, произошедшие после проведения разведочных работ:

- изменение водохозяйственной обстановки и других факторов, определяющих задание граничных условий;

- изменение значений геофильтрационных параметров (в том числе в результате эксплуатации подземных вод)

#### 3. Различия проектируемых и фактических технико-эксплуатационных параметров водозаборных сооружений:

- различие фактической и расчетной схем водоотбора, как для отдельных участков недр, так и для регионов в целом;

- несоответствие величин реального и запланированного ранее отбора подземных вод.

В 1970-е годы анализировалась первая группа факторов: было выполнено сопоставление аналитических зависимостей и фактических данных эксплуатации подземных вод в артезианских бассейнах и речных долинах. Основными результатами стали типизация месторождений подземных вод, обоснование групп сложности геологических условий, усовершенствование методики проведения разведочных работ, в том числе ОФР (длительность откачек, схемы кустов).

В работе 2000-х годов основное внимание было уделено анализу факторов третьей группы: различию фактического отбора подземных вод и утвержденных запасов (схем водоотбора и объемов добычи), учету взаимодействия водозаборов. Наиболее значимы эти вопросы при оценке запасов в районах масштабного использования подземных вод, характеризующихся большим количеством месторождений и участков недр, находящихся как в распределенном, так и в нераспределенном фонде [43].

Причиной этого является возраставший в течение нескольких десятилетий разрыв между фактическим и планируемым водоотбором, что приводит к крайне низкой достоверности прогноза состояния подземных вод по сравнению с наблюдаемым. Сформулированный тезис наглядно иллюстрируется приведенными на рис. 2.12-2.13 материалами эксплуатации Тольяттинского МПВ и месторождений Московского региона.

#### **Требования по учету взаимодействия и последствия его соблюдения**

Сформированная в 60-е-80-е годы XX века методика подсчета запасов подземных вод предусматривала учет взаимодействия между собой как действующих водозаборов, так и неосвоенных разведанных и оцененных месторождений (участков), запасы подземных вод которых состоят на государственном учете.

Впервые эта позиция была сформулирована в "Инструкции..." 1961 г., согласно которой "при наличии в контурах оцениваемой площади действующих водозаборных сооружений должна быть определена степень влияния на них проектируемого водозабора или произведена оценка (переоценка) эксплуатационных запасов подземных вод на всей площади, включая существующие и проектируемый водозаборы, с учетом их взаимодействия" [133].

В настоящее время подсчет запасов подземных вод регламентируется "Классификацией ..." и Методическими рекомендациями по ее применению, а также "Требованиями к составу и правилам оформления..." (раздел 1.2.3). Эти документы, при всей нечеткости и противоречивости их положений, указывают на необходимость оценки взаимодействия между водозаборными сооружениями:

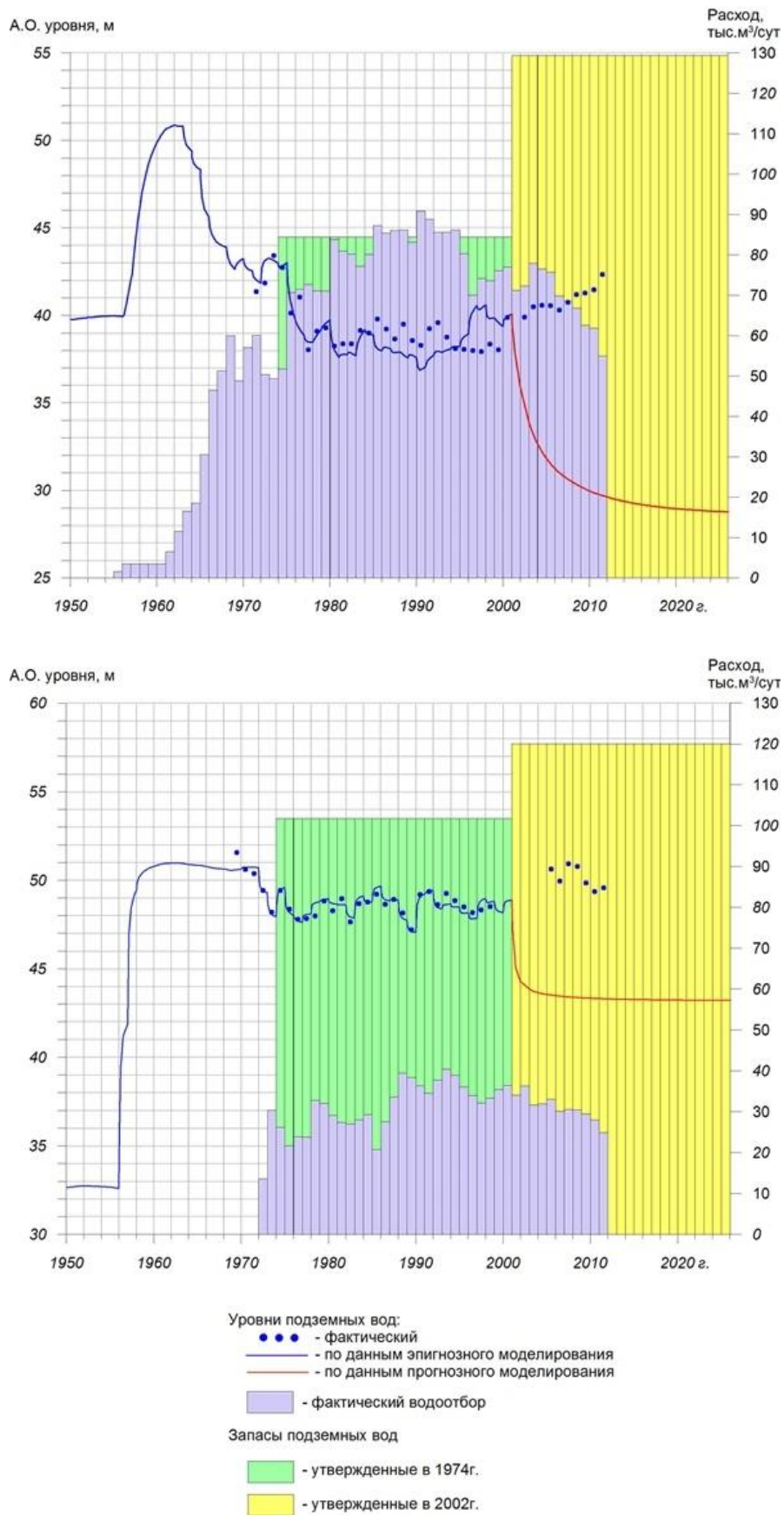


Рис. 2.12. Сравнение фактических и прогнозируемых показателей эксплуатации Тольяттинского МПВ

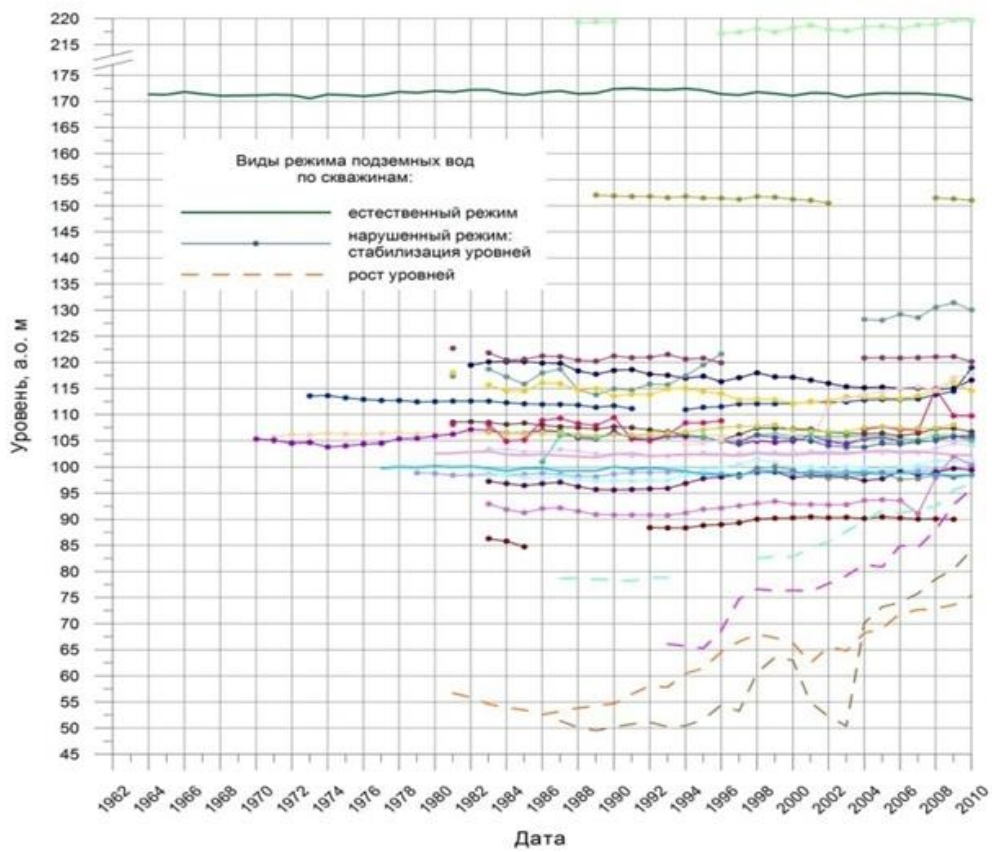
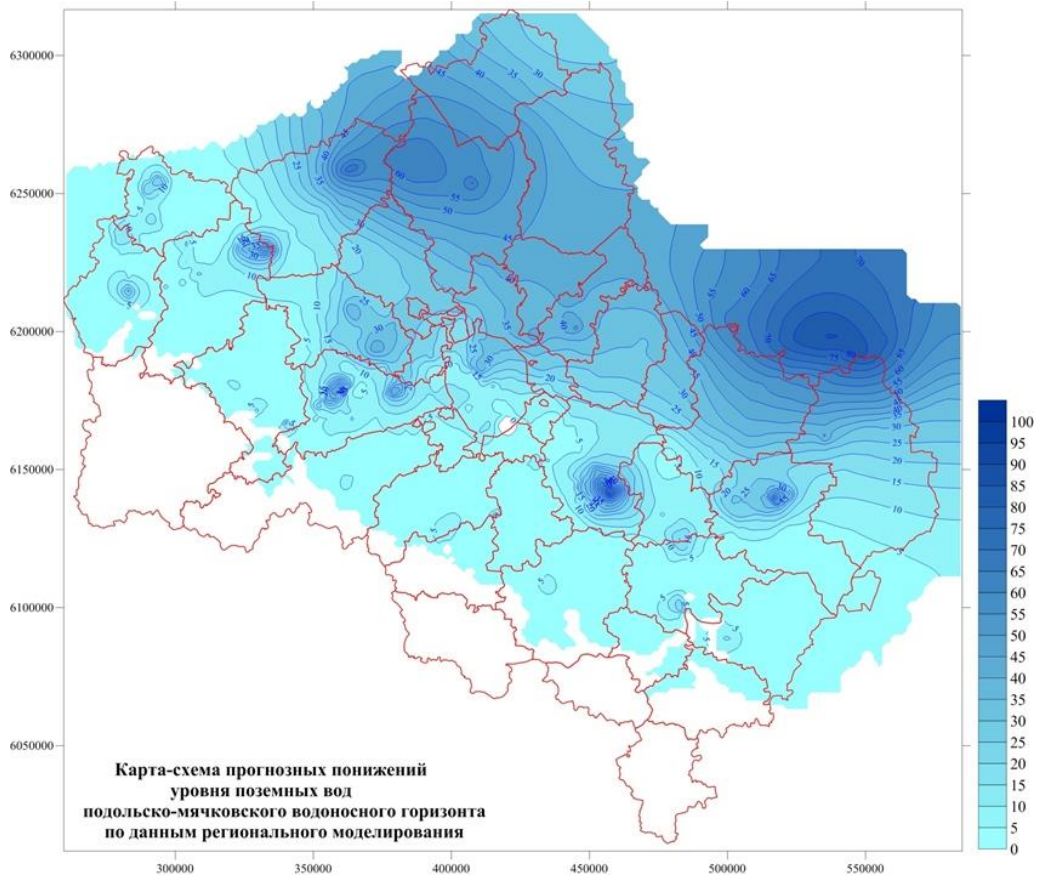


Рис. 2.13 Прогнозируемое и фактическое изменение уровней подольско-мячковского водоносного комплекса (по данным ОАО «Геоцентр-Москва»)

- на оцениваемом участке;
- на месторождениях нераспределенного фонда недр (в неиспользуемых частях недр) с запасами, учитываемых в государственном балансе;
- на предоставленных в пользование участках недр, не имеющих запасов подземных вод, поставленных на государственный баланс (т.е. действующими водозаборами).

Стратегия развития водоснабжения и соответствовавшая ей идеология проведения геологоразведочных работ базировались на общепринятых в СССР ожиданиях существенного роста как общего, так и душевого водопотребления.

В качестве иллюстрации приведем данные из брошюры 1972 г. "Условия водоснабжения городов Советского Союза" [321]. Предполагалось, что за период с 1970 г. по 1980 г. потребность в подземных водах возрастет примерно в 4 раза. Величины же перспективного водопотребления (заявленной потребности) закладывались в выполняемые прогнозные расчеты.

В тех случаях, когда одновременно нельзя было обосновать перспективный водоотбор на новых участках при сохранении действующего водозабора, преимущество всегда отдавалось вновь разведанным участкам. При этом предусматривалось создание крупных централизованных водозаборов на удалении от потребителя взамен небольших городских ВЗУ.

Впоследствии такое развитие ситуации не подтвердилось. За последние 20 лет величина ЭЗПВ по РФ в целом (состоящих на государственном учете), увеличилась на 24.3 млн.м<sup>3</sup>/сут (с 70.7 до 95 млн.м<sup>3</sup>/сут) или в 1.3 раза, в то время как добыча подземных вод для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения снизилась на 13.7 млн.м<sup>3</sup>/сут (с 36.7 до 23 млн.м<sup>3</sup>/сут) или в 1.6 раза [119].

Развитие водоснабжения характеризуется следующими чертами:

- общее и душевое водопотребление постоянно сокращается, приближаясь к европейским нормам;
- строительство крупных централизованных водозаборов практически не ведется, водозаборы на городской территории сохраняются, количество мелких водозаборов постоянно увеличивается;
- ранее разведанные участки зачастую не осваиваются из-за проблем землеотвода и их застройки и находятся в нераспределенном фонде недр.

В работе [25] были сформулированы основные последствия завышения прогнозируемого водоотбора (за счет "фиктивного" взаимодействия неосвоенных месторождений с вновь оцениваемыми) и соответствующего завышения расчетных глубин динамических уровней по сравнению с фактическими:

1. Отказ в предоставлении новых участков недр для добычи подземных вод - из-за

невозможности утверждения запасов на них вследствие больших величин срезов уровней.

2. Предоставление права добычи подземных вод из более глубоких водоносных горизонтов с увеличением глубины скважин и часто ухудшением качества подземных вод.

3. Завышение размеров зон санитарной охраны за счет расчетного увеличения уклонов подземных вод.

4. Соответствующее завышение скоростей миграции при прогнозах изменения качества подземных вод.

5. Завышение изъятия подземного стока рек.

6. Завышение негативного воздействия эксплуатации на другие компоненты окружающей природной среды, в т.ч. на особо охраняемых территориях.

Это препятствует рациональному освоению недр, особенно в районах с интенсивной эксплуатацией и сложной водохозяйственной обстановкой, т.к. прогнозы оказываются намного более жесткими, чем реально наблюдаемая на протяжении многих десятилетий картина. В результате проекты новых водозаборных узлов оказываются нерациональными и более дорогостоящими.

Определение прогнозного понижения уровня подземных вод

При расчетах взаимодействия формулу для расчета прогнозного понижения можно представить в виде:

$$S_3 = S_3^0 + \Delta S_p, \text{ где:}$$

$S_3$  - прогнозируемое понижение уровня воды в водозаборной скважине, м;

$S_3^0$  - понижение в результате работы скважины (водозабора), м;

$\Delta S_p$  - дополнительная срезка динамического уровня (региональная срезка), вызванная работой скважин, эксплуатирующих продуктивный водоносный комплекс (горизонт) на смежных водозаборах, м.

При этом прогнозные понижения от такого взаимодействия для крупных водозаборов срезы сопоставимы с собственным понижением, а для небольших, особенно на одиночных водозаборах, могут многократно их превышать

Определение региональных срезов уровня может проводиться следующими способами:

- гидродинамическим методом по результатам математического моделирования или аналитических расчетов;

- путем экстраполяции трендов изменения уровней, выявленных по данным многолетнего мониторинга.

В первом случае используются результаты математического моделирования на региональной модели. При этом при расчете небольших групповых или одиночных новых

водозаборов срезки уровней от их работы могут быть оценены аналитически, а региональные на расчетный участок сняты с соответствующих карт, построенных по результатам регионального моделирования. При расчетах новых групповых водозаборов их влияние на соседние участки недр оценивается на региональной или локальной геофильтрационных моделях.

Следует подчеркнуть необходимость более широкого использования результатов мониторинга при прогнозировании, как это было задумано при изначальной постановке наблюдений за режимом подземных вод.

Прогноз непосредственно на основе данных мониторинга предполагает сохранение сложившихся тенденций изменения водоотбора и уровней воды по данным мониторинга за весь период наблюдений. С другой стороны, оценка ЭЗПВ предполагает изменение этих тенденций в результате увеличения отбора. Условием их сохранения является равенство запасов и фактического отбора.

Моделирование позволяет выполнять прогноз как при сохранении тенденций, так и при их изменении.

Региональная срезка уровня включает влияние реального и фиктивного отбора. Последний, соответствующий неосвоенным запасам, может быть разделен на две группы: в размере запасов на фиктивных водозаборах и в размере превышения запасов над фактическим отбором на существующих водозаборах.

### **Требуемые изменения нормативной базы**

Как показано выше, действующие нормативные документы требуют при проведении прогнозных расчетов в составе оценки ЭЗПВ учета взаимодействия водозабора на оцениваемом месторождении и всех водозаборов на участках недр с утвержденными ранее запасами.

Соблюдение этих требований приводит к крайне низкой достоверности прогноза состояния подземных вод, основным следствием которой являются неэффективные экономические решения – в результате вынужденного ухода на более глубокие горизонты с худшими показателями качества.

Соответственно, нормативная база, регламентирующая методику и условия подсчета запасов, требует пересмотра, результатом которого станет – при проведении прогнозных расчетов – исключение учета взаимодействия отбора на оцениваемом участке с находящимися на государственном учете, но не востребованными запасами. Ключевыми при этом становятся принципы определения балансовой принадлежности запасов и их отнесения к распределенному (нераспределенному) фонду недр.

Задача приведения системы учета к реальному современному состоянию и реальным перспективам расширения и развития недропользования принципиально может быть решена только при условии отнесения большей части запасов, находящихся в нераспределенном фонде



недр, к забалансовым и изменения системы прогнозирования.

Термины "распределенный фонд недр" и "нераспределенный фонд недр" довольно часто используются в документах различного характера. Для большинства видов полезных ископаемых очевидно, что к участкам распределенного фонда недр относятся участки, предоставленные в пользование, нераспределенного – не предоставленные. Такие формулировки содержатся, в частности, в годовой форме федерального статистического наблюдения №6-ГР (запасы нефти и газа), в ныне снятом с рассмотрения проекте закона "О недрах" (2005 г.). В действующем законе (ст.2) применяются термины "используемые участки" и "неиспользуемые части недр".

Однако для подземных вод, вследствие их особенностей, отличающих их от других полезных ископаемых, трактовка указанных понятий несколько иная.

В 2009 г. вышел "Временный регламент проведения работ по оценке состояния месторождений питьевых и технических подземных вод и их запасов в нераспределенном фонде недр" [76].

В нем "под месторождениями питьевых и технических подземных вод в нераспределенном фонде недр понимаются разведанные (и/или оцененные) и включенные в государственный учет месторождения, в пределах которых добыча подземных вод из водоносных горизонтов в установленном законодательством о недрах порядке не осуществляется".

При этом "в процессе проведения работ в качестве объектов оценки состояния подлежат рассмотрению также месторождения, в пределах которых предоставлены локальные участки недр для добычи подземных вод с разрешенным в условиях лицензий водоотбором, существенно меньшим (в сумме до 20%) общей величины утвержденных и учитываемых запасов месторождения, и имеется возможность выделения участков месторождения нераспределенного фонда недр".

Другими словами, согласно "Временному регламенту..." отнесение месторождения к распределенному фонду определяется не только предоставлением участка в пользование, но и величиной разрешенного отбора в его пределах. Если разрешенный отбор составляет менее 20% запасов, то МПВ следует относить к нераспределенному фонду недр.

На наш же взгляд, к нераспределенному фонду следует относить все запасы, состоящие на государственном учете, за вычетом разрешенного водоотбора. Таким образом, следует говорить не только об участках нераспределенного фонда недр, но и – в первую очередь - о нераспределенных между недропользователями запасах подземных вод, состоящих на государственном учете.

Согласно всем "Классификациям ..." запасы подземных вод по условиям возможности их

использования по целевому назначению подразделяются на две группы: балансовые и забалансовые, которые подлежат раздельному подсчету и учету. Выделение групп балансовых и забалансовых запасов должно базироваться на оценке технико-экономических и социально-экологических факторов.

К забалансовым следует относить запасы, освоение которых на момент оценки является нецелесообразным в связи с не востребованностью и/или невозможным. При этом по истечении некоторого срока необходима корректировка балансовой принадлежности по фактическим данным о востребованности и освоении запасов. Влияние на оцениваемый участок расчетного водоотбора на месторождениях (участках месторождений) с забалансовыми запасами не учитывается.

### **Выводы**

1. Действующие нормативные документы содержат требование учета взаимодействия отбора подземных вод на оцениваемом участке и на всех участках с утвержденными и состоящими на государственном учете запасами.

2. Величины ранее утвержденных запасов подсчитывались применительно к заявленной потребности, которая базировалась на общепринятых в СССР ожиданиях существенного роста как общего, так и душевого водопотребления.

3. В результате для наиболее освоенных в хозяйственном отношении районов имеет место крайне низкая достоверность прогноза состояния подземных вод, что приводит к вынужденному принятию экономически неэффективных решений.

4. Необходимо изменение нормативной базы, которое должно заключаться в дополнении понятия "участки нераспределенного фонда недр" понятием "нераспределенные запасы подземных вод" и отнесении последних к забалансовым. При проведении прогнозных расчетов влияние забалансовых запасов на оцениваемый участок не учитывается.

### **2.2.6. Охрана подземных вод**

Охрана подземных вод, наряду с изучением и использованием, является основным элементом государственной системы управления их ресурсами (ресурсным потенциалом).

Под охраной понимается система правовых, организационных и технических мер, направленных на предотвращение и устранение загрязнения подземных вод, истощения их эксплуатационных запасов и других негативных изменений их состояния.

Истощение эксплуатационных запасов – их уменьшение вследствие отбора воды в количестве, превышающем установленную их величину, и (или) вследствие изменения условий их формирования]

Охрана от истощения обеспечивается системой геологического изучения недр, в

частности оценки запасов подземных вод, а при эксплуатации – системой контроля и надзора за соблюдением условий лицензионных соглашений. Эти вопросы были рассмотрены выше.

Под загрязнением подземных вод в соответствии с ГОСТ 17403-72 "Гидрохимия. Основные понятия. Термины" понимают процесс изменения их состава и свойств в результате деятельности человека, приводящей к ухудшению качества воды для водопользования [90].

В приоритетном порядке охране подлежат питьевые подземные воды, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, а также розлива и других видов использования пищевой промышленностью.

Охрана подземных вод регулируется Водным кодексом, законами "О недрах", "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Об охране окружающей среды".

Основными нормативными документами являются "Положение об охране подземных вод" (1984 г.) и Санитарные правила СП 2.1.5-1059-01 "Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения" (2001 г.). Также следует упомянуть ГОСТ 17.1.3.06-82 "Охрана подземных вод" [89, 246, 291].

Сохранение качества эксплуатируемых подземных вод обеспечивается путем создания зон санитарной охраны водозаборных сооружений (ЗСО) – территорий, в пределах которых устанавливаются ограничения хозяйственной деятельности и проводятся специальные мероприятия.

Вопросы проектирования и эксплуатации ЗСО являются наиболее актуальными и чувствительными в сфере охраны подземных вод. В настоящее время они регулируются СанПиН 2.1.4.1110-02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения" (2002 г.), который устанавливает количество поясов ЗСО, их назначение, размеры и требования к использованию территории [289].

### **Эволюция нормативно-методических подходов к организации ЗСО**

Нормативная регламентация в сфере организации ЗСО источников водоснабжения имеет длительную историю. В СССР впервые вопрос о создании ЗСО как обязательном мероприятии был поднят в 1924 г. на VIII Съезде бактериологов, эпидемиологов и санитарных врачей.

В 1928 г. были изданы постановление СНК РСФСР "Об установлении зоны санитарной охраны водных источников, служащих для центрального водоснабжения городов, рабочих поселков и других населенных мест" и "Положение о зоне санитарной охраны водных источников и инструкция по ее установлению". В 1938 г. взамен последнего вышло "Положение о проектировании зон санитарной охраны централизованного водоснабжения и водных источников" [241, 244].

Этими документами устанавливалось, что зона санитарной охраны обязательна для поверхностных и подземных источников, как для существующих, так и для строящихся и

проектируемых. ЗСО разделяется на три части (пояса), в каждой из которых устанавливается особый режим: а) зона "строгого режима", б) зона "ограничений" и в) зона "наблюдения".

Зона строгого режима (первый пояс) распространяется на территорию расположения источника водоснабжения в пределах участков забора воды и водопроводных сооружений. В случае необходимости, в зависимости от особых санитарных показателей и на основе специальных обследований, в первый пояс включается также смежная территория.

В первом поясе запрещается проживание и временное нахождение лиц, не связанных непосредственно с работой на водопроводных сооружениях, а также строительство, за исключением связанного с техническими нуждами самого водопровода.

Зона ограничений (второй пояс) предназначена для предупреждения загрязнения водных источников и почвы, изменения качества и количества воды.

Второй пояс охватывает территорию, непосредственно окружающую источники водоснабжения, на таком расстоянии, когда вредное влияние может сказаться в месте забора воды. Границы определяются после детального санитарно-технического обследования.

В его пределах запрещается такое использование территории и источников водоснабжения, которое может вызвать ухудшение последних. Всякого рода использование земельных участков и водоемов (для строительства, сельскохозяйственных нужд и др.) допускается только с особого разрешения органов государственной санитарной инспекции.

Зона наблюдения (третий пояс) включает территорию, в пределах которой вредное влияние может проявиться на водном источнике, водопроводных сооружениях и населении зоны ограничений и строгого режима лишь при таких неблагоприятных условиях, как возникновение эпидемий и занос заразных заболеваний. В этой зоне устанавливается усиленное санитарно-эпидемиологическое наблюдение за населенными местами и ведется специальный учет инфекционных заболеваний, которые могут передаваться через воду, со срочным проведением противоэпидемических мероприятий.

Как видно, каких-либо указаний по размерам ЗСО и ее поясов "Положение..." (1938 г.) не содержало. Кроме того, текст документа был посвящен преимущественно поверхностным водам. В связи с этим в 1956 г. оно было дополнено специальной "Инструкцией по установлению зон санитарной охраны хозяйственно-питьевых водозаборов с подземными источниками водоснабжения" [134]. "Инструкция ..." предусматривала организацию ЗСО в составе двух поясов: 1 – зона строгого режима, 2 – зона ограничений.

В первый пояс включается участок водоприемного сооружения, а также связанные с ним насосная станция, установка для обработки воды и резервуар. Размер территории определяется преимущественно составом и расположением охраняемых объектов. Границы устанавливаются при использовании напорных водоносных горизонтов на расстоянии не менее 30 м, при

использовании безнапорных – не менее 50 м. Не допускается проживание людей, нахождение посторонних лиц, содержание скота, а также употребление органических удобрений или ядохимикатов.

Использование территории второго пояса имеет ограничения, направленные на предотвращение возможности загрязнения эксплуатируемого водоносного пласта. Запрещается ряд видов хозяйственной деятельности: проведение земляных работ с разрушением перекрывающего слоя, организация хвостохранилищ, золоотвалов, полей фильтрации, сброс сточных вод. Регулируются все строительные работы, ограничивается использование ядохимикатов и удобрений в сельском хозяйстве. Должны проводиться следующие предупредительные мероприятия: выявление и тампонаж старых и неработающих скважин, приведение в порядок дефектных скважин, выявление и ликвидация имеющихся поглощающих колодцев, благоустройство населенных мест с целью защиты от поступлений загрязнений с поверхности. Размеры и конфигурация 2 пояса устанавливаются в зависимости от глубин залегания подземных вод и возможности проникновения загрязнения из различных источников.

Таким образом, "Инструкция..." содержала ряд новаций, основные из которых заключались в следующем

1. Для подземных вод был исключен 3 пояс ("зона наблюдений"). Заметим, что для поверхностных вод требование об организации зоны наблюдений сохранялось до 1974 г. [310].

2. Устанавливалась зависимость размеров 1 пояса от условий защищенности. При этом "Инструкция..." не оперировала понятием защищенность, разделяя горизонты на напорные и безнапорные.

3. Жестко фиксировались размеры 1 пояса. Размеры 2 пояса, по-прежнему, четко не регламентировались.

"Положение..." и "Инструкция..." были утверждены Всесоюзной Государственной санитарной инспекцией (ВГСИ). Их отмена произошла только в 1972 г., а заменяющий документ был утвержден еще через 10 лет.

Помимо нормативных документов санитарно-эпидемиологической службы (ранее – документы ВГСИ, затем - санитарные правила и нормы) указания по проектированию, организации и эксплуатации ЗСО устанавливались в сфере градостроительного законодательства (строительные нормы и правила). Документы разных ведомств, как правило, противоречий не содержали и периодически обновлялись.

Вышедший в 1962 г. СНиП II-Г.3-62 [312] соответствовал "Инструкции ...". В разделе, посвященном регламентации размеров 1 пояса, вместо терминов "напорные и безнапорные" подземные воды использовались термины "надежно защищенные и грунтовые". Относительно размеров 2 пояса указывалось, что при определении его границ необходимо учитывать

санитарные, санитарно-топографические и гидрогеологические условия.

Необходимо отметить, что с 1950-х годов стали активно разрабатываться и внедряться методы аналитических расчетов ЗСО, основанные на теории фильтрации. Расчетным путем определялись два основных показателя: размеры области захвата водозабора и время движения подземных вод от источника загрязнения к скважинам [18, 69, 103, 201, 202, 56-58].

Впервые рекомендация об определении границ 2 пояса ЗСО расчетами была закреплена в утвержденных в 1965 г. СН 325-65 "Строительные нормы. Указания по проектированию сооружений для забора подземных вод" [319]. Рассматривались расчетные схемы для скважины (или группы скважин - "большого колодца") при размещении в удалении от границ водоносного пласта и вблизи реки.

В 1974 г. вышел СНиП II-31-74, в который были включены довольно существенные новые положения [310]. Конкретизировалось назначение 1 пояса – для "предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройства для заливки насосов". Требования к его охране предусматривали постоянную сторожевую охрану или сигнализацию, а также технические средства.

По условиям защищенности подземные воды были разделены на две категории, в первую входили надежно защищенные горизонты, во вторую - незащищенные, недостаточно защищенные горизонты и инфильтрационные водозаборы. Определения перечисленных понятий отсутствовали.

В первом случае расстояние от скважины до границы 1 пояса должно превышать 30 м, во втором – 50 м. Устанавливалось, что для инфильтрационных водозаборов в границы 1 пояса включается прибрежная территория между водозабором и водоемом.

Впервые была зафиксирована возможность сокращения размеров 1 пояса – со следующей формулировкой: "для одиночного водозабора в условиях, исключающих возможность загрязнения почвы, расстояние допускается уменьшать соответственно до 15 и 25 м".

Относительно размеров 2 пояса было указано, что они должны определяться расчетами исходя из санитарных и гидрогеологических условий. Любое строительство может производиться только с разрешения органов санитарно-эпидемиологической службы, должна предусматриваться патрульная охрана.

На практике для определения размеров 2 пояса ЗСО обычно принимался расчетный срок эксплуатации водозаборов при оценке запасов подземных вод, равный 25 лет.

Поскольку фактическая продолжительность их работы значительно больше, было предложено [57] для сохранения качества воды за пределами этого срока ввести дополнительный 3 пояс гидрогеологического и санитарного контроля и наблюдений. В пределах 2 пояса ЗСО качество подземных вод должно соответствовать требованиям

хозяйственно-питьевого использования на 25-летний срок эксплуатации, а в 3 поясе за указанный срок должны быть ликвидированы источники и очаги загрязнения (при наличии), что позволит сохранить хорошее качество воды в водозаборе сверх этого срока.

Как видно, речь идет не только о защите, но и о качестве воды – не только в месте водозабора, но и всей области захвата, определенной исходя из 25-летнего срока и более.

Заметим, что вопрос о размерах ЗСО, соответствующих неограниченному сроку эксплуатации, не решен до настоящего времени.

В 1979 г. было высказано мнение [56], что при определении границ ЗСО необходим дифференцированный подход к природной и хозяйственной обстановке в районе каждого водозабора, с учетом степени опасности отдельных видов загрязнений. Отмечалось, что мероприятия по предупреждению микробных загрязнений нецелесообразно распространять на всю территорию ЗСО – должен учитываться срок выживаемости микроорганизмов, а в некоторых случаях – их адсорбция. При высокой степени естественной защищенности возможен даже полный отказ от мероприятий по защите от микробных загрязнений.

Непосредственное загрязнение через неисправные буровые скважины, возможное при любых гидрогеологических условиях, должно быть исключено путем обязательного проведения соответствующих мероприятий. Для открытой части области захвата предлагалось положение контура ЗСО устанавливать из условия, что если в водоносный пласт поступят загрязнения, то они не дойдут до водозабора.

Часть этих предложений была реализована в 1982 г. в "Положении о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения" [243]. Этот документ, во многом наследуя своим предшественникам, внес принципиальные изменения как в методические подходы к охране источников водоснабжения, так и к нормативной регламентации ЗСО. Рассмотрим его основные принципы.

1. Второй пояс (в прежнем его понимании – "зона ограничений") был разделен на две части. Таким образом, в составе зоны санитарной охраны вновь выделены 3 пояса, но уже с другим назначением: 1 – для устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте нахождения водозаборных и водопроводных сооружений; 2 и 3 – соответственно для предупреждения микробного (нестабильного) и химического (стабильного) загрязнения.

2. Назначение первого пояса, его нормативные размеры и их зависимость от степени защищенности сохранились практически без изменений. Однако впервые были даны формулировки понятий "защищенные" и "недостаточно защищенные" подземные воды. При оценке защищенности учитывались следующие факторы:

- тип подземных вод (межпластовые и грунтовые) и наличие сплошной водоупорной кровли,

- наличие (отсутствие) непосредственной гидравлической связи с водотоками и водоемами.

Для защищенных вод минимальное расстояние от границы до водозабора устанавливалось равным 30 м, для недостаточно защищенных - 50 м. Была подтверждена возможность его сокращения в благоприятных условиях до 15 м и 25 м соответственно по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

3. Границы 2 и 3 поясов ЗСО должны определяться гидродинамическими расчетами, исходя из условий, что если за их пределами в водоносный горизонт поступят загрязнения, то они не достигнут водозабора. Для 2 пояса в качестве расчетного принималось время, достаточное для утраты жизнеспособности и вирулентности патогенных микроорганизмов, для 3 пояса - не менее 25 лет.

Декларировалась возможность учета факторов, ограничивающих возможность распространения микроорганизмов и химических загрязнений, если их влияние резко выражено и закономерности их проявления достаточно изучены.

Допускалось, в порядке исключения, при наличии соответствующего обоснования и согласования с регулирующими органами, сокращение (или объединение для ряда источников водоснабжения) размеров 2 и 3 поясов - при условии проведения специальных мероприятий, обеспечивающих соответствие качества воды требованиям, предъявляемым к питьевым водам.

При использовании защищенных подземных вод и по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускалось в пределах размещения объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения, при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта.

4. Для 2 пояса устанавливалась зависимость расчетного времени (т.е. времени выживаемости бактерий) от природных условий. К гидрогеологическим условиям добавлялось климатическое районирование. Термин "защищенность" не употреблялся, но формулировки мало отличались от используемых для 1 пояса. При этом условия перекрытия не упоминались (табл. 2.10).

Как видно, основным определяющим фактором является тип подземных вод: для межпластовых – 400 суток, грунтовых – 200. В жарком (теплом) климате при отсутствии гидравлической связи с открытым водоемом срок в два раза сокращался, при наличии же такой связи - климат не оказывал влияния.



Зависимость расчетного времени  $T_m$  от природных условий (1982 г.)

| Гидрогеологические условия                                 | $T_m$ (в сутках)                     |  |
|--|--------------------------------------|--|
|  | В пределах I и II<br>климат. районов | В пределах III и IV<br>климат. районов |
| 1. Грунтовые воды:   |                                      |  |
| а) при наличии гидравлической связи с открытым водоемом    | 400                                  | 400                                    |
| б) при отсутствии гидравлической связи с открытым водоемом | 400                                  | 200                                    |
| 2. Напорные и безнапорные межпластовые воды:               |                                      |  |
| а) при наличии гидравлической связи с открытым водоемом    | 200                                  | 200                                    |
| б) при отсутствии гидравлической связи с открытым водоемом | 200                                  | 100                                    |

5. В "Положении..." не было прямых указаний, что ЗСО предназначены для защиты от поверхностного загрязнения. Более того, среди источников химического загрязнения указывались высокоминерализованные воды смежных горизонтов и морские воды на побережьях. С другой стороны, поверхностный характер расположения источников загрязнения следует из формулировок критериев защищенности.

6. "Положение..." содержало также требования к качеству воды. Допускалось наличие загрязнения, не превышающее пределов, регламентированных ГОСТ 17.1.3.03-77 "Правила выбора и оценка качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения" и позволяющее путем обработки воды обеспечить ее качество, соответствующее требованиям ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством".

7. В "Положении..." была дана прямая ссылка на использование для расчетов границ 2 и 3 поясов ЗСО "Рекомендаций по гидрогеологическим расчетам для определения второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения", разработанных ВНИИ ВОДГЕО и согласованных с Госстроем СССР [279].

В 1995 г. были утверждены санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.027-95 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения" [288]. В 2002 г. они были переизданы с изменениями в части ссылок на связанные нормативно-правовые документы и инстанции, согласовывающие документацию [289]. Содержательные изменения по сравнению с "Положением..." 1982 г. были незначительными и сводились к следующему:

1. Введены понятия "защищенные" и "недостаточно защищенные" подземные воды и даны их определения.

2. Установлено отсутствие минимального предела размеров 1 пояса при использовании защищенных вод. Исключена возможность сокращения размеров 1 пояса для недостаточно защищенных вод. Исключена возможность сокращения размеров 2 и 3 поясов.

3. Упрощена зависимость времени выживаемости бактерий от природных условий. Для защищенных вод  $T_m$  принимается 400 суток независимо от климатических условий, для недостаточно защищенных это время сокращается в 2 раза для I и II районов и в 4 раза - для III района (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Время  $T_m$  расчета границ 2-го пояса ЗСО (1995 г.)

| Гидрогеологические условия  | $T_m$ (в сутках)                        |                                      |
|---|---|--------------------------------------|
|   | В пределах I и II климатических районов | В пределах III климатического района |
| 1. Недостаточно защищенные подземные воды (грунтовые воды, а также напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие непосредственную гидравлическую связь с открытым водоемом) | 400                                     | 400                                  |
| 2. Защищенные подземные виды (напорные и безнапорные межпластовые воды, не имеющие непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом)                                   | 200                                     | 100                                  |

Заметим, что наличие зависимости срока выживаемости бактерий от степени защищенности подземных вод представляется малоубедительным.

4. Исключены требования к качеству воды и возможности проведения водоподготовки.

5. Исключена ссылка на конкретную методику гидрогеологических расчетов границ 2 и 3 поясов. При этом документ 1995 г. содержал требование об использовании методик, согласованных с санитарно-эпидемиологической службой, а в документе 2002 г. оно отсутствует.

Подводя итог продолжающейся уже около 100 лет эволюции нормативно-методических подходов к регламентации ЗСО, отметим следующие достижения:

- разделение ЗСО источников водоснабжения на 3 пояса, предназначенные для защиты от микробного и химического загрязнения (2 и 3 пояса), а также от умышленного загрязнения или повреждения водозаборных сооружений;

- использование гидродинамических расчетов для определения положения границ 2 и 3 поясов;

- использование фактора естественной защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения в качестве критерия при нормировании размеров поясов ЗСО.

### **Защищенность подземных вод от поверхностного загрязнения**

Как показано выше, в настоящее время ключевым элементом системы организации ЗСО является обоснование отнесения подземных вод к тому или иному типу по степени их защищенности.

В общем случае под защищенностью подземных вод понимают показатель эффективности действия совокупности факторов, препятствующих их загрязнению, т.е. негативному изменению качества. В зарубежной литературе используется обратное понятие – "уязвимость подземных вод". При этом предполагается, что потенциальные источники загрязнения находятся на поверхности земли.

Данной теме посвящены многочисленные исследования, детальный анализ которых остается за пределами настоящей работы. Рассмотрим лишь некоторые проблемы, касающиеся обоснования размеров ЗСО водозаборов. Анализируя вопросы защищенности подземных вод, как правило, выделяют два аспекта.

Первый - проведение картирования защищенности в пределах рассматриваемых территорий на базе разработки соответствующих методик. В этом случае производится оценка защищенности водоносного горизонта, т.е. учитывается фильтрация с поверхности земли только в вертикальном направлении. Изучение вопроса в данной постановке являлось основной целью большинства работ. Построенные карты предназначаются для планирования хозяйственной деятельности, в частности использования земель и водных ресурсов.

Вторым вариантом является оценка защищенности объекта (водозабора), при проведении которой определяется возможность поступления загрязнения к эксплуатационным скважинам при отборе подземных вод. В этом случае – то есть при обосновании ЗСО – должна учитываться фильтрация в вертикальном направлении от поверхности земли к продуктивному водоносному горизонту и в горизонтальном – к водозабору.

Время движения от поверхности земли к скважинам  $t$  включает вертикальную  $t_v$  и горизонтальную  $t_g$  составляющие (без учета сорбции и трансформации). Величина времени движения загрязнения по вертикали  $t_v$  является показателем защищенности. Поэтому расчет  $t$  содержит в себе учет защищенности. Другими словами, защищенность горизонта является одной из составляющих защищенности водозабора.

Действующий СанПиН (как и предшествующие) оперирует понятиями "защищенность подземных вод" и "время движения загрязнения к водозабору", причем несмотря на очевидную взаимосвязь, соотношение между ними прописано в высшей степени неопределенно.

"Защищенность подземных вод" понимается как условия перекрытия эксплуатируемого горизонта (т.е. вертикальной фильтрации) в пределах всей площади ЗСО источника водоснабжения.

Соответственно, для ее оценки предварительно следует определить положение границы 3 пояса. После этого, по данным о геологическом строении, воды квалифицируются по степени защищенности, на основе которой затем определяются размеры 1 пояса и нормативное время для расчета 2 пояса.

В результате свойства перекрывающих отложений учитываются дважды – и при оценке защищенности, и при расчете размера 2 пояса. При этом нормативное время (для расчета положения границ 2 пояса) ставится в зависимость от одной из составляющих расчетного времени, что является нонсенсом.

Остановимся на этой теме. Необходимо отметить, что вопрос об учете вертикальной составляющей фильтрации при определении размеров ЗСО гидродинамическими расчетами является в практической деятельности одним из наиболее дискуссионных. Этому способствуют некоторые формулировки, используемые в СанПиН.

Согласно п.2.2.2.2 граница 2 пояса определяется исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за его пределами, не достигает водозабора. В соответствии с п.3.2.2.4 размещение объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения, допускается в пределах 3 пояса ЗСО при использовании защищенных подземных вод, при условии выполнения специальных мероприятий по защите горизонта от загрязнения. Приведенные выше положения дают основание считать, что размер ЗСО должен определяться, учитывая движение только в горизонтальном направлении. При этом в п.2.1.1 говорится, что "дальность распространения загрязнения зависит от степени естественной защищенности от поверхностного загрязнения".

Противоречивые указания содержатся в "Рекомендациях по гидрогеологическим расчетам для определения второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения" (1983 г.). В разделе 1.2.2 утверждается, что граница 2 пояса определяется исходя из условий, что микробные загрязнения поступают через зону аэрации или непосредственно в водоносный горизонт (что соответствует СанПиН). Однако в разделе 2.6 рекомендуется учитывать время просачивания загрязненных вод по вертикали до эксплуатационного пласта ( $t_v$ ), уменьшая на эту величину общее время движения к водозабору.

Таким образом, положения СанПиН, касающиеся естественной защищенности и ее использования при определении границ ЗСО, нелогичны, неоднозначны и противоречивы, а следовательно - нуждаются в корректировке.

Заметим, что в тех случаях, когда геологический разрез (условия перекрытия продуктивного горизонта) существенно неоднороден, то время достижения загрязнением скважин от более удаленного источника может быть меньше, нежели от расположенного ближе к водозабору. В связи с этим представляется целесообразным включать в территорию ЗСО

литологические окна и аналогичные участки, при этом окружающие их площади – с надежным перекрытием – оставлять за пределами ЗСО.

### **Инфильтрационные водозаборы**

Начиная с "Положения..." 1982 г. нормативные документы содержат два критерия отнесения подземных вод к недостаточно защищенным: отсутствие водоупорных перекрывающих отложений и наличие непосредственной гидравлической связи с поверхностными водами [253, 288, 289, 309].

Совершенно очевидно, что второй критерий есть не что иное, как прямой признак эксплуатации инфильтрационного водозабора. Между тем последним посвящаются отдельные положения санитарных правил и нормативов.

В связи с этим следует четко зафиксировать, что защищенность является характеристикой возможности поступления загрязнения с земной поверхности. Одновременно необходимо внести ясность в понятие "инфильтрационный водозабор" и в соответствующий ему порядок организации зоны санитарной охраны.

Предлагается следующее определение: "инфильтрационный водозабор – береговое или подрусловое подземное водозаборное сооружение, расход которого формируется преимущественно за счет привлечения поверхностных вод".

Для подрусловых водозаборов границы поясов ЗСО устанавливаются как для поверхностных источников водоснабжения.

В случае использования береговых водозаборов, или водозаборов при искусственном пополнении запасов подземных вод, зоны санитарной охраны устанавливаются как для водозабора, так и для питающего его поверхностного водного объекта.

Если поверхностный водный объект захватывает площадь первого пояса водозабора, то его границы вверх и вниз по течению реки устанавливаются как для поверхностного водного объекта. При больших расстояниях прибрежная территория включается во второй и третий пояса ЗСО.

### **Зарубежный опыт организации ЗСО водозаборов подземных вод**

Организация зон санитарной охраны предусматривается практически во всех странах, где подземные воды используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В ряде европейских стран система защиты источников питьевого водоснабжения является частью общей системы защиты водных ресурсов.

Наиболее развитым законодательством в этой сфере обладает ФРГ, где более 70% систем водоснабжения базируется на подземных источниках, опыт которой учитывался и при создании отечественных нормативных документов.

В Германии вопросы ЗСО регулируются техническими правилами Союза специалистов по

газо- и водоснабжению – DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfach). Первое издание было выпущено в 1957 г. Согласно данной редакции, охранная область состоит из трех зон: района каптажа, узкой зоны охраны и широкой зоны охраны. Район каптажа занимает площадь радиусом от 10 до 50 м – в зависимости от конкретных условий.

Радиус узкой зоны определяется временем, которое должно быть достаточно для отмирания микроорганизмов. Время принимается равным 30 суток для пород с хорошей очистительной способностью и 50 суток - для крупнообломочных и трещиноватых пород. В карстовых областях граница этой зоны располагается на расстоянии до 2 км от водозабора. При использовании горизонтов, надежно защищенных водоупорной кровлей, организация узкой зоны не требуется.

Радиус широкой зоны должен предохранить водозабор от химического и радиоактивного загрязнения. Ее территория распространяется на всю область питания. Если последняя больше 2 км, то она разделяется на две: внутренняя 3а (радиус 2 км) и внешняя 3б (остальная площадь). В зоне 3а выполняются мероприятия по охране от бактериального и органического (химического) загрязнения, в зоне 3б нельзя допускать образования очагов стойкого химического загрязнения.

Современные принципы проектирования ЗСО в Германии подробно рассмотрены в [11]. При расчетах ЗСО водозаборов подземных вод учитываются следующие характеристики загрязняющих веществ [355]: токсичность; микробиологическая опасность; устойчивость (способность их к разложению); возможные превращения в подземных водах; подвижность (режим массопереноса). Концептуально выделяются три зоны:

Зона I (зона каптажа) служит для защиты водозаборных сооружений в непосредственной близости от любых видов загрязняющих веществ, которые могут поступать при вертикальной фильтрации и за счет подтягивания в водоносном пласте в горизонтальном направлении.

Заметим, что формулировка не вполне определенная. Между тем для водозаборов на пойменных водохранилищах указывается, что зона I ЗСО должна снижать возможность прямого воздействия террористических и других враждебных актов и обеспечивать проведение эффективных мер по защите.

Размеры этой зоны рассчитываются *аналитически и зависят от состава покровных отложений*. В общем случае диаметр составляет 10 м, для родника вверх по потоку – не менее 20 м, в закарстованных породах – не менее 30 м.

Поскольку в зоне I исключается появление патогенных бактерий, ее размеры в соответствии с гидрогеологическими расчетами могут быть значительно увеличены. Возможно выделение зон IA и IB с различными ограничениями деятельности.

Зона II (ближняя) служит для защиты от загрязнения патогенными микроорганизмами.

Граница определяется 50-суточной изохроной, положение которой рассчитывается гидродинамическими методами. Принципиально [380] размер этой зоны может варьироваться в зависимости от мощности и состава покровных отложений и состава водовмещающих пород. *При очень мощных и слабопроницаемых покровных отложениях и напорных водах размер может быть снижен.*

Зона III (дальняя) создается для предотвращения загрязнения воды стойкими или радиоактивными веществами и охватывает водосборную область водозабора. Если расстояние от внешней границы до водозабора более 2 км, она делится на подзоны: IIIa – внутренняя и IIIb – внешняя область с разными критериями уязвимости и ограничениями хозяйственной деятельности.

На основании проведенных в 1980-90-х г. многочисленных исследований с целью оценки выживаемости и параметров переноса патогенных бактерий и вирусов, а также персистентных химических веществ [355] в качестве базовой для определения границы ближней зоны была принята 50-суточная изохрона. При этом рассматривалась возможность установления по 10-суточной изохроне (такой порядок принят в Швейцарии).

Одновременно установлено, что единого мнения о динамике процессов деструкции, сорбции и переноса загрязняющих веществ сформировать невозможно, и каждое вещество должно изучаться отдельно с учетом особенностей пород и происходящих процессов.

Сравнение действующих норм с первоначальным вариантом середины прошлого века свидетельствует о незначительных изменениях. Несколько сократился размер I зоны – в неблагоприятных условиях он должен быть более 30 м (ранее – 50 м). Однако предусмотрена возможность его существенного увеличения. Расчетное время для определения размеров II зоны принято 50 суток (ранее в ряде случаев – 30 сут). Нормативные размеры III зоны остались прежними.

В Великобритании выделяют три зоны:

Зона III – водосборная площадь, в пределах которой формируется питание источника при балансовых расчетах и учете геометрии линий тока при эксплуатации подземных вод.

Зона II выделяется как составляющая зоны III, причем ее граница проводится по 400-суточной изохроне с учетом возможного разбавления, разложения и сорбции загрязняющих веществ. Назначение этой зоны – обеспечение контроля и регулирования видов деятельности в пределах водосборной площади (зоны III).

Зона I (защита от микробиологического загрязнения) определяется временем выживания патогенной микрофлоры, значение которого принято равным 50 сут.

Анализ зарубежных документов, регламентирующих создание ЗСО, позволяет выделить как аналогичные нормам российского законодательства положения, так и имеющие явные

отличия:

- ЗСО организуются в составе нескольких поясов, предназначенных для защиты от микробного и химического загрязнения. Зона строгого режима (каптажа) в некоторых странах (Великобритания) не выделяется;

- границы зоны, защищающей от микробного загрязнения, проводятся по времени достижения им скважин, соответствующему сроку жизнеспособности, который принимается равным 50 сут или менее (в Швейцарии – 10 сут);

- в пределах зоны, защищающей от химического загрязнения, выделяются две подзоны. Граница внешней соответствует области питания (площади водосбора), внутренней – определяется расстоянием (ФРГ – 2 км) или временем (Великобритания – 400 сут).

- для нормирования размеров поясов (зон) санитарной охраны понятие "защищенность подземных вод" не используется.

Ограничения хозяйственной деятельности также различаются только для зон (поясов), вне зависимости от условий защищенности в их пределах.

### **Выводы**

Действующие санитарные правила и нормы, регламентирующие проектирование и эксплуатацию зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения нуждаются в корректировке, которая должна базироваться на следующих принципах.

1. Первый пояс предназначен не для защиты от загрязнения с поверхности земли, а для предотвращения возможности загрязнения водоносного горизонта через оголовки и устья скважин. Следовательно, защищенность не влияет на его размеры

Тем более, размер 1 пояса не может зависеть от защищенности в пределах всех 3 поясов. Наличие/отсутствие гидрогеологических окон на удалении от водозабора, измеряемом километрами, никоим образом не влияет на возможность загрязнения непосредственно через водозаборные сооружения. Таким образом, вопрос не в размерах 1 пояса, а в надежности его ограждения, которое должно обеспечивать соблюдение требуемого режима.

2. Второй и третий пояса ЗСО предназначены для защиты от поверхностного загрязнения. При этом следует говорить о защищенности источника водоснабжения (водозабора), а не о защищенности подземных вод. Соответственно расчеты положения их границ должны выполняться с учетом как горизонтальной, так и вертикальной фильтрации.

Отказ от учета условий перекрытия, то есть защищенности подземных вод, при определении границ ЗСО означает, что между подземными и поверхностными водами ставится знак равенства. Другими словами, признается, что подземные воды столь же незащищены от загрязнения, как и поверхностные. Если считать только горизонтальную фильтрацию, то



размеры будут одинаковыми для любой степени защищенности (при прочих равных), что противоречит здравому смыслу.

3. Срок выживаемости бактерий, который принимается в качестве нормативного показателя для расчета положения границ 2 пояса ЗСО, не зависит от степени защищенности подземных вод. С учетом зарубежного опыта рекомендуется установить единую величину 200 суток. В том случае, если расчетное время движения загрязнения меньше срока выживаемости, организация 2 пояса не требуется.

Время движения загрязнения с поверхности земли к кровле водоносного горизонта является показателем защищенности горизонта. Для сохранения преемственности с действующими в настоящее время (и ранее) нормативными документами, источники водоснабжения целесообразно дифференцировать по степени их защищенности, выделив следующие виды:

- надежно защищенные источники – время фильтрации от источника к скважинам больше срока эксплуатации водозабора;
- защищенные – время фильтрации более 200 суток;
- недостаточно защищенные – время фильтрации менее 200 суток.

4. Поступление загрязнения непосредственно в эксплуатируемый горизонт через неисправные буровые скважины, должно быть исключено путем обязательного проведения соответствующих мероприятий.

Третий пояс ЗСО должен быть разделен на два: пояс IIIa (внутренний) и пояс IIIб (внешний), границы которых определяются соответственно с учетом вертикального движения и без его учета. В поясе IIIa запрещается наличие источников загрязнения, в поясе IIIб (пояс наблюдений) ограничения хозяйственной деятельности отсутствуют, но проводится специальное обследование с целью выявления неисправных скважин.

5. С 1995 г. СанПиН, регламентирующие организацию ЗСО, не касаются вопросов качества. Можно констатировать, что целью создания ЗСО является не обеспечение нормативного качества питьевых вод, а недопущение попадания поверхностного загрязнения в эксплуатационные скважины.

ЗСО устанавливается на поверхности земли и, следовательно, не могут являться защитой от загрязнения, которое имеется в водоносных горизонтах, или от распространения некондиционных вод, как в эксплуатируемых, так и в питающих горизонтах. Эти вопросы решаются путем изучения и прогноза качества подземных вод.

### **2.3. Анализ структуры эксплуатационных запасов подземных вод, состоящих на государственном учете**

Для оценки эффективности действующей нормативной базы в области изучения эксплуатационных запасов подземных вод обратимся к сведениям государственного учета запасов, их распределению по типам вод, балансовой принадлежности, категориям изученности, а также добыче.

Учет запасов подземных вод в Российской Федерации (ранее – в СССР) производится на протяжении нескольких десятилетий, начиная с 1970-х годов. Исходными данными являются протоколы комиссий по запасам полезных ископаемых (государственной, территориальных), а также – в ограниченный период времени – НТС ряда геологических управлений.

В разные периоды осуществлением учета запасов занимались различные организации и на основе различных нормативно-методических документов и принципов. В настоящее время он производится одновременно в рамках государственного мониторинга состояния недр ГМСН [136], в системе Российского геологического фонда [119], а также в информационной системе ИС "Учет и баланс подземных вод", разработанной в ФГУП ГНЦ РФ "ВНИИ Геосистем" и заполняемой территориальными органами Роснедра. В связи с этим имеются значительные проблемы сопоставимости результатов, как по территории РФ в целом, так и для субъектов федерации.

Для целей анализа динамики запасов наиболее представительными являются данные Федерального центра ГМСН (входит в состав ФГУГП "Гидроспецгеология"), который производит обобщение на федеральном уровне с 2004 г. и ежегодно выпускает информационные бюллетени о состоянии недр на территории РФ. Помимо этого, в 2012 г. ФГУГП "Гидроспецгеология" завершило работы по ретроспективной оценке и анализу динамики изменения состояния ресурсной базы питьевых и технических подземных вод, ее освоения и использования за период 1991-2010 годы.

Прежде, чем перейти к анализу структуры запасов остановимся на основных направлениях геологоразведочных работ на питьевые и технические подземные воды, выполняемых в России в текущий период. Их можно разделить на две основных группы, различающихся источниками финансирования и целевым назначением: работы, выполняемые за счет средств федерального бюджета и работы, выполняемые за счет средств недропользователей.

К первой группе относятся следующие виды работ:

- оценка современного состояния месторождений питьевых и технических подземных вод нераспределенного фонда недр с целью приведения их запасов в соответствие с действующим законодательством и нормативными правовыми документами. Выполняется по территориям

всех субъектов РФ с 2007 г. (постановка на учет – с 2010 г.). Основным результатом является списание ранее утвержденных запасов и перевод их более низкие категории;

- проведение поисково-оценочных работ на подземные воды для водоснабжения городов и райцентров РФ, в т.ч. в районах с выраженным дефицитом питьевых вод для водоснабжения в периоды чрезвычайных ситуаций. Выполняются на перспективных площадях для большинства субъектов РФ с 2003 г. Основным результатом является оценка запасов по категории С2 и, в существенно меньшем количестве - С1.

Ко второй группе относятся:

- оценка запасов на участках действующих водозаборов, представленных в пользование для добычи подземных вод;

- проведение поисково-оценочных работ на перспективных участках, предоставленных в пользование для геологического изучения недр.

Анализ динамики общей величины запасов показывает, что в период с 1990 г. по 1996 г. наблюдалось их значительное увеличение: с 74.3 млн. м<sup>3</sup>/сут до 84.5 млн. м<sup>3</sup>/сут. Прирост практически ежегодно составлял 1.5-2 млн. м<sup>3</sup>/сут. Начиная с 1997 г. такие случаи стали единичными, однако рост продолжался. Суммарная величина достигла максимума в 2009 г. – 95.8 млн. м<sup>3</sup>/сут. Для отбора подземных вод характерна прямо противоположная тенденция: с 1990 г. по 2009 г. его величина уменьшилась с 43.6 млн. м<sup>3</sup>/сут до 27.6 млн. м<sup>3</sup>/сут, использование – с 38.7 млн. м<sup>3</sup>/сут до 21.5 млн. м<sup>3</sup>/сут.

С 2010 г. происходит уменьшение запасов, приблизительно на 1 млн. м<sup>3</sup>/сут в год, что является следствием, в первую очередь, работ по нераспределенному фонду недр. По состоянию на 01.01.2013 г. запасы составляли 93.0 млн. м<sup>3</sup>/сут.

Проведем анализ структуры ЭЗПВ, состоящих в настоящее время на государственном учете, по следующим признакам: целевое назначение, категории изученности, балансовая принадлежность, крупность месторождения (участка).

Запасы по назначению можно разделить на три основных типа: хозяйственно-питьевое водоснабжение, производственно-техническое и смешанное. Ориентировочные данные по запасам подземных вод, состоящих на учете, содержащиеся в информационной системе "Учет и баланс подземных вод", показывают, что, начиная с 2000-х годов, доля последних неуклонно возрастает. Если в 1980-90-е годы она составляла не более 5-10%, то в 2000-е превысила 20%, а в настоящее время – немногим менее 30%. Таким образом, доля запасов, которые предназначены одновременно для питьевых и технических нужд, увеличивается. Соответственно, подземные воды все менее разделяются на питьевые и технические.

Отметим также, что с 2000-х годов резко увеличилась величина запасов, утверждаемых для поддержания пластового давления: на учете состоят запасы за период 2006-2010 г. в

количестве около 1.1 млн. м<sup>3</sup>/сут и за период 2011-2013 г. – более 2 млн. м<sup>3</sup>/сут. Между тем, они не используются для водоснабжения (в отличие от питьевых и технических), и поэтому должны быть выделены в отдельный тип (как правило, относятся к рассолам).

Рассмотрим динамику запасов по категориям. Отметим, что категории соответствуют требованиям на момент утверждения, которые неоднократно изменялись. Так, запасы категории А в 1950-1960 г. и с 1997 г. подсчитывались только на действующих водозаборах, а в 1960-1997 г. – и по данным ОФР. Сведения по суммарным запасам питьевых и технических подземных вод различных категорий приводятся в ежегодных бюллетенях, они сведены в табл. 2.12.

Приведенные данные показывают, что для категорий В и С1 в целом характерна некоторая тенденция к увеличению. Динамика же запасов категорий А и С2 резко различается.

Таблица 2.12.

Динамика запасов подземных вод по категориям за период 2004-2013 г.

| на 1<br>января | А      |         | В      |         | С1     |         | С2     |         | всего  |         |
|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                | запасы | прирост | запасы | прирост | запасы | прирост | запасы | прирост | запасы | прирост |
| 2005           | 29 078 |         | 27 460 |         | 24 301 |         | 10 026 |         | 90 865 |         |
| 2006           | 29 191 | 113     | 27 601 | 141     | 24 906 | 605     | 9 981  | -45     | 91 679 | 814     |
| 2007           | 29 293 | 102     | 27 679 | 78      | 25 153 | 247     | 10 360 | 380     | 92 485 | 806     |
| 2008           | 29 268 | -25     | 28 025 | 347     | 25 179 | 26      | 11 345 | 985     | 93 817 | 1 332   |
| 2009           | 29 307 | 40      | 28 185 | 160     | 25 095 | -84     | 12 907 | 1 562   | 95 495 | 1 678   |
| 2010           | 29 061 | -246    | 28 732 | 547     | 25 240 | 145     | 12 810 | -98     | 95 843 | 348     |
| 2011           | 27 542 | -1 519  | 28 863 | 131     | 25 262 | 22      | 13 313 | 503     | 94 980 | -863    |
| 2012           | 26 610 | -932    | 28 998 | 135     | 25 395 | 133     | 13 113 | -200    | 94 116 | -864    |
| 2013           | 24 900 | -1 709  | 28 603 | -395    | 26 425 | 1 030   | 13 043 | -70     | 92 972 | -1 144  |

Запасы категории А практически не изменялись в 2004-2009 г., после чего начался резкий спад (уменьшение составило более 4 млн. м<sup>3</sup>/сут). Снижение обусловлено работами по оценке современного состояния месторождений нераспределенного фонда недр, по итогам которых запасы категории А не выделяются (переводятся в более низкие категории), а часть ранее утвержденных списывается.

Запасы категории С2 существенно выросли в период 2005-2008 г. (на 3 млн. м<sup>3</sup>/сут). Рост был обусловлен проведением поисково-оценочных работ за счет бюджетных средств с целью обеспечения водоснабжения крупных городов (с большой величиной потребности). После их завершения величина запасов категории С2 стабилизировалась.

Данные по балансовой принадлежности показывают, что к забалансовым отнесено около 3-4% от общей величины запасов, состоящих на государственном учете. Добыча подземных вод в пределах месторождений по состоянию на 2013 г. составляла немногим более 15% от запасов, с учетом предполагаемой в будущем оценки на остальных эксплуатируемых участках – 22%.

Следовательно, фактически доля забалансовых запасов 80-85%.

Таким образом, сопоставление величины забалансовых запасов, состоящих на учете, и фактического освоения запасов свидетельствует о их резком несоответствии. Приведенные значения подтверждают вывод о необходимости внесения изменений в критерии определения балансовой принадлежности запасов.

Для оценки крупности месторождений (участков) обратимся к средней величине запасов, а также ее динамике (табл. 2.13). Принятая трактовка положения закона о недрах, согласно которой любой эксплуатируемый участок недр должен квалифицироваться как месторождение либо его участок, привела к резкому росту количества зарегистрированных месторождений и участков месторождений подземных вод. В целом по РФ оно увеличилось с 1990 г. приблизительно в три раза и превысило 12 тысяч.

При этом прирост количества МПВ (УМПВ) год от года возрастает (рис. 2.14).

В прямой зависимости находится средняя величина запасов по месторождению (участку). Если в 1990 г. она составляла ~21.4 тыс. м<sup>3</sup>/сут, то в 2012 г. – 8.2 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Аналогично уменьшается и средняя величина отбора с МПВ (УМПВ) – с 11.3 тыс. м<sup>3</sup>/сут до 2 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Таким образом, очевидно, что понятие "месторождение" ("участок месторождения") все больше приближается к понятию "лицензионный участок", что представляется совершенно неприемлемым.

#### **2.4. Совершенствование требований к изученности запасов и их классификации**

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.

1. Классификации запасов/ресурсов подземных вод устанавливают критерии их дифференциации по степени изученности и хозяйственному значению для принятия решений по дальнейшему изучению и освоению месторождений.

Все основные действующие классификации запасов полезных ископаемых являются двухмерными. Предложенная в первых версиях РК ООН трехмерная система, в которой предлагалось наличие трех осей, характеризующих степень геологической изученности (G), степень проработки проектных решений, т.е. технологической и экономической изученности (F) и степень экономической эффективности и согласования юридических и др. условий (E), была признана нежизнеспособной.

Таблица 2.13

Динамика количества МПВ (УМПВ) и запасов подземных вод

| по состоянию на 1 января | Всего млн (умпв) | неэксплуатируемых | эксплуатируемых | Запасы, млн. м <sup>3</sup> /сут |
|--------------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1991                     | 3 470            | 2 014             | 1 456           | 74 258                           |
| 1992                     | 3 576            | 2 096             | 1 480           | 76 164                           |
| 1993                     | 3 678            | 2 144             | 1 534           | 78 315                           |
| 1994                     | 3 739            | 2 167             | 1 572           | 79 183                           |
| 1995                     | 3 822            | 2 196             | 1 626           | 81 208                           |
| 1996                     | 3 854            | 2 192             | 1 662           | 82 994                           |
| 1997                     | 3 914            | 2 229             | 1 685           | 84 468                           |
| 1998                     | 3 941            | 2 222             | 1 719           | 85 013                           |
| 1999                     | 4 013            | 2 273             | 1 740           | 85 181                           |
| 2000                     | 4 083            | 2 334             | 1 749           | 85 920                           |
| 2001                     | 4 231            | 2 412             | 1 819           | 87 869                           |
| 2002                     | 4 425            | 2 491             | 1 934           | 88 531                           |
| 2003                     | 4 626            | 2 593             | 2 033           | 89 904                           |
| 2004                     | 4 854            | 2 617             | 2 237           | 89 632                           |
| 2005                     | 5 100            | 2 565             | 2 535           | 90 865                           |
| 2006                     | 5 426            | 2 723             | 2 703           | 91 679                           |
| 2007                     | 5 837            | 2 862             | 2 975           | 92 485                           |
| 2008                     | 6 371            | 3 056             | 3 315           | 93 817                           |
| 2009                     | 6 982            | 3 228             | 3 754           | 95 495                           |
| 2010                     | 7 651            | 3 408             | 4 243           | 95 843                           |
| 2011                     | 8 676            | 3 629             | 5 047           | 94 980                           |
| 2012                     | 9 816            | 4 255             | 5 561           | 94 116                           |
| 2013                     | 11 293           | 4 187             | 7 106           | 92 972                           |

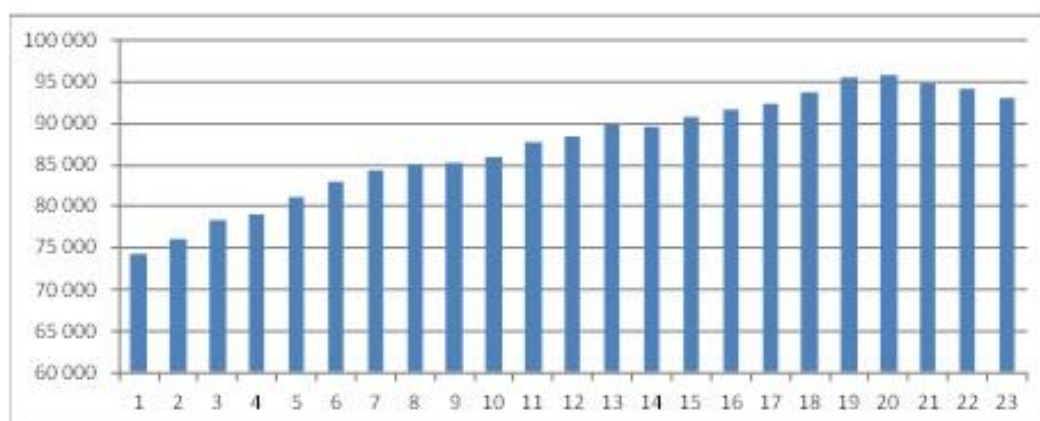
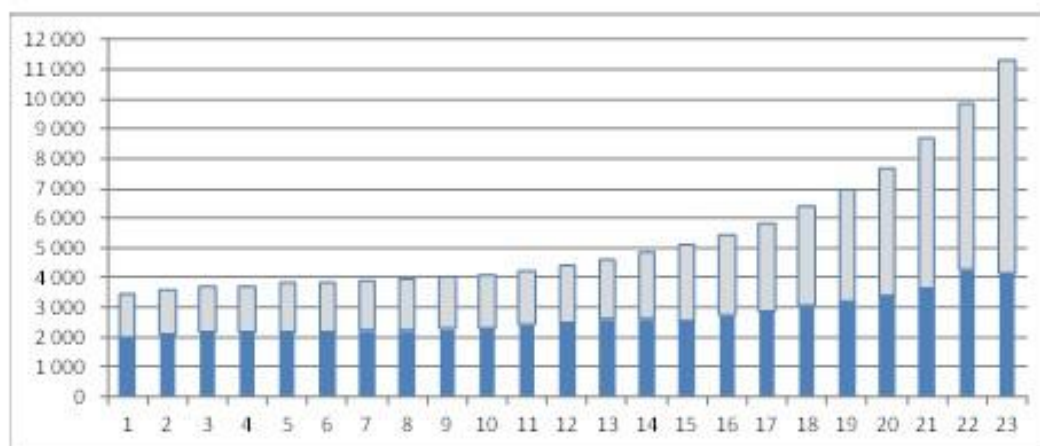


Рис. 2.14. Динамика количества МПВ (УМПВ) и запасов подземных вод за период 1991-2013 г.

Для подземных вод нецелесообразность отказа от совмещения осей G и F была показана при подготовке проекта Классификации в 2002 г. [27]. Предлагалась двухмерная классификация, исходя из геолого-гидрогеологической и технико-экономической изученности с одной стороны и социально-экономической эффективности – с другой.

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 геологической 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 геологической изученности.

2. Согласно построению классификационных систем, категория А определяет наибольшую степень достоверности подсчитанных запасов. В соответствии с Классификациями 1950, 1997 и 2007 г. их оценка базируется на опыте эксплуатации водозаборных сооружений. Назначением запасов категории А является обоснование их дальнейшей эксплуатации, а также расширения и реконструкции.

Большую часть работ по оценке запасов в настоящее время составляют работы на действующих водозаборах, однако при этом запасы категории А практически не подсчитываются. Как правило, утверждаются запасы по категории В, а также  $C_1$  – в зависимости от детальности их изученности.

Это свидетельствует о том, что требования к ним значительно превышают информативность материалов, которые могут быть получены в процессе эксплуатации.

Мониторинг, требования к которому содержатся в лицензионных соглашениях, не проводится недропользователями в должном объеме, поскольку не используется ими для оперативного управления, а действенный механизм воздействия отсутствует.

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

В связи с этим высказывались предложения (по аналогии с предложениями для запасов нефти), считать категорию А учетной, отражающей фактические объемы воды, отобранной при эксплуатации. Это предполагает ежегодное изменение величины запасов категории А. По существу, это отказ от категории А в общепринятом понимании и придание ему другого содержания. На наш взгляд, учет добычи подземных вод должен производиться вне зависимости от их запасов, он не требует проведения какой-либо экспертизы.

Итак, выделение запасов категории А в настоящее время не имеет практического

значения, поскольку они ничем не отличаются от запасов категории В при обосновании дальнейших действий недропользователя. Материалы эксплуатации в подавляющем большинстве случаев недостаточны для квалификации запасов по данной категории.

В связи с этим сохранение категории А в классификации запасов может рассматриваться только как дань традиции и аналогии с другими видами полезных ископаемых.

3. Наибольшие затруднения для всех типов полезных ископаемых исторически вызывает "идентификация" категории С<sub>2</sub>, по выражению Новикова (применительно к углеводородам) "балансирующей на грани запасов и ресурсов".

Следует подчеркнуть, что такое положение вещей в большей или меньшей степени имело место на протяжении всей истории оценки и утверждения запасов подземных вод, начиная с первой Классификации 1950 г. В то же время, порядок выделения запасов категории С<sub>2</sub> подвергался наиболее значительным изменениям. Так, степень изученности, соответствующая по Классификации 1960 г. запасам категории С<sub>2</sub>, после принятия Классификации 1983 г. стала достаточна только для отнесения к прогнозным ресурсам категории Р.

При этом запасы категории С<sub>2</sub>, предназначенные для оценки полных потенциальных возможностей водоотбора в пределах изучаемого месторождения, должны подсчитываться по всей его площади применительно к условным обобщенным схемам эксплуатации.

Таким образом, запасы категории С<sub>2</sub>, помимо их не вполне ясных обоснованности и назначения, имеют ярко выраженную неопределенность территориальной принадлежности.

В 2007 г. с принятием ныне действующей Классификации статус запасов категории С<sub>2</sub> должен был вновь понизиться – до прогнозных ресурсов категории Р<sub>1</sub>. Этого не произошло, в результате чего требования к двум указанным категориям практически идентичны. Следовательно, после разделения ресурсов на три категории категория запасов С<sub>2</sub> вообще оказалась "лишней". Анализ динамики запасов показывает, что после завершения поисково-оценочных работ, выполняемых за счет бюджетных средств с целью обеспечения водоснабжения крупных городов, объемы запасов, оцениваемых по категории С<sub>2</sub>, минимальны.

Из приведенных выше сведений следует, что запасы, относимые к категории С<sub>2</sub>, не отвечают определению понятия "запасы" как величине отбора из геолого-технически обоснованных водозаборных сооружений при заданном режиме и условиях эксплуатации, качестве воды, с учетом социально-экономической целесообразности использования.

Степень изученности, необходимая для отнесения расчетного расхода водозабора к запасам, предполагает обоснование требуемого количества воды, схемы водозабора, конструкций скважин, размеров ЗСО, методов водоподготовки и др.

Итак, вследствие развития представлений о прогнозных ресурсах, конкретизации требований к ним и увеличению их значимости, выделение запасов категории С<sub>2</sub> 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. 2.15. Сокращение количества категорий до двух ( $B$  и  $C_1$ ) позволит установить четкую схему стадийности геологоразведочных работ, согласующую тип объекта изучения, вид пользования недрами и стадийность разработки проектных документов [42].

4. Техничко-экономическая эффективность, или хозяйственное значение 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 отнесения к той или иной группе неоднократно изменялись.

Первоначально предусматривалось разделение запасов согласно принципу экономической целесообразности использования на момент оценки. В 1983 г. к данному критерию была добавлена техническая и технологическая возможность использования. В 1997 г. эти два критерия были объединены: целесообразность использования должна определяться по данным специальных технико-экономических обоснований. Дополнительно должна быть подтверждена возможность использования путем получения согласований от органов, регулирующих вопросы природопользования.

В действующей с 2007 г. Классификации используются совершенно неприемлемые критерии: соответствие качества воды и наличие условий для создания зон санитарной охраны.

По существу, балансовая принадлежность, или место подсчитанных запасов на оси  $E$  (по терминологии РК ООН), является показателем вероятности их освоения, т.е. удостоверяет представления о возможности и целесообразности освоения запасов на момент их подсчета.

Критерием достоверности оценки хозяйственного значения запасов является их фактическое освоение. Как было показано выше, неостребованные 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 геологическая экспертиза требует учета 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.

Итак, проведенный анализ свидетельствует о необходимости следующих изменений в порядок определения балансовой принадлежности запасов и методики проведения прогнозных расчетов [43].

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

Рис. 2.15. 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 <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> + P <sub>3</sub>      | В                       |            |
|                           |   | C <sub>1</sub>          |            |

**Увеличение технико-экономической эффективности освоения**

Рис. 2.16. Классификация запасов / ресурсов подземных вод. Ось технико-экономической эффективности освоения

1) Выделение групп балансовых и забалансовых запасов должно базироваться на оценке двух групп факторов:

- 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 по перечисленным выше основаниям, но имеется перспектива их последующего вовлечения в эксплуатацию.

2) 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 государственной экспертизы или даты прекращения эксплуатации, при отсутствии лицензии на право пользования недрами с целью разведки и добычи подземных вод.

3) Влияние на оцениваемый участок расчетного водоотбора на месторождениях (участках месторождений) с забалансовыми запасами не учитывается.

Для прогнозных ресурсов балансовая принадлежность не оценивается (рис. 2.16).

5. Введение в 1976 г. (Инструкция) трех групп месторождений по сложности гидрогеологических условий было предназначено для решения нескольких задач:

- определение состава, объемов и методики геологоразведочных работ;
- определение способа подсчета запасов, включая принципы экстраполяции данных натурных исследований;
- определение целесообразной степени изученности месторождений, подготовленных для промышленного освоения.

Последняя задача была актуальна в период, когда оценка подготовленности определялась по соотношению запасов различных категорий, подсчитанных в пределах месторождения.

Отнесение к той или иной группе производится в зависимости от сложности геологического строения и гидрогеологических условий, а также водохозяйственных, экологических, горно-геологических и др.

В настоящее время разделение на группы сложности выполняет только методическую функцию. Каждая группа сложности определяет методику и объемы геологоразведочных работ, методику подсчета эксплуатационных запасов, а также целесообразную и реально возможную изученность в процессе геологоразведочных работ.

При квалификации оцениваемого участка недр по сложности следует, как правило, ориентироваться на наиболее сложный из выделенных факторов.

Надежность выполняемых при оценке запасов прогнозных расчетов и, соответственно, квалификация подсчитанных запасов по категориям, зависит от степени обеспеченности планируемого (разрешенного) водоотбора ( $Q_n$ ) ресурсным потенциалом подземных вод ( $Q_R$ ), мерой которой является коэффициент обеспеченности ( $\alpha = Q_R / Q_n$ ). Очевидно, что при ( $\alpha \gg 1$ ) задача подсчета запасов существенно упрощается. Соответственно, сложные и даже очень сложные гидрогеологические условия могут квалифицироваться как простые.

6. При проведении геологоразведочных работ первоочередным является вопрос о соответствии качества воды назначению ее использования, в случае пресных подземных вод (как правило) - для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Как было показано ранее, к подземным питьевым водам относятся воды, качество которых либо удовлетворяет требованиям питьевого водоснабжения, либо может быть доведено до них путем водоподготовки (кондиционирования).

В результате ужесточения нормативных требований наблюдается существенное уменьшение распространения подземных вод, которые являются кондиционными в природном состоянии. С другой стороны, вследствие развития технологий очистки (обработки) воды, практически все подземные воды зоны свободного водообмена удовлетворяют условию возможности их водоподготовки.

Совокупность приведенных выше положений позволяет сделать несколько выводов [39, 42]:

- разделение подземных вод на питьевые и технические потеряло смысл, что со всей очевидностью подтверждается практикой оценки запасов и их постановки на учет;

- требование о согласовании качества подземных вод с органами Роспотребнадзора, наличие которого необходимо для представления отчетов о геологическом изучении недр на государственную экспертизу, является избыточным;

- неотъемлемой частью оценки эксплуатационных запасов является обоснование технологии обработки воды с целью доведения ее качества до требуемого.

Под технологическим изучением подземных вод понимается получение информации, достаточной для обоснования необходимости, выбора методов и проектирования систем водоподготовки с целью доведения качества исходной воды до установленных норм или требований потребителя.

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.

7. Эксплуатационные запасы месторождений подземных вод подлежат геолого-экономической оценке, определяющей (как и для других видов полезных ископаемых), целесообразность их использования.

Геолого-экономическая 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 разработки, и выбор наиболее рационального.

Критерием, как правило, является минимум приведенных затрат на добычу, но окончательное решение принимает недропользователь.

Высокая социальная значимость вод хозяйственно-питьевого назначения предполагает их использование независимо от себестоимости продукции. Поэтому основной целью геолого-экономической оценки является определение минимального тарифа (отпускной цены), при которой добывающее предприятие будет иметь минимально необходимую степень рентабельности. По результатам этой оценки органы власти могут принять решение об изменении тарифов или о предоставлении недропользователю соответствующих льгот, либо о дотировании из бюджета.

8. Обязательным элементом оценки эксплуатационных запасов подземных вод является обоснование границ месторождений и их участков.

Наличие геологически обоснованных, закрепленных на топографических картах и разрезах, юридически легитимных границ месторождений подземных вод необходимо для ведения государственного учета запасов и 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 их обоснование 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 [24].

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.

Важно подчеркнуть, что указанные факторы часто недостаточны для оконтуривания МПВ, в первую очередь – в условиях большой площади распространения водоносных горизонтов, которая значительно превышает возможную площадь месторождения. В этих случаях границы следует определять с использованием результатов гидродинамических 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 с учетом природоохранных ограничений. 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.

9. 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 [38].

В связи с этим 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 реализуется в настоящее время в большинстве субъектов РФ.
- месторождение является объединением огромных площадей, в пределах которых расположено множество групповых и одиночных водозаборов. В этом случае каждый участок одиночного водозабора приобретает статус участка месторождения.

Второй принцип принят для Московской области, где были выделены 39 укрупненных месторождений - таким образом, что фактически вся территория региона оказалась разделена на МПВ. Фактически это гидрогеологическое районирование территории, направленное на упрощение процедуры учета, а не выделение (оконтуривание) месторождений. На практике это привело к абсурдной ситуации выделения месторождений внутри других месторождений.

Оба подхода, несомненно, противоречат определению и геолого-экономическому

содержанию термина "месторождение подземных вод", принятому в настоящее время в специальной справочной и методической литературе. В результате их применения количество зарегистрированных в РФ месторождений и участков месторождений подземных вод увеличивается в геометрической прогрессии и уже превысило 12 тысяч.

Предлагается придать легитимность понятию "одиночный водозаборный узел" (ОВЗУ), дав ему следующее определение: "одиночный (малый) водозабор, или (ОВЗУ) – водозабор, состоящий из одной или нескольких скважин, влияние суммарного водоотбора из которых локализуется в ближайшей окрестности водозабора и не приводит к значимым изменениям гидродинамического и гидрохимического режима подземных вод на окружающей территории".

Участок ОВЗУ должен иметь статус участка недр, предоставленного в пользование с целью добычи подземных вод "для собственных нужд" (не имеющий промышленного значения). Он может находиться как в пределах месторождений и их участков, так и вне их.

В системе государственного учета и мониторинга следует выделить отдельный раздел для ведения реестра оцененных запасов по участкам недр, эксплуатируемым одиночными ВЗУ. Необходимо также ввести упрощенные требования к оценке запасов, составу и оформлению отчетных материалов.

10. В состав геологоразведочных работ необходимо включать исследования по оценке защищенности водозаборов подземных вод от поверхностного загрязнения.

Показателем защищенности является время движения возможного загрязнения от поверхности земли к эксплуатационным скважинам, включающее вертикальную и горизонтальную составляющие. Первая характеризует защищенность водоносного горизонта, суммарное время – защищенность водозабора.

Расчеты положения границ 2 и 3 поясов ЗСО должны выполняться не путем оценки времени движения по пласту, а с учетом вертикальной фильтрации. Отказ от учета условий перекрытия, то есть защищенности подземных вод, при определении границ ЗСО означает, что между подземными и поверхностными водами ставится знак равенства.

Рекомендуются следующие основные изменения в нормативные документы:

1) По степени защищенности подземные воды можно разделить на 3 группы:

- надежно защищенные (защищены от химического и микробного загрязнения) – время поступления загрязнений превышает расчетный 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) Первый пояс предназначен для предотвращения возможности загрязнения водоносного

горизонта через оголовки и устья скважин, поэтому защищенность не влияет на его размеры.

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

4) Третий пояс ЗСО должен быть разделен на два: 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.

11. В районах, характеризующихся масштабным использованием ресурсов подземных вод и сложными гидрогеологическими условиями, применение постоянно-действующих моделей (ПДМ) является инструментом управления недропользованием в части изучения и использования подземных вод.

Для ведения ПДМ необходимы данные мониторинга, являющиеся как основой для разработки и уточнения моделей, так и информационным обеспечением управленческих решений.

Достоверность значений геофильтрационных параметров определяется качеством информации о фактическом водоотборе и уровнях подземных вод. В настоящее время соответствующие данные недостаточны, недостоверны и недоступны. В связи с этим разработка и актуализация моделей крупных территорий по текущим данным в интенсивно эксплуатируемых районах теряет смысл.

Складывающаяся в сфере мониторинга ситуация делает очевидным актуальность восстановления наблюдательных сетей и придания им юридического статуса. Имеющиеся требования к ведению эксплуатационного мониторинга на участках добычи подземных вод должны быть подкреплены положениями законодательства, обеспечивающими их соблюдение недропользователями.

12. В современной нормативной базе отсутствует действовавшее ранее положение, согласно которому эксплуатационные запасы должны подсчитываться применительно к существующей водохозяйственной обстановке с учетом ее планируемых изменений.

Это принципиально неверно. Подсчет должен выполняться с учетом проектных решений по планировке и регулированию русел рек и других водных объектов, что особенно актуально для горной местности.

Классификацией эксплуатационных запасов подземных вод следует установить также условия, при которых утвержденные запасы подлежат переоценке.



### **3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Исходные данные обладают способностью сохранять свою значимость, а некоторые их виды с течением времени приобретают даже более высокую ценность [184]. Поэтому необходимость решения задачи накопления и оптимального использования информации была очевидна задолго до начала периода широкого проведения геологических исследований.

Увеличение масштабов изучения и использования минерально-сырьевых ресурсов, развитие методов и средств исследования геологической среды сопровождалось повышением ценности и востребованности информации о недрах. Приведенный тезис в равной степени применим ко всем полезным ископаемым, в том числе к подземным водам.

В первых главах работы уже шла речь о понятии "информация" как о факторе, определяющем обоснованность прогнозных оценок и надежность принимаемых решений. Были рассмотрены правовые и нормативные проблемы обеспечения достоверности, достаточности и доступности геолого-гидрогеологических материалов и других видов исходных данных.

Настоящая глава посвящена вопросам хранения и обработки информации, включающей ее накопление, преобразование, анализ, представление и передачу. Для решения перечисленных задач применяются информационные системы (ИС).

Со второй половины прошлого века данное понятие ассоциируется с компьютерными технологиями, однако собственно идея информационных систем и некоторые принципы их организации возникли уже с появлением письменности. ИС ручного обращения, к которым относятся библиотеки, архивы, фонды и т.п., использовались и используются человечеством многие столетия. К таким системам в полной мере относятся и фонды геологической информации.

В 1937 г. в СССР, вскоре после начала проведения по всей территории страны широкомасштабных геологоразведочных работ, было принято решение об образовании Всесоюзного геологического фонда (ВГФ), на который возлагались сбор, систематизация, централизованное хранение и подготовка для использования результатов всех выполненных работ, а также данных о промышленном использовании минерально-сырьевых ресурсов.

В течение нескольких десятилетий ВГФ (ныне Росгеолфонд) превратился в универсальный, не имеющий аналогов в мире информационно-технологический комплекс, содержащий колоссальные объемы материалов. В настоящее время фондовая геологическая информация рассматривается как важнейший государственный актив, национальное достояние и фактор обеспечения безопасности страны [161, 228].

По мере накопления информации и вовлечения все больших объемов исходных данных в процесс обоснования инженерных и управленческих решений, возрастали требования к возможностям их хранения и обработки. При этом во многих случаях наличие большого объема разнообразных по характеру и качеству фактических материалов, накопленных за длительный период проведения геологоразведочных работ и эксплуатации подземных вод, приводит к необходимости их взаимоувязанного анализа и согласования в рамках единой концептуальной модели и соответственно, комплексного подхода к интерпретации полученных данных.

Указанные факторы стали причиной проникновения и все большего распространения в практике геологоразведочных работ компьютерных технологий, предоставляющих новые возможности работы с данными.

Возможности ИС широко востребованы в условиях становления новой правовой и экономической системы, в которой анализ информации является инструментом государственного управления недропользованием. Следует отметить, что применение ИС при изучении подземных вод является одним из немногих, но крайне важных направлений гидрогеологических исследований последних десятилетий, где прогресс очевиден.

Как отмечается в [15], сложившаяся после распада СССР в отечественной геологической отрасли негативная ситуация парадоксальным образом благоприятно повлияла на усиленное развитие и внедрение современных информационных технологий, что позволило частично восполнить дефицит информации в условиях резкого снижения объемов геологических работ, а также, в некоторой степени, и дефицит высококвалифицированных специалистов, имеющих длительный опыт работы в разнообразных гидрогеологических условиях.

### **3.1. Информационные системы. Понятия и определения**

Существует множество определений понятия ИС, как общенаучных, так сформулированных применительно к различным сферам деятельности [163, 185, 359]. Некоторые базируются на указании составных частей ИС, другие во главу угла ставят их назначение и функциональные возможности. Все они предписывают обязательное наличие в их составе аппаратно-программных средств.

Согласно ФЗ РФ от 27.07.2006 г. №149 "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", ИС – "совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств".

В соответствии с ГОСТ РВ 51987, ИС – "автоматизированная система, результатом функционирования которой является представление выходной информации для последующего использования".

В нашем понимании, следуя за наиболее распространенным определением понятия

"информационные технологии" [135], информационная система – система, включающая организационно упорядоченную совокупность данных и средства управления ими, предназначенная для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления [292].

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.Рошалья, Н.В.Седова, Д.Б.Аракчеева, О.В.Митраковой, А.С.Попова, Л.Е.Чесалова.

Основой гидрогеологических ИС является геологическая информация, под которой понимают "совокупность данных о строении, свойствах и освоении геологических объектов, происходящих в них процессах и их проявлениях". Множество всех объектов, свойства которых и отношения между которыми подлежат изучению, обозначается термином "предметная область", ее формализованное описание именуется концептуальной моделью [121].

Исходные гидрогеологические данные можно условно подразделить на два вида [184]:

- 1) неподготовленные, получаемые при проведении наблюдений и опробований: замеры глубин уровня, температуры, дебита и др.;
- 2) подготовленные, преобразованные в удобный для анализа вид: таблицы, схемы, графики и др.

Неподготовленные данные фиксируются в буровых журналах, журналах откачек, полевых книжках; подготовленные - в табличных и графических приложениях к отчетам. Первые накапливались (и накапливаются) в архивах, вторые – в геологических фондах.

В соответствии с современным ГОСТ Р 53794-2010, геологическая информация подразделяется на первичную (т.е. неподготовленные данные), интерпретационную (подготовленные) и обобщенную (отчеты). Согласно ГОСТ Р 53797-2010 к числу основных показателей качества геологической информации относятся: полнота, необходимая точность, достоверность, совместимость и сопоставимость.

Геологическая информация разделяется на "координатно-привязанную" и "объектно-привязанную" [138]. Заметим, что любой материальный объект имеет координатную привязку, поэтому различие заключается не в наличии координат, а в возможности их установления и определения в системе. Между тем, проблема отсутствия единых общепринятых подходов к выделению геологических объектов, установлению их границ, соотношений между ними, обсуждаемая еще в 1980-90-е годы [121], не решена до сих пор (раздел 2.2.2).

В более широком смысле различают картографические данные об объектах реального мира (геометрические объекты) и описательную непространственную информацию об этих объектах (атрибуты). На этом основано разделение информационных систем на фактографические и географические, или, согласно ДеМерсу [105], пространственные и непространственные информационные системы.

При проведении гидрогеологических исследований, помимо фактографических и географических ИС, применяются также системы численного математического моделирования. Подчеркнем, что системы моделирования, в широком смысле, также относятся к информационным.

В соответствии с приведенным выше определением, информационные системы включают специальным образом организованные данные (базы данных) и системы управления ими (в том числе прикладное программное обеспечение).

База данных (БД), согласно наиболее часто употребляемому определению, – поименованная совокупность взаимосвязанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. БД содержит данные о предметной области и является ее информационной моделью. В широком смысле под базой данных понимается любая систематизированная совокупность данных, которая может быть обработана с помощью ЭВМ.

Основным структурным элементом фактографической БД является таблица, а картографической БД – тематический слой (группа одноименных файлов с разными расширениями, соответствующими различным видам информации).

Система управления базами данных (СУБД) – комплекс программных и языковых средств, предназначенных для создания баз данных, управления ими и организации доступа к ним в условиях принятой технологии. Управление данными включает обработку (ввод, хранение, удаление, редактирование, преобразование и др.) информации, ее анализ, представление и экспорт.

Сближение и объединение трех указанных направлений (трех видов ИС) привело к созданию так называемых интегрированных (комплексных) информационных аналитических систем (ИАС), предназначенных для решения комплекса задач, связанных с управлением изучением и использованием подземных вод (оценка ретроспективного и текущего состояния, прогнозирования гидрогеологических процессов и др.).

Наибольшее развитие получила такая разновидность ИАС, как постоянно-действующие модели (ПДМ). В современном представлении ПДМ – интегрированная гидрогеологическая информационная система, включающая численную математическую модель и сопровождающие базы данных, отражающая природные и антропогенные изменения состояния подземных

водных объектов, систематически используемая и совершенствующаяся на основе интерпретации новых данных на протяжении всего периода эксплуатации.

### **3.2. Исторический обзор использования ИС при проведении гидрогеологических исследований**

Использование ИС в геологии, как уже указывалось, началось с создания фондов геологической информации (вторая половина 1930-х годов). В середине прошлого века значительно увеличилась сложность и трудоемкость задач, решаемых при обосновании возможности использования недр с целью добычи подземных вод, что было обусловлено несколькими факторами, основными из которых являются следующие:

- увеличение отбора подземных вод и количества разрабатываемых участков недр, находящихся в гидродинамическом взаимодействии, которое привело к формированию региональных депрессионных воронок (больших размеров и глубины), и, следовательно, к увеличению масштабности изучаемых объектов и процессов;

- увеличение влияния на подземные воды других факторов антропогенной (в том числе водохозяйственной) деятельности, которое проявляется в изменении граничных условий на поверхностных водных объектах, параметров взаимосвязи подземных и поверхностных вод, условий и величины инфильтрационного питания, появлении источников загрязнения, ограничении возможности отвода земель под строительство водозаборных сооружений и др.

Впоследствии к этим факторам добавились такие, как:

- расширение списка нормируемых компонентов и ужесточение требований, предъявляемых к качеству вод, используемых для централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и предприятий;

- увеличение значимости природоохранных ограничений.

- повышение требований к достоверности прогнозов, увеличение значимости технико-экономических оценок освоения и эксплуатации месторождений.

Начавшееся использование механических (1960-е годы), а затем автоматизированных (с 1970-х годов) ИС при гидрогеологических исследованиях было обусловлено необходимостью учета и детального анализа все большего количества природно-географических, геолого-гидрогеологических и техногенных факторов, определяющих пространственно-временные изменения состояния подземных водных объектов (см. раздел 2.2.4).

Изменения, произошедшие в этой сфере за истекший период, следует рассматривать как часть общего процесса развития информационных технологий. Прогресс же последних определялся, главным образом, развитием технических средств (т.е. электронно-вычислительных машин), предназначенных для накопления и обработки информации.

Первые ЭВМ создавались на основе электронных ламп, занимали огромные залы и требовали большого количества обслуживающего персонала. Вследствие дороговизны их могли позволить себе только правительства и большие исследовательские организации.

Изобретение транзисторов 1948 г. и интегральной схемы 1959 г. привело к миниатюризации, повышению надежности и созданию в 1974 г. персонального компьютера (ПК), рассчитанного на одного пользователя. Однако производительность ПК была низкой, а любая модификация требовала специальной квалификации. Концепция открытой архитектуры и переход на многопроцессорные компьютеры обусловили процесс непрерывного улучшения их характеристик.

Особо бурное развитие ПК получили в течение последних двадцати лет. Современные персональные компьютеры обладают производительностью, превосходящей ЭВМ 1970-80-х годов, компактны и гораздо менее дороги. Широко используются локальные и глобальные сети, обеспечивающие фактически неограниченный доступ к ресурсам других компьютеров с индивидуального рабочего места.

Применение ИС, в современном понимании термина, в гидрогеологии можно условно разделить на несколько этапов, различающихся как техническими средствами, так и функциональными возможностями (табл. 3.1).

Таблица 3.1

## Этапы применения ИС в гидрогеологии

| № | Период | Используемые технические средства      | Типы ИС, основные задачи   |
|---|--------|--|--|
| 1 | 1960-е | Механизированные                       | АИПС, накопление и хранение данных, представление – только в табличной форме     |
| 2 | 1970-е | Электронно-вычислительные машины (ЭВМ) | АИПС, АСОД, графическое представление; режим и прогноз, кадастр водных объектов  |
|   | 1980-е |  | АИС, АСУ, ПДМ, управление процессами на основе многовариантных прогнозов         |
| 3 | 1990-е | Персональные компьютеры (ПК)           | ИАС, обобщение данных мониторинга на различных уровнях                           |
|   | 2000-е |  | ИАС, учет запасов и участков недр, удаленный (интернет) доступ и передача данных |

*Примечание:*

*АИПС – автоматизированная информационно-поисковая система*

*АСОД – автоматизированная система обработки данных*

*АСУ – автоматизированная система управления*

*АИС – автоматизированная информационная система*

*ПДМ – постоянно действующая модель*

*ИАС – интегрированная аналитическая система*

Период 1 характеризуется использованием бумажных перфорационных носителей информации (перфокарты, перфоленты); период 2 - магнитных (ленты, карты, диски); период 3

- магнитных (жесткие диски компьютеров), оптических (диски CD, DVD) и электронных (карты памяти, флэш-накопители).

Заметим, что в работе [334], посвященной созданию геоинформационных технологий для обработки и интерпретации геолого-геофизических данных, выделяются следующие этапы развития программного обеспечения: создание отдельных программ (1960-1970 гг.), систем программ (1970-1980 гг.) и автоматизированных систем обработки данных (конец 70-х - начало 80-х годов прошлого столетия).

Классифицировать ИС очень сложно из-за их разнообразия, постоянного развития и комбинирования функций. В качестве признаков классификации используются область применения, организация информационных процессов, структура и др. Одной из наиболее часто встречающихся является классификация по функциональному признаку.

В работе [97], вышедшей в 1983 г., приведено деление гидрогеологических ИС на 3 класса по уровню сложности решаемых задач:

1. Поиск (АИПС и др.) - хранение, поиск и выдача данных для обработки;
2. Обработка (АСОД и др.) – обработка, хранение, поиск и выдача обработанных данных;
3. Оценка и прогноз (АИС) – обработка, анализ и систематизация данных, многовариантные расчеты, моделирование, создание ПДМ, прогнозирование.

В относительно недавней (2006 г.) работе [206] в соответствии с функциональными возможностями выделяют следующие классы ИС: системы обработки данных (СОД), информационно-поисковые системы (ИПС), автоматизированные системы управления (АСУ). При этом в составе класса СОД выделяются геоинформационные системы (ГИС), а класса АСУ - системы поддержки принятия решений (СППР).

В 1980-х годах была поставлена задача разработки интегрированных автоматизированных систем, предназначенных для управления гидрогеологическими объектами и процессами. Перечисленные направления использования в последующие годы практически не изменялись. В настоящее время считается, что прикладные информационно-аналитические системы должны обладать функционалом информационно-поисковых систем, систем обработки данных, систем поддержки принятия решений на основе применения СУБД, ГИС и Web технологий [54, 70].

Рассмотрим основные этапы развития ИС в гидрогеологии.

В 1960-х годах началась разработка специальных систем, называемых информационно-поисковыми системами (ИПС), позволяющих найти необходимую информацию, обработать ее соответствующим образом и выдать для дальнейшего использования.

Первые (механизированные) ИС, как и их предшественники – ИС ручного обращения, имели основным предназначением эффективное накопление и сохранение данных [3, 141, 169]. Счетно-перфорационные машины, используемые в механизированных ИПС, выдавали данные

лишь в табличной форме [184].

В то время существовало разделение на фактографические ИПС, накапливающие исходную (фактическую) информацию, и документальные ИПС, хранящие документы или их образы.

Уже на этом этапе сформировалось представление о том, что фактографическая ИПС состоит из трех основных частей:

- 1) так называемого "фонда памяти", или "банка данных" (данные, нанесенные на бумажные носители, перфокарты, магнитные ленты);
- 2) технических средств обработки (спицы и ящики для ручных перфокарт, различные пишущие и счетные машины);
- 3) методов работы (инструкций по подготовке данных, методик "свертывания" информации).

Наиболее крупной действующей гидрогеологической системой являлась АИПС "Режим подземных вод", которая должна была не только осуществлять сбор, хранение и обработку информации о режиме подземных вод, но и удовлетворять требования народного хозяйства в выдаче информации и прогнозов режима.

Система была рассчитана на обработку информации, поступающей более чем со 100 гидрогеологических партий (25 тыс. скважин, около 2 млн. чисел ежегодно). Применялся децентрализованный способ подготовки носителей информации (на перфокартах и перфолентах) с универсальных полевых книжек. Передача данных осуществлялась в региональные механизированные центры обработки (ВЦ) по почте или телетайпу.

В 1970-е годы получают распространение автоматизированные гидрогеологические ИС, основанные на применении электронных вычислительных машин.

Автоматизированные ИПС, помимо функций поисковых систем, использовались для наглядного (графического) представления информации; выполнения прогнозов по режимным данным, составления кадастров водных объектов.

Их возможности ограничивались, в первую очередь, уровнем технического обеспечения и его доступностью. В работе [184] отмечалось:

1. Магнитные носители, играющие ведущую роль в создании автоматизированных ИПС, весьма недолговечны и используются лишь в виде промежуточных носителей для оперативной работы ЭВМ. Затем данные должны перезаписываться на долговременный носитель. При этом параллельно приходится хранить первичные носители в качестве эталонных массивов, а магнитные носители "восстанавливать" через определенные промежутки времени.

Долговременные (используемые десятками лет) технические носители практически недоступны для наук (служб), изучающих природные процессы, причем до сих пор не найден



наилучший долговременный технический носитель.

2. Ввиду чрезвычайной трудоемкости и дороговизны ЭВМ, к ним следует прибегать в крайних случаях, когда невозможно решить поставленные задачи более простыми техническими средствами.

Вследствие этого в 1970-е годы во многих странах создавались единые (в масштабе страны) гидрогеологические АИПС. Такие системы действовали в США, Франции, ФРГ [366, 373].

На начальном этапе проектирования ИС в гидрогеологии использовался так называемый "позадачный" подход [64,121] – структура моделируемого объекта, постановка задачи и метод решения жестко фиксировались, а любое изменение приводило к коренной переработке системы.

При этом некоторые данные оказывались совместно используемыми в разных задачах, что приводило к неэффективному использованию ресурсов ЭВМ и создавало предпосылки к образованию противоречивой информации. Также было замечено, что при всем разнообразии решение гидрогеологических задач связано с выполнением множеств однотипных операций, которые могут быть сосредоточены в одном блоке.

Указанные факторы способствовали формированию концепции автоматизированного банка данных и созданию автоматизированных систем на основе банков данных (в некоторых источниках используется термин "блочный метод").

Под *автоматизированным банком данных* понимается организационно-техническая система, представляющая собой совокупность баз данных пользователей, технических и программных средств формирования и ведения этих баз и коллектива специалистов, обеспечивающих функционирование системы [190]. Основные недостатки подобной интеграции – увеличение сложности управления и необходимость администрирования [14].

Обратим внимание на очевидную идентичность терминов "автоматизированный банк данных" и "информационная система".

В числе наиболее крупных гидрогеологических систем, которые использовались или разрабатывались в 1970-е годы в СССР можно назвать АИПС "Режим подземных вод", АИС "Государственный водный кадастр подземных вод СССР", АСУ "Гидрогеология" [97, 109, 169, 301].

Эти системы основывались на общих принципах создания автоматизированных систем, среди которых: принципы системного подхода, этапности разработок, оптимизации системы, иерархического строения, непрерывности развития и т. д. [4, 128].

При этом данные хранятся в разных массивах, совокупность которых должна быть [323]: интегрированной при малой или отсутствующей избыточности данных; взаимосвязанной –

обеспечивающей полноту и непротиворечивость; проблемно-ориентированной; независимой от обрабатываемых программ.

На рубеже 1970-80-х годов в гидрогеологии разрабатывалось и использовалось не менее 30 информационных систем [301], причем исследования проводились во многих республиках СССР. ИС ориентировались на достижение следующих целей [236]:

- упорядочивание информационного обслуживания специалистов, проводящих геологоразведочные работы;
- управление технологическими процессами получения и обработки информации;
- решение отдельных содержательных задач математическими методами;
- организационное управление производством и экономикой;
- управление гидрогеологическими процессами.

Среди систем, предназначенных для решения частных специализированных задач, можно выделить следующие:

- АИПС "Гидроскважина" и АИПС "Объект", разработанные в ПГО "Севкавгеология". Системы были реализованы на ЭВМ ЕС-1022 и ориентированы, в основном, на работу в режиме "запрос-ответ". Первая содержала набор показателей, обеспечивающий создание информационной карты по гидрогеологической скважине, вторая – по месторождению подземных вод. В системы входили пакеты прикладных программ, предназначенных для ввода, поиска, выдачи и логико-математической обработки фактографической информации. Также предполагалась передача данных в систему АСОД с целью решения задач в подсистеме "Подсчет запасов подземных вод";

- АИПС "Гидрохимия подземных вод", которая осуществляла сбор, хранение, выдачу фактографической информации, включая математическую обработку [137]. Система относилась к категории информационно-диагностических, состояла из 3 рабочих блоков: сбора информации, ее подготовки, а также поиска и выдачи данных;

- АИПС "Мелиоративная гидрогеология", которая могла также использоваться для информационного обеспечения постоянно-действующих моделей геофильтрации [320];

- автоматизированная система обработки данных при региональных гидрогеологических исследованиях [64], использовавшаяся для оценки естественных и прогнозных ресурсов подземных вод Юго-Восточного Казахстана на основе аналитических расчетов по матрицам значений геофильтрационных параметров;

- автоматизированная система для решения задачи "Составление гидрогеологического заключения на проектирование скважины для водоснабжения народнохозяйственного объекта" [236]. Целью являлось установление возможности получения воды определенного качества в заданном месте в расчетном количестве в течение заданного периода времени при помощи

одной или нескольких водозаборных скважин. Другими словами, задача заключалась в оценке запасов на участке малого (одиночного) водозабора. Решалась она по разработанному алгоритму путем анализа официальных документов и проведения аналитических расчетов, в том числе для определения расчетных гидрогеологических показателей, прогнозного понижения, необходимого количества скважин, размеров ЗСО;

- автоматизированная система подготовки информационной основы для оценки запасов пресных подземных вод различными методами, в том числе и с использованием математического моделирования, в соответствии с действующей Инструкцией по представлению материалов в ГКЗ [12].

В 1977 г. в соответствии с постановлением Совета Министров СССР были начаты работы по созданию автоматизированной информационной системы Государственного водного кадастра (ГВК), который понимался как систематизированный, пополняемый и уточняемый свод данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также водопользователях.

АИС ГВК создавалась как объектно-характеристическая информационная система [47], которая должна была стать основой изучения, рационального использования и охраны водных ресурсов. Она включала три подсистемы, между которыми был предусмотрен регулярный обмен данными: "Подземные воды" (разрабатывалась Мингео СССР), "Поверхностные воды" (Госкомгидромет СССР) и "Использование вод" (Минводхоз СССР).

АИС ГВК "Подземные воды" [97, 198] предназначалась как для государственного контроля состояния водных объектов (бассейны подземных вод, водоносные горизонты, месторождения), так и его прогнозирования.

Она была построена как многоуровневая система (выделялись локальный, территориальный, республиканский и всесоюзный уровни) с распределенным банком данных, который содержит паспортную информацию о водных объектах, запасах подземных вод, их режиме и качестве. Различались два типа баз данных: оперативного назначения и долговременного хранения.

АИС ГВК "Подземные воды" включала три взаимосвязанные функционально-технологические подсистемы [198]:

- подготовки информации к вводу в базу, включая занесение данных на машинный носитель;
- ведения базы и обработки информации, включая подготовку данных к публикации;
- доведения информации по водным объектам и пунктам наблюдений до потребителя в соответствии с запросами.

Первая очередь системы была введена в эксплуатацию в 1985 г. Данные ГВК

публиковались в виде каталогов и ежегодников, которые создавались на базе АИС ГВК. Направления развития предусматривали разработку средств диалога, дающих специалистам-гидрогеологам возможность прямого ввода информации в базы данных и доступа к базам, не прибегая к помощи программистов, а также разработку средств создания БД графической информации и работы с ней.

В 1970-80-е годы сформировалось (но не было реализовано) представление о необходимости использования автоматизированных систем для управления гидрогеологическими процессами и планирования полевых геологоразведочных исследований.

Однако большинство имевшихся в начале 1980-годов систем не имели связей между собой и были построены на разных методологических принципах, что в условиях слабого информационного обеспечения отрасли не позволяло обмениваться данными и делало невозможным решение крупных комплексных задач [236]. В связи с этим планировалось объединение систем различного направления и уровня, предназначенных для решения отдельных задач, в общую систему, называемую интегрированной автоматизированной системой управления и обработки данных ИАСУ "Гидрогеология" (в составе отраслевой АСУ "Геология").

Принципы разработки включали деление ее на две подсистемы: "Управление и экономика" (производственно-хозяйственная деятельность) и "Обработка геологоразведочных данных", наличие у входящих в ее состав автоматизированных систем общей распределенной базы данных, основанной на едином информационном обеспечении и средствах совместимости (языки и форматы обмена). Основной частью ИАСУ "Гидрогеология" должна была стать наиболее крупная действующая система - АИС ГВК.

Развитие электронной техники повлекло за собой широкое применение ЭВМ для **численного моделирования** геофильтрации, а затем и геомиграции. В настоящее время моделирование является основным инструментом решения различных гидрогеологических задач. Еще в конце 1980-х годов В.А.Мироненко указывал, что "в эпоху всеобъемлющей компьютеризации численное моделирование превратилось в своего рода символ передового научного подхода, в важнейший показатель качества проведенного исследования", "нередко встречается наивная вера в то, что моделирование может устранить пресловутый информационный барьер, компенсировать дефицит исходных данных" [182].

Собственно вопросы моделирования, которым посвящена обширнейшая литература, не являются предметом данной работы. Применительно к теме исследования существенную роль играет проблема информационной обеспеченности разрабатываемых моделей.

Именно это направление разработки ИС получило наибольшее применение в практической деятельности и нашло отражение в реализации концепции **постоянно**

**действующих математических моделей как** интегрированных информационных систем.

Понятие "постоянно-действующая модель" за длительный период его употребления претерпело существенную трансформацию. Изначально под термином ПДМ понимались специальные вычислительные устройства, предназначенные для решения определенного класса прикладных задач и находящиеся в постоянной готовности к использованию, либо комплекс отлаженных программных средств решения фильтрационных задач на ЭВМ. Согласно более широкой трактовке данного понятия, развиваемой с 1970-х годов, ПДМ является целостной системой, обеспечивающей управление процессами, происходящими в природно-антропогенной среде.

Развитием методики и созданием ПДМ в 1970-80-е годы успешно занимались многие организации. Подобные системы создавались применительно к крупным и сложным объектам хозяйственной деятельности на территориях Ленинградского промышленного района (Карельский перешеек, Ижорское плато), Северного Кавказа, Степного Крыма, южных районов Одесской и Николаевской областей, Московской области [53, 111, 113, 121, 226, 227, 230].

Работы выполнялись рядом производственных (ПГО "Центргеология", "Крымгеология", "Киевгеология", "Севкавказгеология", "Севзапгеология") и научно-исследовательских (ВСЕГИНГЕО, МГУ, МГРИ, ИЛС АН СССР) организаций.

Л.Лукнер [183] приводит кибернетические принципы функционирования систем управления региональными потоками подземных вод и концепцию построения ПДМ территории Одербрух (ГДР). Система рассматривается как единое целое, состоящее из объекта управления, подсистем приема информации, ее обработки и управления воздействиями – реализации полученных решений на практике.

В ИГН АН УССР разрабатывалась автоматизированная система управления гидрогеологическими процессами (АСУ ГП), основным элементом которой являлась ПДМ [226, 227]. Под управлением понималось изменение процессов, ведущее к оптимальному режиму подземных вод. В функции АСУ ГП должны входить сбор, получение, хранение информации, обработка, планирование полевых экспериментов, получение исходных данных и изучение гидрогеологических процессов на математических моделях, контроль и управление процессами. При этом на ПДМ возлагались задачи обоснования мероприятий по контролю и управлению гидрогеологическими процессами на основании многовариантных и многократных долгосрочных прогнозов, а на АСУ ГП в целом - автоматический контроль и управление процессами.

Работы В.В.Веселова [63-66] посвящены вопросам проектирования автоматизированной системы управления на стадиях создания и функционирования моделей гидрогеологических процессов (АСУ МГП), которая создавалась в Казахстанской опытно-методической экспедиции

(КОМЭ) и эксплуатировалась как часть отраслевой системы управления геологоразведочными работами. Сущность системы заключалась в переходе от решения на ЭВМ отдельных задач к автоматизации всего процесса моделирования на основе рационального распределения функций и активного взаимодействия между специалистом-гидрогеологом, администратором системы и машиной. При этом в обязанности администратора входило обслуживание архива матричных моделей, базы данных, банка процедур, а также составление запросов на решение задач.

На основе указанной выше АСУ МГП было произведено моделирование с целью оценки запасов ряда месторождений подземных вод в Казахстане (Алма-Атинское, Георгиевское, Балапановское и др.) и созданы системы постоянно действующих моделей крупных гидрогеологических объектов с напряженным водным балансом [64].

На этом этапе развития концепции ПДМ она представлялась частью общей территориальной системы планирования хозяйственной деятельности. В отличие от более ранних исследований, считалось, что ПДМ должна рассматривать не только задачи геофильтрации и геомиграции, но и другие процессы в геологической среде, в частности выполнять оценку воздействия водоотбора на компоненты окружающей среды (поверхностные воды, растительный покров), степени влияния хозяйственной деятельности на режим поверхностного и подземного стока, изменение инженерно-геологических условий [121].

Согласно сформулированному в статье [98] определению "ПДМ...представляет собой систему динамических взаимосвязанных моделей инженерно-геологических процессов (в широком понимании), позволяющую проводить многовариантные оперативные прогнозы изменения геологической среды с целью выбора оптимальных проектных решений и обоснования рационального комплекса защитных инженерных мероприятий с учетом критериев охраны окружающей среды. Одновременно такая система должна обеспечивать планирование оптимального объема и последовательности проведения специальных исследований факторов и процессов, а также обоснование оптимальных систем контроля".

Следовательно, в данном понимании ИС приобретают дополнительные функции, связанные с выбором инженерных решений и планированием различных мероприятий, другими словами – с управлением хозяйственной деятельностью.

В современном представлении ПДМ сочетает две основные функции: информационную и моделирующую [87].

Первая предполагает наличие постоянно пополняемого автоматизированного банка данных, используемого для сбора, преобразования и представления информации для дальнейшей обработки; вторая – наличие системы математических моделей различного типа и уровня детальности, предназначенной для изучения свойств, оценки и прогнозирования

изменения состояния. Помимо этого, вспомогательные функции системы ПДМ обеспечивают отслеживание ее состояния, сервис пользователей, управление технологическим процессом [87].

Таким образом, согласно данной концепции, ПДМ является разновидностью информационной системы, в которой интегрированы составляющие, отвечающие за математическое моделирование и информационное обеспечение.

Детальное описание процесса создания и ведения базы данных для численного моделирования гидрогеологических процессов приведено в работе [172], базирующейся на выполненной ВСЕГИНГЕО работе по созданию модели Равнинно-Крымского АБ. Общими практическими положениями организации баз данных, предназначенных для создания ПДМ, являются:

- единство использования данных всеми существующими задачами в области приложения базы данных;
- использование общей системы управления базой данных (СУБД);
- независимость прикладных программ от структуры и состава данных;
- сокращение избыточности элементов информации;
- поэтапное и непрерывное наращивание емкости базы данных (динамическое формирование).

Как отмечается в статье, преобразование данных из традиционных форматов в файлы модели требует значительных затрат труда высококвалифицированных специалистов. Основным путем повышения оперативности решения задач моделирования представлялась автоматизация этого процесса.

При разработке фильтрационных и геомиграционных моделей Равнинно-Крымского АБ была создана база данных, содержащая около 700 показателей геолого-гидрогеологических данных, данных по водохозяйственной деятельности, климату, гидрологии, запасам и использованию подземных вод. Значительная часть этих показателей, до 70%, может содержаться в АИС ГВК. При этом работы по ведению базы данных выполняются подразделением, именуемым в методических документах "администрацией автоматизированного банка данных системы ПДМ". Это подразделение должно осуществлять сбор данных, приведение их к виду, пригодному для использования в системе ПДМ, хранение, обновление и выдачу пользователям.

В наиболее полной степени предложенная концепция интегрированной ИС была реализована при создании автоматизированной системы ПДМ геологической среды зоны влияния Московского градопромышленного комплекса (АИС ПДМ МГПК), разработанной в ПГО "Центргеология".

Подробное ее описание приведено в монографии [121]. В основу проектирования АБД АИС ПДМ положены следующие требования:

- обеспечение потребностей конечных пользователей;
- проверка данных на достоверность и непротиворечивость до включения в БД;
- сохранение корректности данных после введения в БД;
- возможность расширения информационной базы в соответствии с изменениями предметной области;
- защита от несанкционированного доступа.

Требования к концептуальной модели включали следующие свойства:

- полнота (всестороннее и подробное описание предметной области);
- неизбыточность (сведение к минимуму дублирующих сведений);
- адекватность (объективное отражение реального состояния предметной области);
- динамическая непрерывность (накопление сведений о эволюции предметной области);
- устойчивость (изменения обусловлены только изменениями предметной области);
- конструктивность (возможность дальнейшего развития).

АИС ПДМ состояла из двух подсистем:

1. Автоматизированный банк данных "Геологическая среда Московского градопромышленного комплекса" (ГЕОБАНК), содержащий фактический материал и картографическую информацию, характеризующие геологическое строение, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.

Система предусматривала создание двух взаимосвязанных типов баз данных:

- база данных долговременного хранения информации "БД Архив", предназначенная для накопления и долговременного хранения информации;
- база данных оперативного назначения "БД Задача", предназначенная для информационного обеспечения конкретной задачи пользователя. "БД Задача" является подмножеством (в смысле хранимой информации) "БД Архив" и формируется для решения одной задачи моделирования путем выборки информации.

Картографический блок сводился к набору картограмм (сеточных цифровых карт) параметров и характеристик основных водоносных горизонтов, слабопроницаемых отложений, зоны аэрации, речной сети [281].

2. Подсистема автоматизированного моделирования геологических процессов (ПРОЦЕСС), представленная комплексом взаимосвязанных и автономных математических моделей, позволяющих исследовать состояние геологической среды, прогнозировать его изменения и связанные с этим *эколого-экономические* последствия.

Существующие серийно выпускаемые средства вычислительной техники типа ЕС ЭВМ и



СМ ЭВМ, ввиду недостаточной вычислительной мощности, не обеспечивали полноценную работу системы. В связи с этим специальными исследованиями было обосновано применение многопроцессорной ЭВМ ПС-2000 (ЭГВК ПС-2000), разработанной Институтом проблем управления (Москва) и ВНИИГеофизика (Москва) для обработки сейсмограмм. В 1986 г. комплекс был введен в промышленную эксплуатацию в Центральной инженерно-геологической и гидрогеологической экспедиции.

Следует отметить, что в период 1978-1995 г. в США действовала общенациональная программа RASA (The Regional Aquifer System Analysis Program - Анализ региональных водоносных горизонтов/комплексов). Целью программы было развития региональных моделей подземного стока и оценки ресурсов подземных вод.

Существенной частью работы являлось создание базы данных по гидрогеологии, гидрологии и гидрохимии на основе сбора исчерпывающей информации о региональных геологических и гидрогеологических условиях

В результате работ был составлен Национальный Атлас подземных вод, опубликованный в 1999 г. [362]. Работа имела большое значение для регионального изучения подземных вод в стране, однако не содержала информации об их ресурсах, запасах и их возможных изменениях во времени.

Как отмечает Зальцберг [118], сравнивая Атлас с региональными гидрогеологическими картами, составленными для территории СССР, последние отличаются гораздо большей детальностью и насыщенностью информацией.

В 1990-х годах процесс разработки ИС получил новый импульс, что было обусловлено бурным развитием компьютерных технологий и повсеместным распространением персональных ЭВМ.

Необходимо подчеркнуть, что вплоть до конца 1980-х годов развитие представлений о ИС, направлениях их использования и решаемых задачах опережало возможности имеющихся в распоряжении гидрогеологических организаций технических средств. Вследствие этого рассмотренные выше автоматизированные информационные системы не получили широкого распространения, практически не использовались на практике, находя применение лишь у их авторов. Исключением можно считать только системы геофильтрационного моделирования, однако и они, как правило, не выходили за пределы организаций-разработчиков.

Прогресс компьютерных технологий 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 хранения, обработки, представления и передачи информации.

Характерной чертой этого периода стало активное внедрение в геологические

исследования средств пространственной обработки и визуализации данных, именуемых "географическими информационными системами" (ГИС).

Несмотря на наличие отечественных программных пакетов, в основном используются зарубежные промышленные системы: ArcInfo/ArcView/ArcGis (ESRI Inc) и MapInfo Professional (MapInfo Corp, в настоящее время Pitney Bowes Inc).

Также необходимо отметить довольно широкое распространение в России зарубежных систем математического моделирования, в первую очередь Modflow (U.S. Geological Survey) и Feflow (WASY, в настоящее время DHI Group).

В этот период по государственному заказу (Комитет по геологии и использованию недр) ЗАО "Геолинк-Консалтинг" разрабатывается "Информационная компьютерная система Государственного мониторинга геологической среды" (ИКС ГМГС). В ней получили дальнейшее развитие принципиальные решения, положенные ранее в основу ПДМ МГПК. Вплоть до настоящего времени ИКС ГМГС является технологической основой ведения территориального и регионального уровней мониторинга.

В системе могут содержаться показатели состояния не только геологической среды, но и поверхностных вод, атмосферы, а также показатели антропогенных объектов воздействия на природную среду.

Принципиально новой подсистемой является специализированная ГИС "GeoLink", наряду с набором функций традиционных ГИС-технологий, обладает целым рядом специальных функций, существенно расширяющих ее возможности для использования в системах ПДМ. Для работы с данными мониторинга геологической среды предназначена система "Мониторинг" - программный комплекс управления фактографической БД о ресурсах, запасах, использовании и состоянии подземных вод. ИКС ГМГС объединяет систему "Мониторинг" и ГИС "GeoLink".

"БД Задача" получила свое развитие в виде так называемой "Базы картограмм" - иерархически упорядоченного набора картограмм, определенных на одной и той же сетке и хранящихся в файле специального формата (GDB-файле). Подсистема "ПРОЦЕСС" существенно расширена за счет подключения новых программных систем, в первую очередь - моделирования загрязнения подземных вод.

Единая программная среда, объединяющая систему "Мониторинг", ГИС "GeoLink", а также программные системы численного моделирования задач геофильтрации и геомиграции, была названа авторами "интегрированной информационной ПДМ-технологией". Основным предназначением ПДМ-технологии является информационное обеспечение процесса принятия управленческих решений в сфере недропользования и государственного контроля за использованием недрами и охраной окружающей среды.

В 2000-х годах, в связи с повсеместным распространением сети Интернет, появились

возможности удаленного доступа к информационным системам. В этот же период наметилась тенденция к дезинтеграции создаваемых ИС, основной направленностью которых становится решение довольно узких специализированных задач.

ГНЦ ВНИИгеосистем по государственному заказу были разработаны информационные системы лицензирования, мониторинга, учета и баланса подземных вод.

Системы эксплуатируются в федеральных и территориальных органах управления недропользованием и центрах государственного мониторинга геологической среды.

Автоматизированная система лицензирования недропользования обеспечивает информационную поддержку мониторинга состояния распределенного фонда недр, в том числе пространственный анализ лицензионной деятельности.

ИС государственного мониторинга состояния подземных вод предназначена для ведения мониторинга в автоматизированном режиме на территориальном, региональном и федеральном уровнях в центрах ГМСН.

ИС "Учет и баланс подземных вод" обеспечивает автоматизацию сбора и обработки данных о месторождениях подземных вод и пользовании недрами с целью добычи, разведки и геологического изучения питьевых и технических подземных вод. Объектами учета являются: ресурсы подземных вод; месторождения подземных вод и их эксплуатационные запасы; участки недр, переданные в пользование для добычи подземных вод и лицензии на право пользования ими; добыча подземных вод водозаборными сооружениями и их использование.

Указанные системы реализованы на базе прогрессивных методико-технологических решений, основными из которых является использование архитектуры "клиент-сервер" и разработанной технологической платформы конструирования прикладных информационно-аналитических систем "ИАС-Конструктор".

Они созданы как многопользовательские территориально-распределенные ИАС, содержат элементы централизованной и распределенной организации данных. Основу систем, функционирующих как в локальной сети, так и в глобальной сети Интернет, составляет технология оперативного удаленного доступа (через Интернет) ввода информации и эксплуатации.

Информационные системы, использующие архитектуру "клиент-сервер", обладают серьезными преимуществами по сравнению с их аналогами, созданными на основе сетевых версий настольных СУБД, наиболее важным из них является снижение сетевого трафика при выполнении запросов. Заметим, что информационные системы, разработанные ВНИИгеосистем, для картографического представления данных используют программные средства стандартных промышленных ГИС (ArcView).

ОАО "Центргеология", также по государственному заказу, была разработана

компьютерная информационно-справочная система о состоянии и использовании ресурсной базы минеральных подземных вод Российской Федерации. Система предназначена для государственного учета и управления ресурсной базой минеральных вод.

Отметим, что указанные ИС реализуют, главным образом, функционал информационно-поисковых систем и в меньшей степени предназначены для обработки данных. В частности, их использование не предполагает непосредственной связи с системами математического моделирования.

Современные возможности и проблемы использования постоянно-действующих математических моделей в районах интенсивной эксплуатации подземных вод были рассмотрены выше (раздел 1.4.4). Здесь же отметим, что в 21 веке в РФ развитие данного направления информационных систем приостановилось, поскольку не смогло выйти за рамки решения специализированных гидрогеологических задач. Реализация предложенных в конце прошлого века принципов использования ИС для выполнения функций управления вод очевидно требует принятия ряда организационных решений, в том числе – в нормативно-правовой сфере, в части ведения мониторинга, контроля за недропользованием, доступа к информации и др.

В связи с этим интересно отметить, что в США в завершающей стадии находятся работы по программе GWRP (Ground Water Resources Program). Исследования финансируются Конгрессом США, реализуется под управлением Геологической Службы США с 2004 г. Работы проводятся для 12 регионов [356, 358, 361, 368, 370], основными целями являются:

- сбор исчерпывающей информации о возможностях использования главных водоносных комплексов и её периодическое пополнение;
- создание региональных численных гидрогеологических моделей как инструмента прогнозирования и управления ресурсами подземных вод;
- разработка новых методов и технологий исследований, как полевых так и камеральных, в т.ч. моделирования крупных регионов;
- общая оценка гидрогеологических условий и ресурсов подземных вод на региональном и национальном уровнях;
- оценка влияния разнообразных социально-экономических, экологических и климатических факторов на питание и разгрузку подземных вод;
- прогноз изменения гидрогеологических условий в связи с планируемым экономическим развитием региона и принятие решений о дальнейшем использовании ресурсов подземных вод.

Подчеркнем, что в качестве одной из задач фигурирует обеспечение доступа к гидрогеологическим материалам и результатам исследований по программе GWRP, независимо от их масштаба, всем заинтересованным лицам, как специалистам, так и широкой публике.

В дальнейшем планируется сведение всех выполненных по программе GWRP работ, продолжение исследований на других территориях и проведение общенациональной оценки ресурсов подземных вод.

### **Выводы**

1. Постоянное увеличение объемов исходных материалов и повышение требований к возможностям их анализа и обработки приводят к всё большему проникновению информационных технологий в практику проведения гидрогеологических исследований. Задачи использования информационных систем (ИС) за длительный период эволюционировали от накопления и представления данных до анализа материалов и управления гидрогеологическими процессами.

2. Наиболее плодотворными в концептуальном плане (в период существования СССР) можно считать 1980-е годы, когда были сформулированы и в значительной степени реализованы основные идеи проектирования и эксплуатации гидрогеологических ИС, актуальные и в настоящее время.

В этот период получили развитие исследования в области так называемых интегрированных информационно-аналитических систем (ИАС), объединяющих различные направления и технологические платформы, предназначенные для решения комплекса задач, связанных с управлением изучением и использованием подземных вод.

3. В целом развитие ИС в гидрогеологии следует рассматривать как часть общего процесса развития информационных технологий, определяемого, в первую очередь, развитием технических средств. Бурное развитие вычислительного оборудования, появление персональных компьютеров, развитие ГИС и средств удаленного доступа оказывают значительное влияние на архитектуру и возможности использования ИС.

С 1990-х годов основными элементами ИАС при проведении гидрогеологических исследований являются фактографические и географические ИС, а также системы численного математического моделирования.

4. Промышленные ГИС, а также и 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.

5. В 2000-е годы наметилась возвратная тенденция к созданию специализированных фактографических ИС, основной направленностью которых становится решение довольно узких локальных задач.

За счет средств федерального бюджета РФ активно разрабатываются системы информационного обеспечения государственного управления и регулирования недропользования. Следует отметить, что они реализуют, главным образом, функционал информационно-поисковых систем и в меньшей степени предназначены для обработки данных.

Эффективное использование ИС в этой сфере требует создания постоянно-действующих моделей и принятия ряда организационных решений, в том числе – в нормативно-правовой сфере, в части ведения мониторинга, контроля за недропользованием и доступа к информации.

6. Поскольку наиболее развитые фактографические ИС создавались для государственных нужд, они не в полной мере отвечают задачам объектного уровня – т.е. задачам обоснования инженерных решений на конкретных участках (группах участков) недр.

Как показывает опыт применения таких ИС в гидрогеологии, их основным назначением должно быть не автоматизированное управление, а накопление и обработка первичных данных, получение и представление информации для анализа специалистом-гидрогеологом.

### **3.3. Фактографические информационные системы**

Термин "фактографическая информационная система" практически не используется ни в литературе, ни в практической деятельности.

В начальные периоды разработки наиболее употребительным являлось словосочетание "автоматизированные системы". В дальнейшем происходило их разделение на ИПС, СОД, АСУ и т.д. В настоящее время в гидрогеологических работах, как правило, его заменяют термином "фактографическая база данных", забывая, что для работы с БД требуется программное обеспечение. В связи с этим приведем определения этих понятий (в нашем понимании).

**Фактографическая информационная система** – информационная система, предназначенная для управления данными, характеризующими объекты, процессы и явления.

**Фактографическая база данных** – организованная совокупность взаимосвязанных данных, представленных в виде электронных таблиц, содержащих поименованные информационные объекты (объекты БД), а также описания их свойств (характеристик) и показателей состояния процессов и явлений.

#### **3.3.1. Общие положения и требования к свойствам информации**

Выше было показано, что наиболее развитые гидрогеологические информационные системы [87, 339] создавались для государственных нужд и предназначены, в первую очередь, для информационного обеспечения моделирования, а также территориального обобщения и представления материалов мониторинга, лицензирования и учета запасов подземных вод.

На наш взгляд, применение ИС в гидрогеологических исследованиях должно выйти за

рамки обслуживания моделирования и выдачи материалов мониторинга и недропользования. Предлагаемая концепция заключается в информационном обеспечении геологического изучения подземных вод и создании экспертно-информационных систем, предназначенных для проведения экспертных оценок возможной величины запасов и ресурсов подземных вод.

Согласно сформулированным в главе 1 принципам, информационное обеспечение системы геологического изучения включает имеющиеся знания о геолого-гидрогеологических условиях объекта исследования, нормативно-правовые требования и ограничения, методическую основу проведения работ (рис. 3.1).

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.

Таким образом, предлагаемая методология создания ИС 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 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.

Использование ИС в гидрогеологии осложняется рядом существенных особенностей предметной области, таких как:

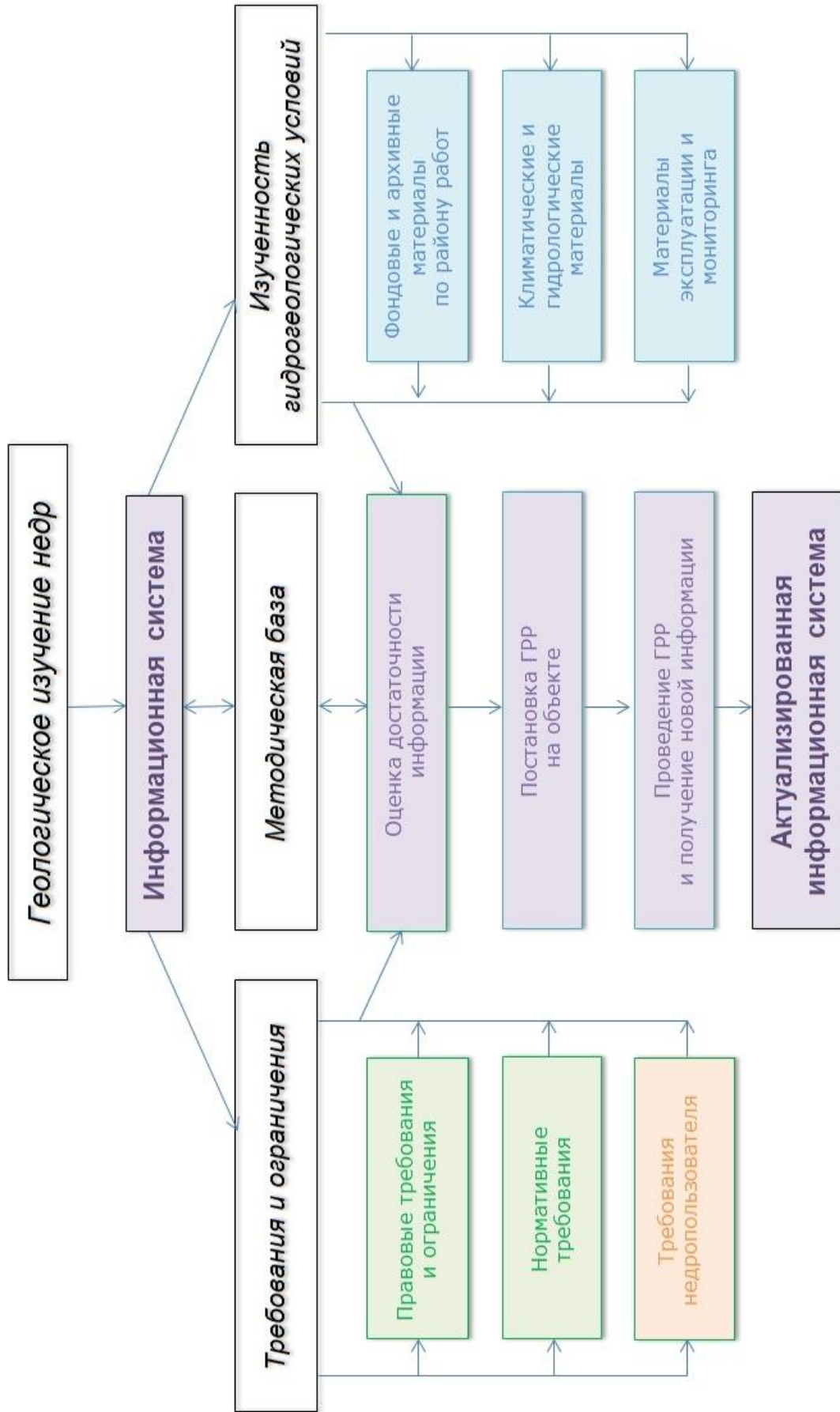


рис. 3.1. Информационное обеспечение геологического изучения недр



- наличие большого объема разнородных и разноуровневых данных, полученных из различных источников и накопленных в разных форматах;

- субъективность информации, что является следствием использования различных методов и способов получения первичных данных и их интерпретации (разрезы по скважинам, значения показателей и др.);

- разобщенность логической структуры информации, выражающаяся в отсутствии унификации классификаторов и справочников;

- слабая формализация задач, решаемых в процессе недропользования.

В работе [206] отмечается специфичность геологоразведочного производства, результатом которого является информация, а технологической основой - итерационный, многометодный и во многом субъективный процесс.

В целом для ИС, применяемых, в частности, при оценке запасов подземных вод, характерен целый ряд недостатков, препятствующих их эффективному использованию, основные из которых сводятся к следующему:

- неоптимальная конфигурация структуры баз данных и отсутствие единой типизации объектов.

- недостаточно четко прописанные критерии идентификации гидрогеологических объектов и информации, что обуславливает сложности импорта данных.

- фиксированное количество видов вводимых объектов и показателей.

- недостаточно развитые средства поиска гидрогеологических объектов и связанных данных.

- узкий спектр процедур, предназначенных для преобразования и обобщения информации.

- ограниченный набор выходных форм.

- отсутствие инструментов анализа состава и качества внесенной информации.

Итак, имеющиеся разработки не в полной мере отвечают требованиям их использования при решении задач объектного уровня (т.е. задач обоснования инженерных решений на конкретных участках недр), не обеспечивают эффективный ввод данных и получение выходной информации в необходимых формах и объемах [292]. Об этом свидетельствует то обстоятельство, что практически все гидрогеологические организации в той или иной мере занимаются собственной разработкой ИС (баз данных) - несмотря на достаточно стандартный состав обрабатываемой информации.

Следовательно, возникает задача разработки требований к фактографическим ИС и собственно такой системы, обеспечивающей, в первую очередь, накопление и обработку фактических материалов. Особое внимание должно быть уделено учету специфических особенностей предметной области (гидрогеологических данных), осложняющих

функционирование ИС.

При создании гидрогеологических ИС следует выделить требования к разработке системы в целом (требования к проектированию) и требования к гидрогеологическим базам данных (требования к модели данных). При проектировании гидрогеологических ИС [121] должны быть учтены следующие требования:

- адаптация программно-алгоритмического комплекса под потребности конечного пользователя;
- конструктивность - возможность дальнейшего развития, оперативного расширения как номенклатуры объектной структуры базы данных, так и коррекция (расширение) описаний отдельных объектов (в том числе при изменении нормативных требований);
- защита баз данных от несанкционированного доступа;
- защита от аппаратных сбоев и некорректных действий пользователя - обеспечение ИС средствами периодического сохранения БД (в ручном или автоматическом режиме) и средствами восстановления БД из существующего временного списка.

Адаптация осуществляется как путем ограничений перечня доступных процедур обработки и вывода информации, структура БД для всех пользователей неизменна.

Предлагаемые подходы к фактографическим информационным системам объектного уровня были реализованы в ЗАО "ГИДЭК" автором совместно с И.В.Сахаровым при разработке программно-алгоритмического комплекса (ПАК) GeoCODE [292-294]. На наш взгляд, они являются общими для разработки аналогичных ИС.

Комплекс (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009610229 от 11.01.2009 г.) 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. [2, 19, 30, 322, 337].

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, извлечения и закачки вод. Помимо этого, в БД хранятся и обрабатываются сведения о месторождениях (участках месторождений), перспективных и разрабатываемых участках недр, в том числе об эксплуатационных запасах подземных вод, выданных лицензиях и др.

Основополагающим принципом является возможность хранения и обработки фактической (первичной) информации, полученной в результате непосредственных измерений гидрогеологических (уровни, отбор, химический состав и т.д.) и других видов показателей. Это дает возможность оценить достоверность исходных данных; осуществлять обоснованный выбор методов (способов) их обобщения; оценить динамику показателей, что необходимо при оценке факторов, определяющих протекание гидрогеологических процессов. К фактическим данным можно отнести также сведения о запасах подземных вод и лицензировании их добычи.

Гидрогеологические базы данных обычно строятся на основе модели данных - теории представления и обработки данных в системе управления базами данных [104]. В используемых моделях данных можно выделить следующие основные аспекты:

1. Структура и состав базы данных – описания типов и логических связей данных;
2. Целостность - методы поддержки корректного состояния базы данных;
3. Обработка данных - методы ввода, модификации и извлечения данных.

Перейдем далее к подробной характеристике каждого из них на основе описания программно-алгоритмического комплекса GeoCODE.

### **3.3.2. Состав информации и структура фактографических баз данных**

Структура БД во многом является производной от ее состава. Она должна быть основана на строгом разграничении видов информации, объектов базы данных, их свойств, классификаторов, входных и выходных форм. На принципах разделения функций хранения и обеспечения целостности исходных данных, выполнения запросов, преобразований и расчетов основана, например, технология ГИС ИНТЕГРО, направленной на решение задач геокартирования при поисках месторождений твердых полезных ископаемых [334].

В составе БД представлены различные виды информации, в соответствии с которыми целесообразно выделить следующие три блока (раздела): блок информации об объектах базы данных, блок информации о состоянии природной среды, лексикографический блоки.

Блок информации об объектах базы данных является основным и содержит описание ее предметной области. При разработке гидрогеологических баз данных предлагается использовать следующую, реализованную в GeoCODE, типизацию объектов (табл. 3.2):

Особое внимание было уделено требованию непротиворечивости информации в иерархии основных гидрогеологических объектов, технических объектов и связанных документов с учетом максимально близкого соответствия требованиям нормативных документов. Так, в качестве отдельных объектов БД в обязательном порядке должны быть выделены месторождение подземных вод, участок месторождения, лицензионный участок (предоставленный в пользование для геологического изучения или добычи подземных вод).

## Типизация информационных объектов

| № | Группа объектов                          | Тип объектов   |
|---|--|--|
| 1 | Подземные водные объекты                 | - гидрогеологическая структура,<br>- месторождение подземных вод,<br>- участок месторождения,<br>- лицензионный участок,<br>- водоносный горизонт (комплекс) |
| 2 | Технические объекты (сооружения)         | - пункт наблюдения (ПН): скважина, родник и т.д.,<br>- эксплуатационное сооружение (водозабор и т.д.)  |
| 3 | Документальные объекты                   | - лицензии на право пользования недрами,<br>- протоколы экспертизы запасов,<br>- геологические отчеты и др.  |
| 4 | Производственные объекты (организации)   | - гидрогеологические и другие предприятия;<br>- недропользователи;<br>- химико-аналитические лаборатории   |
| 5 | Административно-территориальные объекты  | - федеральные округа,<br>- субъекты Федерации,<br>- административные районы<br>- природно-географические районы и др.  |
| 6 | Объекты водохозяйственного районирования | - бассейновый округ;<br>- речной бассейн;<br>- водохозяйственный участок   |

В информационной системе, в зависимости от ее назначения, реально существующие объекты должны быть разделены на две категории. К первой ("информационные" объекты) относятся те, характеристики которых являются предметом хранения в БД и обработки посредством используемого программного обеспечения в конкретной ИС. Это сложные многопараметрические объекты, в базе данных для них предусматривается основная таблица с большим количеством полей для паспортных характеристик и связанные таблицы, в том числе для переменных показателей. Наличие в БД паспортных данных является необходимым условием отнесения объектов к информационным.

Объекты второй категории ("словарные" объекты) представлены только их названиями, содержащимися в перечнях. Предназначенные для них таблицы имеют только одно содержательное поле (собственно наименование объекта). Для словарных объектов вполне уместно также употребление термина "псевдообъекты".

Они включаются составной частью в лексикографический блок БД в виде списков - таблиц перечней (справочников, словарей), связанных с информационными объектами. Словарные объекты в общем случае универсальны и используются при обобщении данных и формировании запросов.

Как показывает опыт проведения работ, при решении задач на конкретных объектах недропользования требуется интеграция и комбинирование различных групп объектов в одной

фактографической ИС. Отнесение объекта к группе информационных или словарных определяется решаемой задачей и соответствующим ей назначением ИС.

Например, в ИС, создаваемой для оценки запасов подземных вод, "месторождение" является информационным объектом (для него вводятся данные по типу месторождения, группе сложности, водоносным горизонтам и др.), а "гидрогеологическая структура" – словарным (какие-либо данные, в т.ч. паспортные, отсутствуют, поскольку не требуются для решения задачи).

В ряде ИС в качестве объектов рассматриваются показатели использования (возможного и фактического) подземных вод: ресурсный потенциал, эксплуатационные запасы, разрешенный водоотбор, фактический водоотбор. Очевидно, что для указанных показателей требование наличия паспортных данных соблюдаться не может. Они являются не объектами базы данных, а их выходными характеристиками.

Рассмотрим состав блока информации об объектах базы данных, реализованный в ПАК GeoCODE в соответствии с приведенными выше принципами (рис. 3.2). В нем выделены две основные группы информационных объектов:

1) технические объекты (сооружения), предназначенные для использования недр и/или наблюдений за их состоянием. К объектам этой группы относятся пункты наблюдения (ПН) и сооружения для отбора/закачки воды (СО).

Для их характеристики используются паспортные (как постоянные, так и переменные) данные. С этими объектами связаны данные наблюдений за режимом, отражающие состояние природной, в т.ч. геологической среды и использования подземных вод.

2) природные пространственно-ограниченные объекты, являющиеся частями недр (водоносных систем), в пределах которых осуществляется (планируется) недропользование.

К объектам второго типа относятся месторождения (МПВ), участки месторождений (УМПВ) и предоставленные в пользование участки недр (УН).

Для каждого из перечисленных 5-ти типов информационных объектов в базе данных устанавливаются необходимые взаимосвязи. Так, для эксплуатационной скважины (ПН) указывается ее принадлежность к водозабору (СО), который, в свою очередь, расположен на участке недр (УН). Последний может быть выделен в пределах месторождения (МПВ) либо его участка (УМПВ). Для определения уникальности объектов БД используются идентификационные показатели.

Пункт наблюдения, в общем случае, – техническое сооружение, являющееся источником информации о состоянии различных компонентов окружающей среды. ПН представляет собой единственный и, как правило, точечный объект.

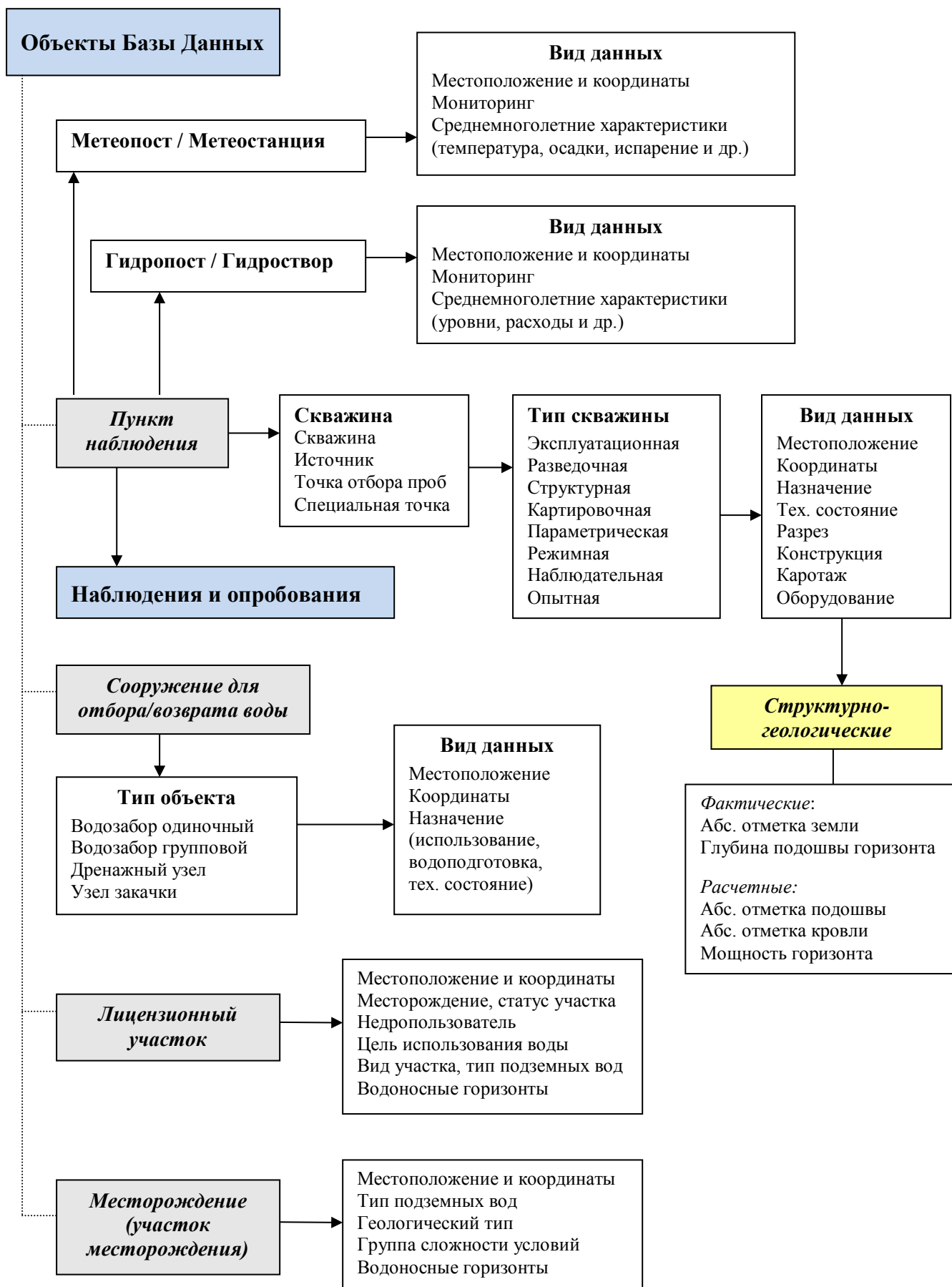


Рис. 3.2. Принципиальная структура блока объектов фактографической базы данных

В БД выделены такие типы пунктов наблюдения, как скважина, родник, колодец, дрена, метеопост, гидропост и др. Помимо этого, в GeoCODE предусмотрена возможность создания пользователем новых типов ПН ("специальные точки наблюдений"), отражающих специальные виды исследований, например, геоботанические или геофизические.

Паспортная информация о ПН подразделяется на следующие виды: постоянная (тип объекта, местоположение и координаты, данные бурения), условно-постоянная (т.е. принятая в базе неизменной - абсолютная отметка, приуроченность к водоносному горизонту), переменная (назначение, техническое состояние, оборудование, конструкция). В данном блоке хранятся также сведения о разрезе (литологическом составе пород), проведенных ГИС, результатах гидрогеологического обследования ПН и др. Программный комплекс позволяет оценить хронологию изменения основных показателей (например, технического состояния ПН).

Сооружение для отбора/закачки воды - техническое сооружение, посредством которого осуществляется использование недр. СО состоят из одного или нескольких связанных с ним ПН, вскрывающих недра (как правило, скважин), а также наземных водопроводных сооружений, которые также относятся к пунктам наблюдения. Таким образом, СО является комплексным (сгруппированным) объектом БД.

Каждое СО располагается на участке недр, предоставленном в пользование, и в обязательном порядке должно быть связано с участком недр. Согласно целевому назначению участков недр выделены три типа сооружений: водозабор, дренажный узел и узел закачки.

Участок недр – пространственно ограниченная часть недр, предназначенная для недропользования. В фактографической базе данных разделение участков недр по их назначению при эксплуатации проведено следующим образом: добыча подземных вод; извлечение подземных вод; закачка (сброс, возврат) использованных и сточных вод.

Основными характеристиками участка недр являются его назначение и цель использования недр, вид и статус участка, тип подземных вод, пространственное положение и др. С участками недр связаны расположенные на них сооружения для отбора/закачки воды, а также внесенные в документальный блок БД протоколы подсчета запасов и лицензии на пользование недрами.

Основными характеристиками месторождения (участка месторождения) подземных вод являются: тип подземных вод, геологический тип месторождения, группа сложности гидрогеологических условий, пространственное положение, продуктивные водоносные горизонты (комплексы), величина запасов. Для месторождения устанавливаются связи с другими объектами БД, находящимися в его пределах, что позволяет получить всю имеющуюся о нем информацию, а также привести в соответствие однотипную информацию в связанных объектах БД.

Пространственные объекты в фактографической БД сопровождаются картографическими ГИС-объектами, хранящимися в связанных файлах в форматах ArcView и MapInfo. Картографические объекты создаются на основе топографических карт различного масштаба. При необходимости детализации возможно создание объектов на основе рисунков и схем.

Для иерархически связанных объектов (гидрогеологическая структура - месторождение – участок месторождения – лицензионный участок – эксплуатационное сооружение - ПН) предусмотрено использование (ссылки на соответствующие объекты) однотипных характеристик:

- пространственных текстовых: федеральные округа, субъекты Федерации, административные районы и др.;

- пространственных цифровых (проективные и географические координаты объектов).

Для обновляемых характеристик технических объектов предусмотрено хранение ретроспективных и текущих значений основных параметров (например, для ПН – назначение, техническое состояние, конструкция).

Третьей группой (рис. 3.3) в данном блоке являются документальные объекты, которые содержат информацию о результатах геологического изучения и разведки подземных вод, а также сведения о предоставлении недр в пользование:

- отчетные материалы (информация об отчетах, составленных по результатам геологического изучения недр и других видов исследований);

- протоколы (сведения о рассмотрении органами государственной экспертизы геологической информации и запасов полезных ископаемых);

- лицензии (данные о выданных лицензиях на пользование недрами и условиях недропользования).

При этом протоколы экспертизы и лицензионные соглашения вносятся в базу данных в качестве информационных объектов, а запасы и разрешенный отбор являются характеристиками этих объектов. Такая структура позволяет оценивать изменение статуса участков недр, определять легитимные (утвержденные) величины эксплуатационных запасов подземных вод и разрешенного отбора на различные моменты времени и их изменения, осуществлять контроль и учет недропользования.

На рис. 3.4 приведены основные связи объекта "Участок недр".

Блок информации о состоянии природной среды включает наблюдения за режимом и результаты опробования (рис. 3.5). В нем содержится пополняемая (динамическая) информация, полученная по объектам базы данных. Результаты исследований приурочены к датам их проведения, а также – для наблюдений за режимом - к временным периодам, на которые проведено обобщение срочных данных (сутки, месяц, год).





Рис. 3.3. Информационная структура документального блока фактографической БД

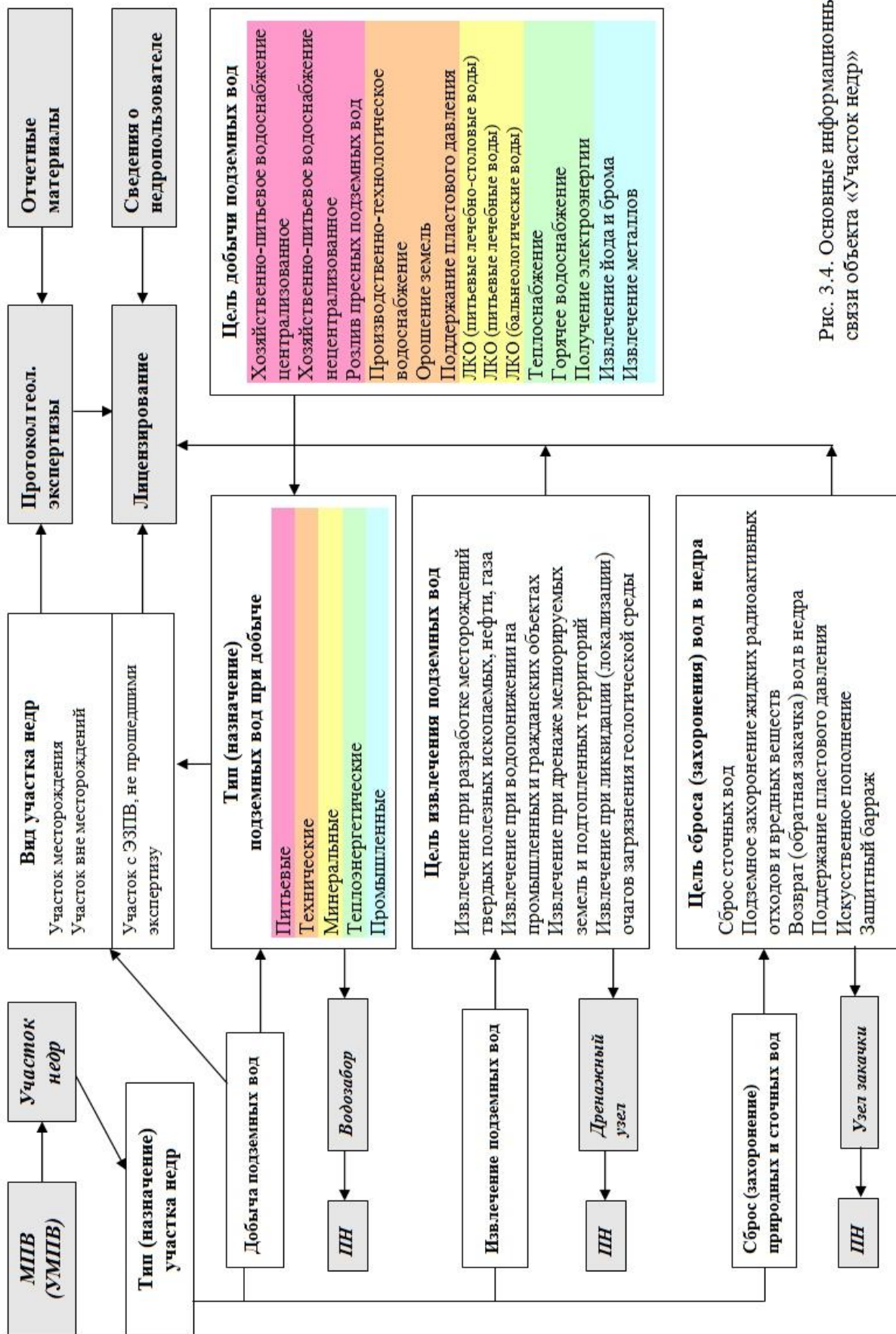


Рис. 3.4. Основные информационные связи объекта «Участок недр»

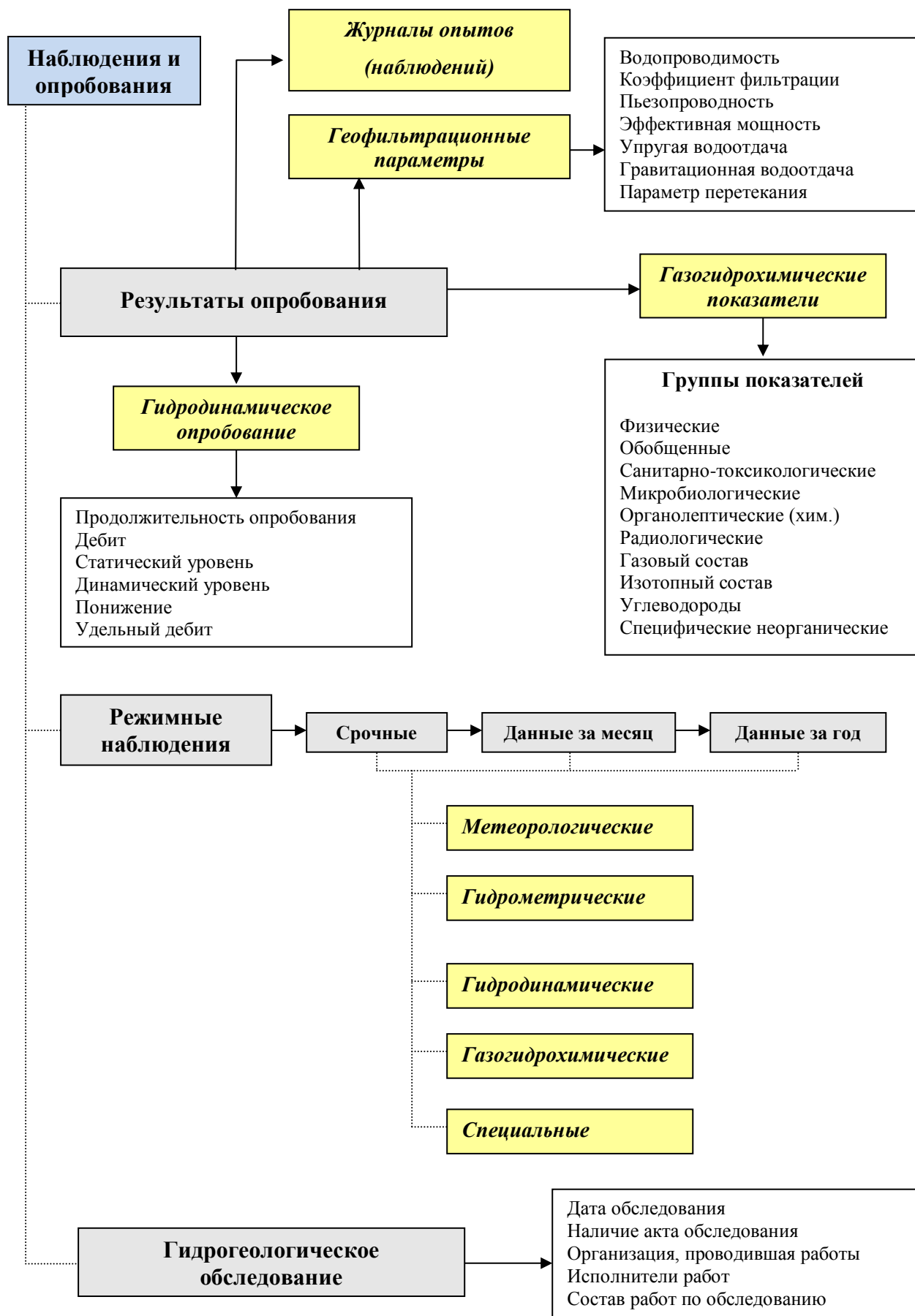


Рис. 3.5. Принципиальная структура блока информации о режиме

Наблюдения за режимом могут быть введены для пунктов наблюдений и для систем недропользования. Каждому типу ПН и СО приписаны определенные параметры (показатели).

Пользователем может быть внесена в БД информация о наблюдениях за любым показателем, в том числе дополнительно введенным в список динамических параметров.

В базу данных могут быть введены следующие виды информации:

- срочные измерения на заданные время и дату;
- срочные измерения (либо обобщенные значения) на заданную дату (сутки);
- обобщенные значения за месяц;
- обобщенные значения за год.

По способам их получения данные подразделяются на два вида:

1) Прямые - непосредственные замеры (измерения) показателей на ПН (срочные данные, соответствующие определенному времени и/или дате).

2) Обобщенные: по времени и в пространстве. Обобщенные данные могут быть получены как средствами GeoCODE, так и введены оператором на основе других источников информации. Программный комплекс позволяет оценить непротиворечивость данных, полученных различными способами.

Результаты опробования включают разделы "гидрохимические показатели", "гидродинамическое опробование", "журналы опытов (наблюдений)".

Результаты химических анализов по конкретным пробам воды могут быть введены для любого пункта наблюдения.

Раздел "Гидрогеодинамическое опробование" предназначен для ввода результатов опытно-фильтрационных работ на скважине (прокачка, одиночная откачка, остановка действующей скважины): продолжительность, дебит, понижение и др.

Раздел "Журналы опытов (наблюдений)" предназначен для ввода данных, получаемых, в первую очередь, при кустовых и групповых откачках (выпусках) и др. опытах, при проведении которых одновременно ведутся наблюдения по нескольким ПН, а по каждому из ПН - за несколькими показателями.

Лексикографический блок является вспомогательным, состоит из набора таблиц (перечней и классификаторов), содержащих лексические единицы, используемые для описания свойств информационных объектов. Блок включает два раздела: перечни и классификаторы.

Перечни содержат списки лексических единиц, представляющих собой названия объектов, не являющихся самостоятельными объектами БД: территориальные образования, организации, гидрогеологические подразделения и др. *Общероссийские* перечни (субъекты Федерации, водохозяйственные районы и др.) входят в базовый состав комплекса GeoCODE. *Объектные* перечни (водоносные горизонты, лаборатории, организации и др.) должны

разрабатываться и вводиться пользователями самостоятельно для каждой фактографической базы данных.

Классификаторы содержат наборы характеристик информационных объектов. Они представляют собой списки типов объектов БД, их свойств, видов наблюдаемых показателей (параметров), различных методов, устройств, и т.д. Классификаторы составлены на основании литературных источников, и могут, в случае необходимости, пополняться пользователями комплекса GeoCODE.

**Критерии идентификации объектов и данных.** В структуре таблиц базы данных и импортируемых файлов должно быть предусмотрено наличие так называемых "ключевых (идентификационных) полей" - совокупности полей, по которым производится идентификация объекта и записи в таблице. Каждый объект БД, запись классификатора и запись в таблицах характеристик объектов являются уникальными, их дублирование невозможно.

**Расширение состава информации.** В ИС должна быть предусмотрена возможность создания:

- новых типов объектов, в том числе отражающих специальные виды исследований, например, геоботанические или геофизические;
- новых показателей, которые дополнительно вводятся в список динамических (переменных) параметров.

### **3.3.3. Обеспечение устойчивого функционирования информационных систем и целостности баз данных**

Создание ИС в любых областях деятельности предполагает, что внесенные данные должны быть унифицированы, взаимосвязаны и систематизированы. К составу и содержанию исходной информации должны предъявляться следующие основные требования:

- полнота, достоверность и достаточность (всестороннее, объективное и подробное описание предметной области);
- избыточность (сведение к минимуму дублирующих сведений в иерархической цепочке объектов БД);
- актуальность (свойство данных в любой момент времени адекватно отображать реальное – современное или ретроспективное – состояние изучаемых объектов);
- непротиворечивость (совпадение одинаковых характеристик одних и тех же объектов);
- согласованность информации для связанных объектов;
- уникальность (отсутствие дублирования данных по объектам);
- динамическая непрерывность (накопление сведений об эволюции предметной области);
- устойчивость – возможность работы ИС при частично невведенных данных по объектам

в целом или отдельным полям объектов.

Полнота и актуальность определяются наличием и своевременным вводом исходных данных, и не зависят от структуры БД и программного обеспечения. Далее эти свойства не рассматриваются.

Целостность базы данных обеспечивается контролем уникальности вводимой информации (при необходимости для части информации хранится история проведенных изменений, например, конструкции скважины) и специальными процедурами сквозной проверки связанных основных объектов по общим параметрам (например, привязанность к объектам административно-территориального деления).

Наиболее критичным для целостности фактографической БД является ввод информации, так как здесь появляются как ошибки оператора подготовки информации, так и неточности исходных данных. Основным способом формирования базы - импорт данных из файлов, специальным образом подготовленных в формате Excel.

Процедура импорта предназначена для пополнения фактографической БД как архивной, так и текущей информацией. Ее использование позволяет осуществлять компьютерный набор данных по объекту параллельно в разных организациях (населенных пунктах), облегчает ввод повторяющихся характеристик (в первую очередь, территориальных привязок объектов БД). Эта процедура предоставляет также дополнительные возможности редактирования данных.

Каждая импортируемая таблица содержит необходимых набор показателей, характеризующих тот или иной вид информации. Импорт Excel-файлов осуществляется на основе развернутого механизма, реализующего предварительную многоуровневую проверку корректности вводимых данных для принятия решения о необходимости их редактирования:

- проверка наличия основной, целевой информации;
- проверка достаточности информации для однозначной идентификации основного объекта ввода;
- проверка достаточности информации для объектов-ссылок;
- проверка уникальности вводимого объекта и записи;
- проверка объектов-ссылок: для отсутствующих в базе объектов предусмотрен их ввод, для идентифицированных - ссылка на существующий объект;
- проверка возможности преобразования текстовых описаний в числовые для соответствующих параметров.

На основании проверки данных на уникальность возможны два варианта преобразования информации в БД:

1. Если для неуникальной, но идентифицированной записи в импортируемой таблице содержание ключевых полей совпадает с содержанием ключевых полей записи, уже

имеющейся в исходной БД, производится редакция существующей в БД записи;

2. Если для какой-либо записи в импортируемой таблице содержание хотя бы одного ключевого поля отличается от существующих в базе наборов, производится создание новой записи. Виды импортируемой информации включают:

- перечни (общероссийские и объектные);
- паспортные данные: месторождения, участки месторождений, участки недр, эксплуатационные сооружения, пункты наблюдения, отчетные материалы, протоколы, лицензии недропользователей;
- основные данные по ПН: разрезы по скважинам; конструкции скважин; результаты ОФР; результаты гидрогеохимического опробования; режимные наблюдения (срочные, среднемесячные и среднегодовые); техническое состояние ПН; использование колодцев, родников, дрен; сведения о бурении и обустройстве скважин; результаты обследования; каротаж; журналы опытов (наблюдений); водоподъемное оборудование.
- основные данные по другим объектам: продуктивные горизонты, эксплуатационные запасы, разрешенный водоотбор и др.

Помимо процедуры импорта, ввод данных может производиться двумя способами:

- 1) непосредственно с клавиатуры компьютера;
- 2) заполнение составляющих базу данных таблиц на основе процедур обработки имеющейся в БД информации (см. далее).

Входные проверки обеспечивают только предварительную оценку целостности базы данных. Для углубленной оценки предусмотрен набор дополнительных процедур:

- синхронизация информации о цифровых (проективных) координатах и географические координатах;
- синхронизация фактографической и картографической информации: ПН, лицензионные участки (центральная точка) и др.;
- проверка пространственного взаимоположения информационно-связанных объектов (например, координат ПН в фактографической БД и ГИС-картографического образа связанного лицензионного участка);
- пересчеты технических характеристик объектов (например, глубина скважины по паспорту, по конструкции и по разрезу);
- проверка введенных средних значений и рассчитанных по режимным наблюдениям;
- удаление дублирующих значений в режимных наблюдениях;
- проверка соответствия горизонтов, назначений использования вод в лицензионных участках с лицензиями недропользователей и протоколах утверждения запасов, другие вспомогательные процедуры.

### 3.3.4. Методы обработки данных и основные направления их использования

При создании ФИС должны быть реализованы процедуры обработки введенной в БД информации, которые можно разделить на следующие типы:

- выборка объектов по комплексным признакам,
- проведение операций, обобщение и преобразование данных;
- формирование стандартных и специальных выходных форм;
- экспорт данных в форматы численных моделей и геоинформационных систем.

#### **Формирование выборки объектов**

Выборка объектов для просмотра информации и построения выходных форм осуществляется на основе механизма, позволяющего учитывать различные типы критериев. При этом при выборке объектов может быть использован как один критерий, так и любая их совокупность. Например, при создании выборки скважин могут использоваться территориальные критерии (административный район, участок наблюдения), привязки к другим объектам базы (месторождение, водозабор и др.), текстовые (назначение, водоносный горизонт), числовые (глубина, год бурения) характеристики, а также критерии наличия связанных данных (данных о конструкции, разреза и др.). Кроме того, для части критериев предусмотрен контекстный поиск по вхождением выбранных символов в текстовое содержание критериев.

#### **Проведение операций, обобщение и преобразование данных**

В данном разделе предусмотрены различные способы обработки результатов наблюдений за режимом, данных о химическом составе подземных и поверхностных вод, а также паспортных данных и др. Целями выполнения операций являются проверка и анализ данных, арифметические расчеты для получения новых видов данных на основе внесенных в БД, ввод и/или коррекция информации.

Пространственное обобщение характеристик информационных объектов производится по направлению: ПН – СО – УНд – УМПВ – МПВ по аналогии с другим объектом базы данных.

Например, возможен ввод пространственных привязок ПН (административный район, населенный пункт и т.д.), идентичных характеристикам СО, в состав которого входит пункт наблюдения.

В качестве дополнительных предусмотрены связи между промежуточными звеньями приведенной цепочки.

Раздел "Расчеты данных наблюдений за режимом" предназначен для обобщения переменных данных по времени и в пространстве.

Операции производятся в направлении "дата и время – дата – месяц – год" (в результате для ПН и СО рассчитываются значения за сутки, месяц, год).



При обобщении во времени для некоторых видов показателей, таких как осадки, объемы воды и др., определяются суммарные значения (сумма за месяц, сумма за год), для остальных – средние (среднемесячные, среднегодовые). Результаты расчетов могут сохраняться в БД.

Обобщение показателей на уровне технических объектов производится по направлению ПН – СО (рассчитываются значения для СО, например - вычисление дебита водозабора суммированием дебитов по входящим в него скважинам).

Раздел "Гидрогеохимические расчеты" включает процедуры проверки проб и расчетов показателей, усреднение значений компонентов, определение типа воды и др.

Процедура "Проверка проб и расчеты показателей" позволяет производить проверки на полноту анализа, на расхождение суммы катионов и суммы анионов и др. Выполняются расчеты таких показателей, как минерализация, сухой остаток, жесткость, суммарное содержание Na+K.

Процедура "Осредненный химический анализ" предназначена для обобщения данных гидрохимических опробований: для одной скважины за определенный период времени и по группе входящих в водозабор скважин для оценки качества воды в смеси, в том числе с учетом расходов конкретных скважин.

Процедура "Определение химического типа воды" предназначена для расчета основных компонентов состава (в мг-экв-%): определяется принадлежность воды к тому или иному типу по ионному составу и по величине минерализации

### **Формирование выходных форм**

Под формированием выходных форм понимается табличное, текстовое и графическое представление данных. Формы могут быть как стандартными (установленными нормативными документами), так и специальными (вид и содержание определяется пользователем).

Выходные формы создаются для предварительно подготовленной выборки объектов. Предусмотрены следующие их виды:

- таблицы, справки и каталоги;
- карты; графики и диаграммы;
- геологические и геолого-технические разрезы, профили;
- текстовые отчеты.

Все выходные формы создаются и сохраняются (с возможностью последующего редактирования) с использованием программ MS Word, MS Excel, специальных программных комплексов Surfer и Grapher (Golden Software), ГИС-приложений MapObjects (ESRI), и EasyMap VCL (Microlap Technologies LLC). Примеры использования комплекса GeoCODE для представления данных приведены на рис. 3.6.

Раздел "Табличные данные" включает подразделы "Справки", "Каталоги", "Таблицы

данных о режиме ". Формирование большинства справок и всех каталогов и таблиц данных о режиме предваряется выборкой объектов с использованием идентификационной информации и данных о связях различных объектов БД. Все выходные формы данного раздела сохраняются в виде файлов MS Excel. Возможно построение справок по составу базы данных и составу информации по ПН; по характеристикам скважин и водозаборов; сведениям о разрешенном и фактическом водоотборе, об утвержденных запасах и др. Каталоги разделены на три группы: каталоги пространственных объектов (ПН, СН, УНд, УМПВ и МПВ), каталоги документов и материалов (отчетов, протоколов и лицензий), каталоги химических анализов.

Раздел "Визуализация" включает подразделы "Графики", "Карты", "Профили" и "Разрезы". Построение графиков производится средствами Grapher и Excel. Оно предусматривает создание графиков зависимости динамических (в т.ч. гидрогеохимических) показателей от времени, графиков корреляционных связей и др. Для создания карт используется Surfer. В картографический формат выводятся точки расположения пунктов наблюдения, подписи к ним, производится автоматическая рисовка изолиний распределения выбранного параметра.

Построение геолого-гидрогеологических разрезов выполняется средствами Grapher и заключается в отображении – по линии, соединяющей выбранные ПН – стратиграфических подразделений и литологического состава пород, конструкций скважин и изменения значений заданных показателей на определенные пользователем периоды времени (например, уровней подземных вод).

Для формирования геолого-технических разрезов по скважинам (ГТР) используется Grapher. ГТР включает отображение стратиграфической и литологической характеристики слоев (текстовое описание и заливка), конструкции скважины и результатов геофизических исследований.

Раздел "Текстовые отчеты" включает подразделы "Паспорт ПН" и "Результаты обследования".

### **Экспорт информации**

С целью интеграции информационных ресурсов должен быть предусмотрен обмен данными с численными моделями и картографическими (географическими) информационными системами.

Для экспорта информации в численные модели разработаны специальные процедуры, позволяющие создавать файлы, совместимые с VISUAL MODFLOW, содержащие следующие основные виды данных:

- поверхности геологических слоев (абс. отметки в точках расположения ПН с последующей интерполяцией средствами VISUAL MODFLOW);

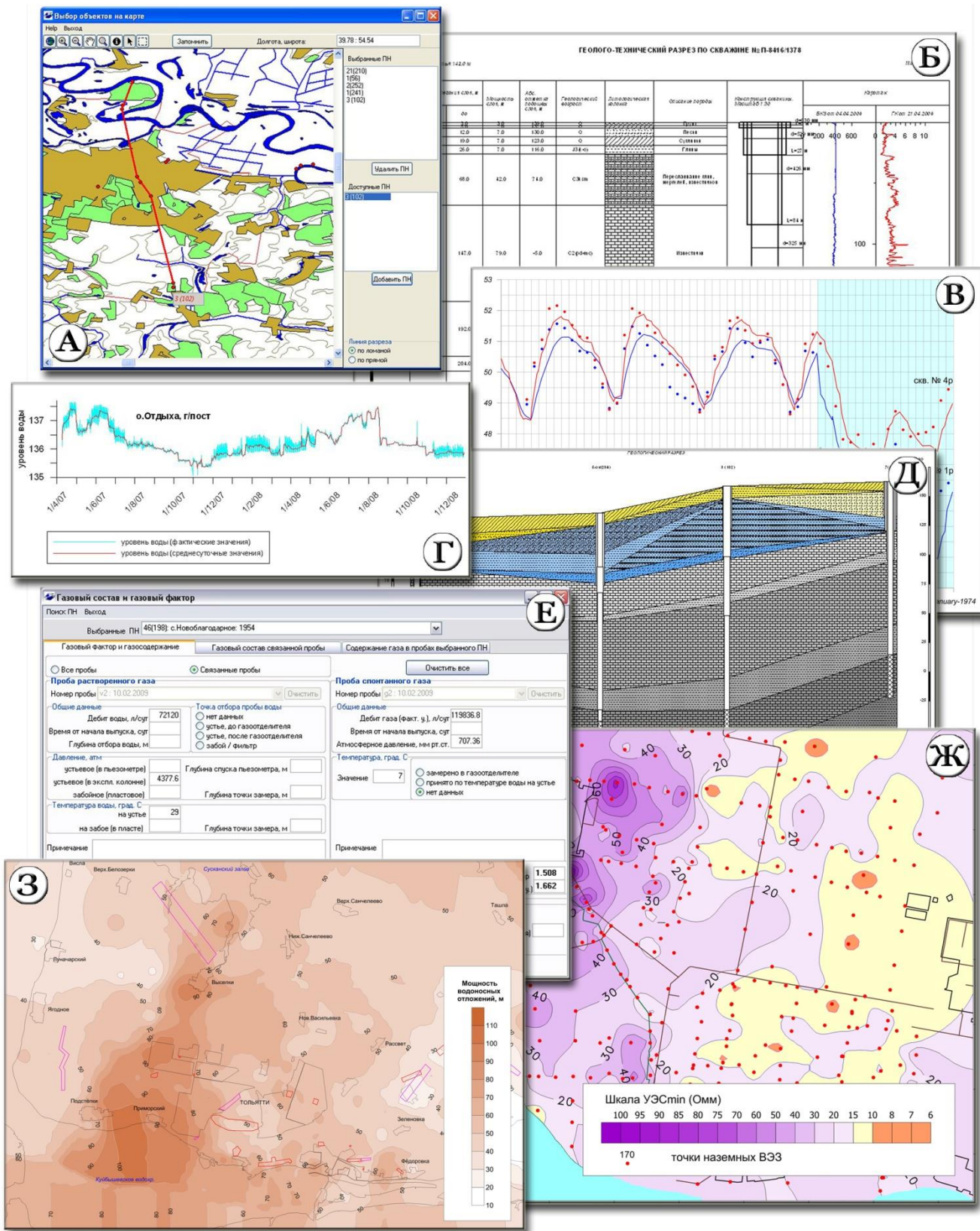


Рис. 3.6. Примеры использования комплекса GeoCODE: выбор скважин для построения разреза (А); геологический разрез (Д); геолого-технический разрез (Б); расчет газового состава и газового фактора (Е); карта-схема мощности водоносных отложений (З); хронологический график уровня воды (Г); сопоставление модельных и фактических уровней (В); схема участков засоления пород зоны аэрации (Ж)

- положение водозаборных и наблюдательных скважин;
- динамические данные по уровням подземных вод, расходам скважин и др.

Для преобразования пространственных координат из сферической системы в двумерную и для пересчета астрономического времени в модельное предусмотрены специальные процедуры.

Экспорт информации (объектов фактографической БД и их атрибутивных характеристик) в картографическую БД может осуществляться в файлы различного формата:

- непосредственно в тематические слои картографической БД;
- в файлы формата Surfer (Golden Software). При этом производится вывод точек расположения пунктов наблюдения и значений выбранного показателя, возможна также автоматическая рисовка изолиний его распределения.

## **Выводы**

1. 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. Помимо этого, наиболее развитые ИС создавались для государственных нужд и не в полной мере отвечают задачам обоснования инженерных решений на конкретных участках недр.

Предлагаемые требования к структуре баз данных, процедурам поддержания их целостности и способам обработки информации, реализованные при создании программно-алгоритмического комплекса GeoCODE, являются общими при разработке аналогичных фактографических ИС объектного уровня.

2. Структура БД должна базироваться на строгом разграничении видов информации, объектов базы данных (информационных объектов), их свойств, перечней, классификаторов, входных и выходных форм. Предложенная типизация объектов предусматривает для каждой разрабатываемой ИС 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. В ИС должна быть предусмотрена возможность создания пользователем новых объектов и новых показателей.

3. Важнейшим вопросом устойчивого функционирования ИС является обеспечение целостности БД. Наиболее критичным является ввод информации, в связи с чем требуется разработка критериев идентификации данных на основе так называемых "ключевых полей".

Для поддержания целостности БД предусмотрен набор дополнительных процедур, направленных на проверку уникальности, согласованности и непротиворечивости данных и их

коррекцию (синхронизация пространственных характеристик, пересчеты цифровых показателей и др.).

4. Методы содержательной обработки данных должны включать эффективные 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.

Следует предусмотреть возможность создания и сохранения отчетных материалов как по формам, заданным разработчиками ИС (в т.ч. - в соответствии с действующими нормативными документами), так и в виде шаблонов дополнительных каталогов с содержанием, заданным пользователем.

### **3.4. Географические (картографические) информационные системы**

Рассматривая понятие географическая информационная система (ГИС), можно довольно точно указать время и место возникновения данной технологии. Ее появлением мы обязаны задаче управления природными ресурсами, поставленной перед Министерством лесного хозяйства и сельского развития Канады [378].

В сформированном в начале 1960-х годов Отделении информационных систем регионального планирования и была разработана первая в мире ГИС, предназначенная для классификации и нанесения на карту земельных ресурсов [105].

Общепринятого определения ГИС не существует. Их основной чертой является работа с координатно-привязанными объектами и описывающими их атрибутами, в отличие от автоматизированных систем (фактографических ИС), для которых по координатной географической привязка исходных данных и результатов их обработки, как правило, отсутствует. Координатная привязка обеспечивает возможность реализации топологических покрытий при построении карт, отсутствующую в автоматизированных системах. Топологические покрытия представляют наложение друг на друга нескольких различающихся по содержанию картографических объектов [334].

Основой создания географических систем послужили, с одной стороны, системы построения карт различного назначения и, с другой стороны, информационно-поисковые системы, обеспечивающие быстрый поиск требуемых данных [334].

Наиболее часто встречаются определения ГИС, исходящие из их назначения (функциональных возможностей). Например:

ГИС - компьютерная система для сбора, проверки, интеграции и анализа информации, относящейся к земной поверхности [371];

ГИС - инструмент для обработки и анализа пространственной информации (как правило,

привязанной к некоторой части земной поверхности), включающий подсистемы сбора данных, хранения и выборки, манипуляции и вывода [105].

Таким образом, географическая информационная система (ГИС) – информационная система, предназначенная для управления пространственно-распределенными данными. В гидрогеологических исследованиях ГИС используются для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза и управления ресурсной базой подземных вод.

ГИС, как и прочие информационные системы, включают базы данных и системы управления ими (в том числе прикладное программное обеспечение).

### **3.4.1. Состав информации и структура картографических баз данных**

Картографическая база данных – организованная совокупность взаимосвязанных данных, включающих поименованные информационные объекты (объекты БД) и описания их свойств, обязательным элементом которых являются пространственные характеристики (местоположение и конфигурация).

Описания свойств объектов БД, в том числе и атрибутивные данные, содержатся в наборе тематических слоев.

Каждый тематический слой (тема) несет пространственно распределенную информацию об одном из аспектов строения закартированной территории и задает описание групп объектов, объединенных по смысловой нагрузке, имеющих общий набор атрибутов и относящихся к одному геометрическому типу.

Тематический слой является основным структурным элементом картографической базы данных и состоит из набора файлов (например, для ArcGis/ArcView это файлы \*.shp, \*.dbf, \*.shx), содержащих описание расположения, геометрии и атрибутов геолого-картографических объектов. В соответствии с геометрией геолого-картографических объектов различаются полигональные, линейные и точечные виды тем.

Картографическая БД состоит из нескольких блоков, каждый из которых включает совокупность тематических слоев, соответствующих его информационному содержанию. Обычно выделяют два основных блока: общегеографический и тематический (специальный). Последний, в свою очередь, можно разделить на объектный и геолого-картографический. Выделенные блоки картографической БД включают, соответственно, следующую информацию:

1) географическую характеристику территории и необходимые элементы топографической основы, определяющие условия питания и разгрузки подземных вод, возможное антропогенное воздействие на их состояние.

К этой группе объектов относятся изолинии рельефа и отметки высот, речная сеть, лесные массивы, населенные пункты, промышленные зоны, сельскохозяйственные системы,

орошаемые площади, дороги, трубопроводы, различные источники загрязнения и т.д.

2) данные о пространственных характеристиках и основных признаках гидрогеологических информационных объектов фактографической БД, характеризующие геолого-гидрогеологические условия, разведанность и освоенность территории.

К таким объектам относятся: пункты наблюдения (скважины различного назначения, родники, колодцы, дренажи, гидро- и метеопосты, точки отбора проб, пункты геофизических исследований и др.); сооружения для отбора/закачки (водозаборы, дренажные узлы, узлы закачки); участки недр распределенного и нераспределенного фонда; месторождения (участки месторождений).

3) картографические материалы специального (геологического, гидрогеологического, экологического) содержания.

К данной группе объектов относятся границы геологических, гидрогеологических и иных элементов (области распространения горизонтов, пород различного литологического состава, зон различной защищенности подземных вод, параметров водоносных и разделяющих комплексов и др.) и изолинии показателей (гипсометрическое положение поверхностей геологических подразделений и их мощности, текущие и прогнозные уровни подземных вод, концентрации компонентов и другие показатели качества и др.).

Тематические слои специального содержания создаются на основе:

- исходной информации по пунктам наблюдения (ПН) о состоянии подземных вод, характеристиках геологической среды и техногенных объектов, внесенной в фактографическую БД;

- результатов численного (геофильтрационного и геомиграционного) моделирования.

### **3.4.2. Формирование картографических баз данных**

Формирование картографической БД может производиться следующими основными способами:

- 1) оцифровка исходных носителей,
- 2) импорт информационных объектов и их характеристик из фактографической БД,
- 3) импорт данных из численных моделей.

Оцифровка (векторизация) исходных бумажных или электронных растровых (предварительно отсканированных) носителей. Выполняется либо с помощью дигитайзера, либо - на экране дисплея, используя мышь или клавиатуру.

Создание тематических слоев картографической базы данных путем импорта объектов фактографической БД предусматривается в фактографической ИС.

При этом создаются точечные тематические слои (импортируются координаты пунктов

наблюдений и центры объектов наблюдения, участков недр и метсорождений). В результате создаются файлы формата ГИС ArcView (dbf-файлы и shp\_файлы). Различные атрибутивные характеристики объектов из создаваемых при этом таблиц Dbase (водоотбор, показатели химического состава, уровни и др.) вносятся в состав картографической базы данных и отображаются на картах при использовании инструментов ArcView.

Для экспорта данных, который осуществляется через форматы хранения табличной информации, в них должна быть принята единая система идентификации объектов (пунктов наблюдений и др.). При этом следует учитывать возможную опасность дублирования информации.

Импорт данных из численных моделей включает импорт модельных массивов гидрогеологических параметров (конфигурация граничных условий, зоны коэффициентов фильтрации, инфильтрационного питания и др.) и импорт результатов расчетов (расчетные поля напоров, характеристик химического состава, балансовых составляющих и др.).

При импорте модельных массивов параметров в тематические слои картографической базы данных при равенстве значений показателей в примыкающих друг к другу блоках модели последние объединяются в единый полигон, в результате чего образуются зоны параметров.

### **3.4.3. Основные направления использования географических ИС в гидрогеологии**

К настоящему времени сформировались следующие основные направления использования ГИС в гидрогеологии:

- 1) Картографическое сопровождение работ
- 2) Построение государственных гидрогеологических карт (цифровых моделей карт)
- 3) Информационное обеспечение решения задач по управлению изучением и использованием недр
- 4) Решение задач на основе инструментов пространственного моделирования

**Картографическое сопровождение работ** требуется при визуализации гидрогеологических и иных объектов, формировании картографических отчетных материалов (цифровых моделей карт), разработке численных моделей геофильтрации и геомиграции и обработке полученных результатов.

Визуализация объектов необходима для анализа их пространственных распределений и взаимоотношений.

#### Формирование картографических отчетных материалов

Цифровые модели карт составляются в виде геоинформационных проектов на основе информации, внесенной в картографическую БД. Географическая характеристика территории используется в качестве подложки для различных специальных карт, среди которых, по



содержанию представляемой информации, различаются:

- ситуационные карты (карты фактического материала, расположения скважин режимных сетей и др.),
- карты, составляемые на основе исходных геологических и гидрогеологических данных (структурные карты, карты мощности продуктивных и разделяющих горизонтов, изолиний уровней и их понижения, гидрогеохимические карты и др.),
- карты, составляемые на основе результатов моделирования (карты задания параметров и граничных условий, карты модельных уровней подземных вод, понижений уровней и др.).

#### Создание численных математических моделей

Тематические слои картографической БД используются в качестве подложки при создании численных моделей: для задания неактивных блоков, граничных условий, зон геофильтрационных и геомиграционных параметров и др.

Преобразование географических координат объектов картографической БД в прямоугольные координаты модели проводится средствами ГИС.

#### **Построение государственных гидрогеологических карт**

Государственные гидрогеологические карты составляются в масштабах 1:1 000 000 и 1:200 000 при проведении региональных гидрогеологических и эколого-гидрогеологических работ. Исходные концептуальные положения автоматизированного построения и государственных гидрогеологических карт (АПГК) включают обязательное использование государственных географической (топографической) и геологической карт как базовых [307].

#### **Информационное обеспечение решения задач по управлению изучением и использованием недр**

В данном случае ГИС являются составной частью интегрированных информационных систем и используются для отображения и анализа пространственных данных при государственном управлении недропользованием.

ГИС технологии применяются для оценки состояния и планировании использования ресурсной базы подземных вод, в том числе - для учета ресурсов и запасов подземных вод, ведения баланса лицензионных участков, добычи, а также ведения мониторинга [87, 207].

#### **3.4.4. Геолого-картографическое (пространственное) моделирование**

Как уже указывалось, предшественником ГИС были системы построения карт. Традиционный подход к картам, так называемая парадигма сообщения, подразумевал, что сама карта является конечным продуктом [105]. При этом пользователю карты не доступны как возможность работы с данными, так и собственно исходная информация. Кроме того, зачастую количество информации, особенно атрибутивной, столь велико, что одна карта не может

вместить всё необходимое.

Альтернативный подход, аналитическая парадигма [376], 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. Последние поддерживают хранение исходных, в т.ч. атрибутивных, данных на компьютерных носителях и обеспечивают возможности их последующих отображения, обработки и корректировки исходя из нужд пользователя.

Главное отличие (и главное преимущество) ГИС - способность выполнять картографические операции, в первую очередь - комбинировать картографическое представление информации нескольких выбранных тем.

Поэтому ГИС рассматриваются в качестве инструмента решения прикладных задач - с целью получения новой информации - картографических материалов синтетического и аналитического характера [206].

Картографическое моделирование – одно из фундаментальных понятий картографии - использовалось задолго до внедрения информационных технологий, хотя и не имело четкого научного определения. Оно объединяло и способ анализа картографической информации, и форму ее представления [247].

В настоящее время этот термин обозначает [105, 247, 377] процесс использования взаимодействующих, упорядоченных пространственных операций, как элементарных, так и сложных логическо-математических функциональных действий, над картографическими объектами для ответов на вопросы о пространственных феноменах. Каждая операция над тематическим слоем (покрытием) должна иметь результат (обычно - создание нового покрытия), который может использоваться следующей операцией.

В поисково-разведочной геологии картографическое моделирование используется для достижения двух основных целей: прогноза наличия месторождений твердых полезных ископаемых и углеводородов на основе поисковых критериев и определения объема рудных тел (залежей) при подсчете запасов путем построения трехмерных (объемных) моделей.

Выше было показано, что 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 [105].

Наибольшее применение в гидрогеологических исследованиях нашел метод наложения

полигональных покрытий, обеспечивающий передачу атрибутов объектов полигонам результирующей темы. Полученный топологический результат – вновь сформированные полигональные объекты - известны как наименьшая географическая единица (least common geographic unit). Термин показывает, что (при работе с конечным набором исходных слоев) дальнейшее деление невозможно. В качестве примеров использования картографического моделирования можно выделить решение нескольких задач.

#### **Оценка уязвимости/защищенности подземных вод**

Защищенность характеризует способность подземных вод сохранять их состав и качество и определяется рядом геолого-гидрогеологических факторов. Методика ее оценки, предложенная В.М.Гольдбергом в 1984 г. [86], предполагает построение серии карт, отражающих глубину залегания грунтовых вод, мощность перекрывающих слабопроницаемых отложений и их литологический состав. Балльная оценка влияния указанных факторов, полученная путем их суммирования, определяет степень защищенности.

В 1987 г. в США была разработана стандартизированная система региональной оценки уязвимости подземных вод к загрязнению (термин, противоположный защищенности), получившая название Drastic [354]. Методика оценки основана на учете таких факторов, как глубина до уровня, питание подземных вод, состав и свойства почвы и водоносного горизонта.

Обе методики были разработаны до широкого внедрения ГИС-технологий, но использовали в качестве инструмента картографическое моделирование.

#### **Гидрогеоэкологическое прогнозирование**

Для оценки изменения состояния растительных сообществ под влиянием водохозяйственных мероприятий, в том числе в результате снижения уровня подземных вод при их эксплуатации предназначен программный комплекс NISNE. Он разработан специалистами KIWA (Нидерланды) и адаптирован специалистами ГИДЭК к природным условиям России [215].

Исходные данные для моделирования включают несколько покрытий: существующие растительные сообщества, типы землепользования, механический состав почв, глубины уровней подземных вод (современные и прогнозируемые), показатели трофности и кислотности местообитаний, а также величины питания/разгрузки подземных вод и их химический состав, конфигурация затопляемых территорий; поступление азота и кальция.

Собственно моделирование представляет собой процесс объединения указанных покрытий в новое, состоящее из совокупности полигонов, для каждого из которых определены значения абиотических показателей. Полученные данные сопоставляется с информационной базой, на основе чего прогнозируется возможность существования того или иного растительного сообщества.

## **Региональная оценка ресурсов промышленных вод**

Пространственное моделирование может использоваться при оценке запасов/ресурсов подземных вод.

Характерным примером является его применение для оценки геологических запасов промышленных вод и выбора участков, перспективных для проведения разведки и добычи йодных вод Азово-Кубанского бассейна.

Оценка запасов проводилась автором расчетным путем на основе построенных погоризонтных карт содержания йода и эффективной мощности в пределах территории распространения подземных вод с содержанием йода 40 и более мг/л. Использовался следующий алгоритм расчета (для каждого горизонта):

- определение площади зон с различной концентрацией йода;
- определение (в пределах каждой из этих зон) средней эффективной мощности;
- определение объема воды путем перемножения значений площади и эффективной мощности с учетом принятого значения пористости 0.15;
- определение геологических запасов йода путем перемножения значений объема воды и средней по зоне концентрации йода.

Перспективные участки были выделены по данным анализа построенных карт на основе сочетания (в пределах некоторой площади) наиболее благоприятных условий для эксплуатации подземных вод. Эти условия определялись как для каждого горизонта, так и для участка в целом, по следующим позициям:

- наибольшая концентрация йода в подземных водах,
- наибольшая эффективная мощность отложений,
- отсутствие границ выклинивания водоносных горизонтов,
- возможность разработки нескольких горизонтов в пределах одного участка,
- допустимые по технико-экономическим показателям глубины залегания горизонтов,
- наличие незанятых (или потенциально освобождаемых) земель.

Заметим, что трехмерное моделирование в гидрогеологии практически не используется. Однако в последние годы все острее ощущается необходимость подобных построений как основы при разработке численных геофильтрационных моделей.

Оценка РППВ, как видно из определения данного понятия (раздел 1.1), является задачей картографической. Поэтому возможности, предоставляемые географическими информационными системами, незаменимы при проведении подобного рода исследований.

Вопросы геолого-картографического моделирования при оценке РППВ рассмотрены в главе 4.

### 3.5. Выводы и предложения по разработке и использованию информационных систем

1. При изучении подземных вод первостепенную роль играет информационная обеспеченность принимаемых решений, включающая имеющиеся знания о геолого-гидрогеологических условиях объекта исследования, нормативно-правовые требования и ограничения, методическую основу проведения работ, а также совершенство используемых методов обработки данных.

Оптимальным способом хранения, анализа и обработки материалов гидрогеологических исследований является создание информационных систем (ИС), включающих специальным образом организованные данные (базы данных) и системы управления ими (в том числе прикладное программное обеспечение).

В целом развитие ИС в гидрогеологии следует рассматривать как часть общего процесса развития информационных технологий. Вплоть до конца 1980-х годов развитие представлений о ИС, направлениях их использования и решаемых задачах опережало возможности имеющихся технических средств.

2. Бурный прогресс вычислительного оборудования и информационных технологий, появление персональных компьютеров, развитие ГИС и средств удаленного доступа в 1990-е годы многократно повысили эффективность применения ИС и позволили не только реализовать сформулированные ранее идеи, но и сделать их доступным для массового использования. Появились качественно новые возможности обработки и передачи информации.

Основными элементами ИАС при проведении гидрогеологических исследований являются фактографические и географические ИС, а также системы численного математического моделирования. Сближение и объединение трех указанных направлений (трех видов ИС) привело к созданию так называемых интегрированных (комплексных) информационных аналитических систем (ИАС).

Наибольшее развитие получила такая разновидность ИАС, как постоянно-действующие модели (ПДМ). Модель должна быть обеспечена информацией, достаточной для воспроизведения гидрогеологических условий на разные периоды времени. В связи с этим обязательным условием разработки ПДМ является наличие в их составе баз данных, которые выполняют функции информационного обеспечения.

Другим важным направлением развития гидрогеологических ИС, является разработка систем информационной поддержки государственного управления недропользованием. Они реализуют, главным образом, функционал информационно-поисковых систем и предназначены для учета и обобщения данных о запасах, выданных лицензиях, отборе подземных вод.

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

Изучение ресурсного потенциала сопряжено с необходимостью учета и детального анализа большого количества природно-географических, геолого-гидрогеологических и техногенных факторов, определяющих пространственно-временные изменения показателей состояния подземных водных объектов. При этом наличие большого объема разнообразных по характеру и качеству фактических материалов, накопленных за длительный период проведения геологоразведочных работ и эксплуатации подземных вод, приводит к необходимости их взаимоувязанного анализа и согласования в рамках единой концептуальной модели и соответственно, комплексного подхода к интерпретации полученных данных.

Главную ценность геологоразведочных работ представляет фактическая информация о различных показателях состояния подземных вод и их динамике, накапливаемых в процессе геолого-гидрогеологической съемки, регионального изучения, поисково-разведочных работ, мониторинга. Анализ ранее полученных первичных материалов должен играть основную роль уже на начальной стадии ГРР: для оценки достаточности имеющейся информации при постановке полевых работ, определении их состава и объемов, экспертных оценок возможного водоотбора, схемы и режима эксплуатации.

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.

4. Использование информационных технологий в гидрогеологии, несмотря на многолетний опыт разработки и постоянное совершенствование технических средств, сопряжено с рядом проблем, обусловленных особенностями предметной области.

Активное развитие фактографических ИС в гидрогеологии является свидетельством не только их важности и востребованности, но и сложности разработки. Причинами этого являются наличие большого объема разнородных и разноуровневых данных, субъективность и разобщенность логической структуры информации, слабая формализация решаемых задач.

Таким образом, возникает задача разработки требований к фактографическим информационным системам объектного уровня и собственно такой системы, обеспечивающей накопление и обработку фактических материалов. Особое внимание должно быть уделено учету специфики гидрогеологических данных, осложняющих функционирование ИС.

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 программно-алгоритмического комплекса (ПАК) GeoCODE. Они являются комплексными, универсальными и позволят минимизировать указанные проблемы при создании аналогичных фактографических ИС. В их состав входят:

- строгое разграничение видов информации, объектов базы данных, их свойств, классификаторов, входных и выходных форм;
- возможность расширения состава БД путем создания новых объектов и показателей;
- критерии идентификации данных на основе так называемых "ключевых полей";
- процедуры проверки уникальности, согласованности и непротиворечивости данных и их коррекции;
- процедуры выборки объектов по комплексным признакам;
- пространственное и временное обобщение информации, формирование стандартных и специальных выходных форм, экспорт данных в ГИС и системы моделирования.

5. Широкое применение в гидрогеологических исследованиях находят географические информационные системы: для картографического сопровождения работ, информационного обеспечения управления изучением и использованием недр, при построении государственных гидрогеологических карт и др.

Аналитическая парадигма, пришедшая на смену парадигме сообщения, основана 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.

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 картографическое представление информации нескольких выбранных тем. Функционал ГИС позволяет использовать их для геолого-картографического моделирования, возможности которого незаменимы при оценке ресурсного потенциала подземных вод.

## 4. РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### 4.1. Основные этапы проведения оценок ресурсного потенциала подземных вод

Концептуально региональные оценки эксплуатационных ресурсов/запасов, или, в современной терминологии, ресурсного потенциала подземных вод (РППВ), восходят к первой Классификации запасов подземных вод и, еще глубже – к первым отечественным классификациям запасов твердых полезных ископаемых и углеводородов. Как показано выше, еще с конца 1920-х годов государственная политика была направлена на максимально полный учет полезных ископаемых, в том числе еще не разведанных районов, чему изначально соответствовали запасы категории С2.

Согласно Классификации 1960 г. они оценивались в пределах благоприятных структур и комплексов водовмещающих пород. В дальнейшем (Классификация 1983 г.) наименее изученная часть эксплуатационных запасов стала именоваться "прогнозными ресурсами", которые оценивались в границах артезианских бассейнов, гидрогеологических массивов и районов и отражали их потенциальные эксплуатационные возможности. В 2000-х годах в качестве характеристики общего количества подземных вод, которое может быть добыто на изучаемой территории, стал широко использоваться термин "ресурсный потенциал".

Необходимо отметить приоритет отечественной гидрогеологии в проведении такого рода исследований. За рубежом данное направление разрабатывалось в значительно меньшей степени и с существенной задержкой во времени. В США значительный интерес к региональным гидрогеологическим исследованиям появился лишь с 1980-х годов [118].

История прогнозных региональных оценок возможного суммарного отбора подземных вод насчитывает более 50 лет. Впервые такая оценка была выполнена в начале 1960-х годов для всего СССР и являлась одним из элементов решения задачи размещения производительных сил и их дальнейшего развития в отдельных регионах страны. Результаты работ использовались при разработке генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов страны и как научная основа поисково-разведочных работ на подземные воды. В работе, выполненной под методическим руководством ВСЕГИНГЕО, приняли участие все территориальные геологические управления Министерства геологии СССР.

Методика была разработана Н.Н.Биндеманом и Ф.М.Бочевеком [20] и заключалась в проведении аналитических расчетов применительно к равномерной сетке размещения водозаборных сооружений с шагом 5 км. При этом возможный водоотбор формировался только за счет емкостных запасов. Привлекаемые ресурсы подземных вод речных долин из-за мелкого масштаба картирования не учитывались. Кроме того, не оценивались ресурсы



горных районов.

Полученные результаты были обобщены на средне- и мелкомасштабных картах оцениваемых территорий и представлены в модульной форме в л/с·км<sup>2</sup>. Итогом работ стала изданная в 1965 г. "Карта модулей эксплуатационных ресурсов пресных и солоноватых вод СССР" масштаба 1:5 000 000" [143].

Н.Н.Биндеман в 1970 г. [22] предложил для оценки перспектив использования подземных вод в регионе использовать понятия "потенциальные" и "перспективные" прогнозные эксплуатационные ресурсы, что аргументировалось зависимостью возможной величины отбора не только от гидрогеологических условий, но и также от схемы размещения и производительности водозаборных сооружений. Первоначально под потенциальными ресурсами понимался максимально возможный расход, а перспективные рассматривались как часть потенциальных, которая может быть получена при определенной схеме водоотбора.

Позднее было принято, что потенциальным ресурсам соответствует суммарный расход водозаборов, расположенных по условной равномерной сетке, а перспективным – расход, подсчитанный применительно к реальной схеме их размещения с учетом дополнительных перспективных участков. В дальнейшем было показано (Б.В.Боревский, Л.С.Язвин, 1989), что разделение на потенциальные и перспективные ресурсы имеет только теоретическое значение, а для практических целей достаточно ограничиться одним понятием – "прогнозные эксплуатационные ресурсы" (в настоящее время – "ресурсный потенциал").

Во второй половине 1960-х – первой половине 1970-х годов региональные оценки проводились при подготовке монографии "Гидрогеология СССР" по отдельным административным регионам и территории страны в целом, а также по некоторым гидрогеологическим районам и бассейнам [21]. В 1970 г. приказом министра геологии СССР перед гидрогеологической службой была поставлена задача региональной оценки эксплуатационных запасов подземных вод по крупным регионам "в целях удешевления поисково-разведочных работ, повышения их эффективности, а также научного обоснования регулирования эксплуатации подземных вод и размещения производительных сил".

Эти работы выполнялись на базе разработанных в 1971-1972 г. ВСЕГИНГЕО рекомендаций по региональной оценке прогнозных ресурсов для слабо и хорошо изученных районов [48, 229]. В первом случае методика оценки предусматривала использование аналитических расчетов (гидродинамического и балансового методов), а также метода аналогии. Во втором случае оценка проводилась с применением методов аналогового и математического моделирования, учитывая все составляющие баланса подземных вод.

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.

Особое значение имела разработка в 70-80-х годах прошлого века математических геофильтрационных моделей крупных артезианских бассейнов (Московского, Причерноморского, Днепрово-Донецкого, Терско-Кумского, Прибалтийского, Азово-Кубанского, южной части Западно-Сибирского и др.)

С помощью моделирования были не только подсчитаны прогнозные ресурсы подземных вод этих бассейнов, но и выявлены основные закономерности их формирования в различных природных и гидрогеологических условиях. При этом большое внимание уделялось изменению питания и разгрузки подземных вод при водотборе по сравнению с естественными условиями.

К концу 1980-х годов на основе гидрогеологических съемок, поисково-разведочных работ и государственного учета запасов, данных эксплуатации и статистической отчетности по использованию подземных вод, оценки и картографирования ресурсов в различных масштабах был накоплен большой фактический материал по характеристике величины ресурсов, их качества и региональным закономерностям их формирования и распространения.

Как показал последующий анализ этих данных (Б.В.Боревский, Л.С.Язвин, 1995), оцененные ранее прогнозные ресурсы требовали уточнения, что определялось следующими обстоятельствами:

а) Со времени проведенных ранее работ по оценке прогнозных ресурсов подземных вод прошло более 20-30 лет. За этот период был накоплен новый фактический материал по гидрогеологическим условиям и опыту эксплуатации подземных вод, позволяющий уточнить на ранее полученные результаты и провести подсчет на прежде не оцененных территориях.

б) Необходимость изменения принципиального подхода к оценке прогнозных ресурсов подземных вод. При проведенных ранее оценках учитывались как возможная сработка емкостных запасов, так и питание, поступающее в водоносный горизонт в процессе эксплуатации, а сама оценка выполнялась на ограниченный период (25-50 лет).

В то же время, как показал анализ теоретических закономерностей притока воды к водозаборным сооружениям и практического опыта эксплуатации, удельный вес использования емкостных запасов в общем балансе водоотбора со временем уменьшается. Уже через 10-20 лет после ее начала он не превышает нескольких процентов, а в пределе, при неограниченном сроке работы водозабора, близок к нулю. Поскольку при подсчете прогнозных ресурсов ориентируются на весьма длительный, практически неограниченный срок эксплуатации, многолетняя сработка емкостных запасов не учитывается, а в качестве источников их формирования принимается только питание водоносного горизонта (естественные ресурсы) и

привлекаемые ресурсы, формирующиеся за счет поверхностных вод.

в) Недостаточный учет природоохранных и санитарных ограничений. При выполненных ранее оценках практически не учитывалась невозможность или нецелесообразность эксплуатации подземных вод на отдельных территориях в связи с природоохранными и санитарными ограничениями. В то же время эксплуатация подземных вод не может осуществляться на площадях разработки месторождений твердых полезных ископаемых и промышленных объектов при невозможности создания зон санитарной охраны водозаборов.

г) При ранее выполненных оценках недостаточно учитывалась возможность эксплуатации береговых водозаборов, отбор которых формируется путем непосредственного привлечения поверхностного стока. В то же время на отдельных территориях именно береговыми водозаборами может обеспечиваться большая часть потребностей в воде.

В связи с этим "ГИДЭК" (Б.В.Боревский, Л.С.Язвин, 1995) была разработана новая методика оценки прогнозных ресурсов, базирующаяся на учете только естественных и привлекаемых ресурсов. Таким образом, методика региональной оценки постоянно совершенствовалась. При этом принципы расчетов ресурсов по условным сеткам не потеряли своей актуальности до настоящего времени и были положены в ее основу. Основные различия применявшихся методических подходов заключались в следующем. В первом случае учитывались только емкостные запасы (Н.Н.Биндеман, Ф.М.Бочевер, 1964), во втором – дополнительно к емкостным – естественные и привлекаемые ресурсы (Б.В.Боревский, Л.С.Язвин, 1971), а в последнем - емкостные запасы не учитывались и оценка выполнялась на неограниченный период эксплуатации (Б.В.Боревский, Л.С.Язвин, 1995).

Таким образом, подсчет проводится применительно к системе постоянного во времени водоотбора на конечный (50-100 лет) или неограниченный срок эксплуатации при условии полного обеспечения подземных вод питанием и привлекаемыми ресурсами поверхностных вод. Подчеркнем, что разработанная методика оценки РППВ учитывает как общую величину его обеспеченности, так и возможность отбора подземных вод.

На ее основе на рубеже XX и XXI веков геологической службой МПР России под научно-методическим руководством компании "ГИДЭК" для всей территории страны была выполнена специальная работа, посвященная оценке современного состояния ресурсов питьевых подземных вод, их использованию и обеспеченности этими ресурсами потребностей населения/

Работа состоит из трех этапов:

I этап (1993–1995 г.) – оценка современного состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения. Инвентаризация месторождений и водозаборов подземных вод.

II этап (1995–2001 г.) – оценка ресурсного потенциала подземных вод и обеспеченности ими населения для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Составление карт модулей

ресурсного потенциала и обеспеченности ими потребностей населения.

Исследования проводились территориальными геологическими организациями в каждом субъекте РФ. Помимо аналитических расчетов, использовалось математическое моделирование и метод аналогии. Затем материалы обобщались и корректировались ЗАО "ГИДЭК" при проведении работ по оценке обеспеченности (2002 г.). Основные положения методики и результаты работ по оценке обеспеченности населения ресурсами подземных вод были опубликованы в ряде отчетов, статей и монографий [70, 237, 350, 351].

III этап (2007–2011 г.) – создание фактографических и картографических баз данных, картирование и оценка ресурсного потенциала подземных вод. Выполненный анализ результатов II этапа показал, что методика оценки требует дальнейшего развития, в первую очередь, унификации подходов к оценке питания подземных вод и выбора шага расчетных сеток в граничащих между собой субъектах РФ (раздел 4.3). Методика работ III этапа была разработана ЗАО "ГИДЭК" (Б.В.Боревский и А.Л.Язвин при участии Т.П.Хачиян).

Ко времени начала работ III этапа в нормативно-правовой базе произошел ряд изменений, оказавших влияние на целевую направленность и содержание исследований. В 2007 г. были утверждены "Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод" и методические рекомендации по ее применению, в которых получил официальное закрепление термин "ресурсный потенциал подземных вод", а прогнозные ресурсы были подразделены на три категории ( $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ ). При этом содержание термина "прогнозные ресурсы" изменилось (см. раздел 1.1).

Термин "ресурсный потенциал" содержательно является заменой термина "прогнозные ресурсы" в его понимании до 2007 г. Прогнозные ресурсы в настоящее время – это возможный водоотбор, дополнительный к оцененным эксплуатационным запасам. В связи с изложенным выше целью работы являлась оценка как ресурсного потенциала, так и прогнозных ресурсов подземных вод, которая проводилась для субъектов РФ и гидрогеологических районов различного (главным образом, первого и второго) порядка.

Основой подсчета и картирования ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов являлась подготовленная в 2010 г. ФГУГП "Гидроспецгеология" карта гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1 : 2 500 000, которая в настоящее время используется при ведении государственного мониторинга состояния недр и при осуществлении государственного учета и баланса ресурсной базы питьевых и технических подземных вод.

В результате завершенных в 2011 г. была создана и издана цифровая карта ресурсного потенциала России масштаба 1:2 500 000 на основе подготовки компьютерных баз данных, применительно к уточненному гидрогеологическому районированию и подсчитан ресурсный потенциал субъектов РФ и гидрогеологических структур I и II порядков (раздел 4.4).

## 4.2. Методика оценки ресурсного потенциала подземных вод

Как было показано выше, современная методика оценки ресурсного потенциала подземных вод была разработана Б.В.Боревским и Л.С.Язвиным в 1995 г. и апробирована компанией ГИДЭК по заказу МПР и Роснедра в конце 20 - начале 21 веков. Напомним, что используемый при оценках по субъектам РФ и их обобщении термин "прогнозные эксплуатационные ресурсы", обозначающий возможную величину водоотбора, после 2007 г. был заменен термином "ресурсный потенциал".

### 4.2.1. Основные положения методики (1995 г.) и полученные результаты

Основные положения методики оценки ресурсного потенциала подземных вод сводятся к следующему:

1. Основой оценки для больших территорий обязательно является ее предварительное районирование, отражающее особенности формирования подземных вод.

Возможно использование трех способов:

- гидрогеологическое районирование, основанное на геолого-структурном подходе;
- гидрографическое районирование с учетом водосборных площадей речных бассейнов разного порядка;
- комбинирование указанных выше способов, используя первый для гидрогеологических структур, а второй – для месторождений.

Каждый из этих подходов имеет свои достоинства и недостатки. В первом случае учитываются в полной мере количество и качество воды в определенном геологическом субстрате, позволяющие установить основные особенности формирования, накопления и движения подземных вод. Во втором - более полно можно учесть формирование естественных ресурсов в данном водосборном бассейне.

Поскольку величина питания, модули подземного стока и качество подземных вод могут существенно меняться в пределах одних и тех же водосборных речных бассейнов разных порядков, за основу был принят геолого-структурный принцип районирования.

В зависимости от структурно-тектонического строения и гидрогеологических особенностей формирования подземных вод гидрогеологические структуры различного порядка разделяются на следующие типы:

- артезианские бассейны платформ и плит;
- предгорные артезианские бассейны;
- межгорные артезианские бассейны;
- гидрогеологические складчатые области;

- гидрогеологические массивы.

Не останавливаясь здесь более подробно на принципах иерархического выделения структур более высоких порядков, отметим, что чем мельче масштаб картирования, тем более крупные таксоны принимаются в его обоснование. Например, для карты территории России масштаба 1:2 500 000 рассматривались структуры I, II и частично III порядков, а для карт субъектов федерации в основном масштаба 1:500 000 - структуры III и IV порядка, там, где гидрогеологические условия требовали выделения таких структур в пределах структур II порядка.

2. Далее выполнялась оценка РППВ отдельно по территориям всех субъектов РФ на основе карты гидрогеологического районирования РФ, в следующем порядке.

а) В пределах каждого субъекта Российской Федерации в качестве наиболее крупной единицы принималась гидрогеологическая структура (бассейн подземных вод) второго порядка или его часть, попадающая в пределы территории данного субъекта.

Проведение II этапа работ базировалось на карте гидрогеологического районирования РФ, разработанной ВСЕГИНГЕО и используемой Геоцентром "Геомониторинг" при ведении государственного учета подземных вод.

Далее в каждом бассейне подземных вод проводилось выделение основных, подлежащих оценке, водоносных горизонтов (комплексов). При этом в первую очередь выделялись водоносные горизонты, содержащие пресные подземные воды с минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$ , являющиеся основным, а во многих регионах - единственным, объектом оценки. В районах, где отсутствуют пресные подземные воды или отмечается их дефицит, оценка проводилась также для подземных вод с минерализацией до  $3 \text{ г/дм}^3$ , а при отсутствии таких вод - с минерализацией от 3 до  $10 \text{ г/дм}^3$ .

б) После определения основных водоносных горизонтов осуществлялось специальное гидрогеологическое районирование с выделением групп районов, отличающихся гидрогеологическими условиями формирования ресурсов подземных вод, а, следовательно, и методикой их оценки.

При этом выделялись следующие группы районов:

**Группа А.** Основные водоносные горизонты на оцениваемой территории имеют широкое площадное распространение. Эксплуатация подземных вод по гидрогеологическим условиям возможна на всей площади распределения водоносных горизонтов. Площади возможного размещения водозаборных сооружений совпадают с площадями питания подземных вод (артезианские бассейны платформ и межгорных впадин, бассейны грунтовых вод в рыхлообломочных отложениях и т.д.).

**Группа Б.** Основные водоносные горизонты (или "продуктивные площади" в пределах

единого горизонта) имеют ограниченное площадное распространение. Эксплуатация подземных вод возможна только на этих площадях. Площади возможного размещения водозаборных сооружений не совпадают с площадями питания в процессе эксплуатации. К этой группе относятся так называемые ограниченные замкнутые и полосообразные структуры, сложенные породами со сравнительно высокой водопроницаемостью и окруженные слабопроницаемыми породами.

**Группа В.** Основные водоносные горизонты имеют площадное распространение, но в связи с весьма высокой фильтрационной неоднородностью эксплуатация подземных вод возможна только на отдельных локальных участках. Площади возможного размещения водозаборных сооружений имеют локальный характер и существенно меньше площадей питания подземных вод. В эту группу попадают, главным образом, районы распространения трещиноватых кристаллических пород, а также участки распространения таликов в районах сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Площади питания, как правило, соответствуют частным водосборам небольших рек и ручьев.

**Группа Г.** Горные районы, где эксплуатация подземных вод возможна только путем использования отдельных родников или их перехвата, например, в долинах рек узлами водозаборных скважин.

**Группа Д.** Основные водоносные горизонты приурочены к долинам рек, где возможно создание линейных береговых (инфильтрационных) водозаборов.

в) В пределах каждого выделенного района устанавливались площади, где эксплуатация подземных вод в связи с различными ограничениями нецелесообразна или невозможна (весьма низкая водопроницаемость водовмещающих пород; отсутствие подземных вод с заданной минерализацией; практическое отсутствие питания подземных вод; площади заповедников; территории разрабатываемых месторождений твердых полезных ископаемых; площади, где эксплуатация подземных вод невозможна по орографическим условиям, в т.ч. озера, водохранилища и т.д.).

г) Для остальной территории проводилась оценка путем определения площадного и (или) линейного модуля ресурсного потенциала (раздел 1.1).

3. При оценке величины РППВ должна быть определена возможная доля изъятия общих (естественных) ресурсов подземных вод, которая характеризуется коэффициентом использования, получившим буквенное обозначение  $\alpha$ .

В общем случае площадной модуль ресурсного потенциала рассчитывается по формулам:

а) Для безнапорных водоносных горизонтов

$$M_s^{\phi} = \alpha_1 M_{\text{пит}}, \quad (1)$$

$M_s$  – площадной модуль ресурсного потенциала,

$M_{\text{пит}}$  – модуль инфильтрационного питания подземных вод,

$\alpha_1$  – коэффициент использования питания подземных вод.

б) Для напорных водоносных горизонтов

$$M_9^{\text{н}} = \alpha_2 M_{\text{пер}}, \quad (2)$$

При условии

$$M_{\text{пер}} \leq (M_{\text{пит}} - M_9^{\text{б}}), \quad (3)$$

$M_{\text{пер}}$  – модуль максимально возможного перетока подземных вод через слабопроницаемые отложения из вышележащего грунтового водоносного горизонта,

$\alpha_2$  – коэффициент использования перетекания.

Основные закономерности распространения РППВ определяются, в первую очередь, собственно величиной питания подземных вод. Значения коэффициента использования  $\alpha$  зависят также от ряда геологических и технических факторов. Важнейшими из этих факторов являются геологическое строение разреза и гидравлический характер оцениваемых водоносных горизонтов (безнапорный и напорный), фильтрационные параметры водовмещающих и перекрывающих отложений, допустимое понижение уровня (для безнапорных горизонтов), разность уровней горизонтов, под воздействием которой происходит перетекание (для напорных), а также принятое расстояние между водозаборными сооружениями ( $R_k$ ).

Значения коэффициентов  $\alpha$  при широком диапазоне изменения гидрогеологических параметров и величины  $R_k$ , рассчитанные для укрупненного водозабора радиуса 10 м, приведены в методических рекомендациях (Боревский, Язвин, 1995).

Таким образом, модуль РППВ представляет собой часть инфильтрационного питания подземных вод (либо перетока из вышележащих горизонтов), которая может быть привлечена к водозаборным сооружениям. Максимальная величина коэффициентов использования составляет 1.0, т.е. ресурсный потенциал безнапорного водоносного горизонта не может превышать их естественных ресурсов, а ресурсный потенциал напорного пласта не может превышать предельное при данных параметрах значение перетока.

При этом с учетом условия (3) переток воды из безнапорного горизонта в напорный  $M_{\text{пер}}$  не может превышать естественные ресурсы подземных вод, а при совместной эксплуатации грунтовых и напорных вод – ту часть естественных ресурсов, которая остается незадействованной при подсчете ресурсного потенциала безнапорных вод.

В горных районах, где эксплуатация подземных вод возможна только путем каптажа родников, ресурсный потенциал определялся по величине меженного родникового стока года 95% обеспеченности, при этом, в основном, должны были учитываться только те родники,



которые могут быть использованы для водоснабжения.

4. Для тех водоносных горизонтов, где эксплуатация подземных вод осуществляется водозаборными скважинами, т.е. на большей части оцениваемой площади, подсчет проводился применительно к выбранной системе размещения водозаборных сооружений (т.е. к выбранному шагу сетки размещения водозаборов).

При выборе шага сетки расположения скважин следует исходить из:

1) густоты имеющихся и проектируемых водопотребителей городских и сельских населенных пунктов на оцениваемой территории;

2) природной обстановки, определяющей условия и возможность размещения будущих объектов водопотребления (характер рельефа местности, заболоченность, наличие месторождений полезных ископаемых, застроенность и пр.);

3) целевого назначения будущего водопотребления (водоснабжение или орошение).

В зависимости от перечисленных условий шаг сетки принимается от 5 до 25-30 км. В ряде районов могут быть использованы неравномерные сетки, шаг которых по площади не остается постоянным (с учетом расположения конкретных водопотребителей).

При условии одновременной длительной эксплуатации водозаборных сооружений, расположенных по сетке, между ними сформируются водоразделы подземных вод, где градиенты потока равны нулю. В результате область формирования дебита каждого водозаборного сооружения в сетке будет ограничена как бы непроницаемой стенкой. Согласно Н.Н.Биндеману (1970), в этом случае можно представить, что каждое водозаборное сооружение будет работать в замкнутом круговом блоке с непроницаемыми боковыми границами.

$R_k$  определяется как радиус круга, площадь которого равна площади блока, образованного линиями, проходящими через середины расстояния между соседними водозаборами.

5. Определенные сложности при оценке ресурсного потенциала подземных вод связаны с установлением величины модуля их питания. Отечественными специалистами (В.А.Всеволожский, Р.Г.Джамалов, И.С.Зекцер, Б.И.Куделин, И.Ф.Фиделли, В.М.Шестопалов) выполнялись многочисленные исследования по региональной оценке и картированию ресурсов подземных вод и подземного стока.

Однако и в настоящее время модуль питания (естественных ресурсов) подземных вод, как правило, отождествляется с модулем подземного стока в реки. Это во многих случаях существенно занижает величину питания подземных вод [35], так как их разгрузка в речную сеть представляет собой только один из элементов расходования подземных вод, и в ней не находят отражения разгрузка путем испарения и транспирации растениями с уровня подземных вод, родниковый сток, разгрузка в моря, болота, озера, мочажины и т.п. Особенно значительное занижение получается при использовании модуля подземного питания рек в меженный период

года 95% обеспеченности. В связи с этим, для определения модуля питания по возможности использовались различные методы, включающие:

- оценку питания по величине среднегодового многолетнего (или межennaleго года 95% обеспеченности) модуля подземного стока в реки;
- оценку питания по коэффициенту инфильтрации атмосферных осадков с использованием данных специальных балансовых работ и литературных данных;
- оценку интенсивности питания по данным наблюдений за режимом подземных вод;
- оценку питания при решении обратных задач методом математического моделирования;
- оценку питания по расходу подземного потока, рассчитанного по формуле Дарси;
- оценку модуля питания по данным эксплуатации водозаборов подземных вод.

Несмотря на определенные недостатки, присущие каждому из перечисленных методов, их использование позволило в целом оценить питание подземных вод с достоверностью, достаточной для расчета их ресурсного потенциала. При этом, как правило, принятые значения модуля питания являются несколько заниженными.

6. Как уже отмечалось, в долинах рек, где возможна эксплуатация береговых водозаборов, рассчитывался линейный модуль ресурсного потенциала. Он определялся по формуле:

$$M_{л} = \alpha_3 \cdot Q_{Г}, \quad (4),$$

где  $M_{л}$  – линейный модуль ресурсного потенциала, л/с·км.

$Q_{Г}$  – расчетный дебит галереи длиной 1 км с учетом сопротивления русловых отложений и расстояния до реки, л/с.

$\alpha_3$  – коэффициент использования привлекаемых ресурсов.

Эксплуатационные возможности участков береговых водозаборов определяются наличием поверхностного стока, который может быть привлечен к водозаборным сооружениям, а также зависят от водопроницаемости водоносного горизонта, допустимого понижения уровня воды, сопротивления русловых отложений, расстояния водозаборов от реки и расстояния между водозаборными скважинами.

Величина линейного модуля не должна превышать пропускную способность русловых отложений и межennaleный сток реки с учетом его допустимых изменений.

Значения коэффициента  $\alpha_3$  также приведены в "Методических рекомендациях...".

7. Значительную площадь на территории России занимают районы, характеризующиеся практически сплошным распространением многолетнемерзлых пород. В этих районах значение для водоснабжения населения могут иметь подземные воды сквозных и подрусловых таликовых зон, особенно в долинах крупных рек, где подземные воды гидравлически связаны с поверхностными.

В качестве источника можно рассматривать также подмерзлотные воды при условии водоподготовки. Указанные таликовые зоны имеют точечный характер. Поэтому при оценке ресурсного потенциала подземных вод в районах практически сплошного распространения многолетнемерзлых пород принимается, что модули РППВ уменьшаются пропорционально предполагаемой площади развития таликовых зон, равной 5% и 1%, в зависимости от отрицательной температуры пород.

В то же время, и в этих районах могут быть выявлены крупные месторождения подземных вод (например, Талнахское и Ергалахское месторождения в Норильском промышленном районе). В отдельных районах с практически сплошным развитием многолетнемерзлых пород, где гидрогеологическая изученность позволила выделить большое количество таликовых зон, проводилась оценка ресурсного потенциала подземных вод в этих зонах, и их суммарная величина использовалась для расчета среднего модуля ПЭРПВ, который и показывался на карте модулей как средняя характеристика для всего района.

8. Результаты оценки ресурсного потенциала по территориям субъектов Российской Федерации (II этап работ) были отражены на картах современного состояния подземных вод и условий их использования, составленных, в основном, в масштабе 1:500 000 ÷ 1:1 500 000. На этих картах были показаны площадные и линейные модули ресурсного потенциала, а для горных районов – модули меженного стока родников, которые могут быть использованы для водоснабжения. На картах также были выделены районы, по которым РППВ не оценивался в связи с недостаточной изученностью или невозможностью эксплуатации подземных вод.

Эти карты послужили основой для составления сводной "Карты модулей прогнозных эксплуатационных ресурсов территории Российской Федерации" масштаба 1:2 500 000 в соответствии с принятым гидрогеологическим районированием РФ (Язвин и др., 2003).

9. Первоначальные результаты оценки РППВ (на момент оценки - ПЭРПВ) были получены по территориям субъектов Российской Федерации. Определение величин по гидрогеологическим регионам проводилось путем суммирования результатов оценок по соответствующим территориям субъектов Российской Федерации.

#### **4.2.2. Совершенствование методики (2007 г.)**

Выше изложена разработанная ранее и реализованная в 1996-2002 г. общая методика оценки ресурсного потенциала (согласно старой терминологии - прогнозных эксплуатационных ресурсов). Основные положения методики использовались при выполнении работ **III этапа** (2007-2011 г.), которые проводились в рамках поставленной Роснедра темы "Оценка ресурсного потенциала подземных вод для питьевого водоснабжения населения и обеспечения водой объектов промышленности на территории Российской Федерации".

В то же время, анализ результатов оценки прогнозных ресурсов, завершённой в 2002 г., показал, что она требует дальнейшего развития. Совершенствование методики подсчета, разработка методики и технологии картографического моделирования выполнено при непосредственном участии автора в качестве ответственного исполнителя и зам. главного редактора карты [44, 46].

Методика была дополнена, с учетом выявленных недостатков, в следующих основных направлениях:

1. При выполненной ранее оценке, проводившейся по субъектам РФ, часть принципиальных позиций технологии расчетов была жестко регламентирована, а другая предоставляла исполнителям определенную свободу выбора. К последним относятся:

- нерегламентированный выбор шага расчетной сетки, в результате чего по смежным субъектам Федерации в одних и тех же гидрогеологических условиях были получены разные значения площадных модулей прогнозных ресурсов;

- выбор метода оценки естественных ресурсов также не регламентировался, и это тоже привело к существенным различиям значений модулей в однотипных условиях;

- обоснование прогнозных ресурсов территорий В и Г величиной модуля подземного среднесноголетнего меженного стока рек или модуля родникового стока 95% вероятности превышения без введения коэффициента их использования. Последний априори принимался равным единице (при реальных значениях, по экспертным оценкам, 0.1-0.6), что привело к многократному завышению ресурсов таких территорий, как Тыва, Горный Алтай и др.

- при определении величины среднего модуля прогнозных ресурсов по какой-либо территории по среднему значению, принятому при картировании, наблюдались заметные отклонения от расчетной величины, особенно заметные для градации 2-5 л/с, что требует ее дифференциации;

- при оценке качества подземных вод учитывалось только превышение минерализации над нормативной; другие обобщенные приоритетные показатели с превышением их концентраций над нормативным не рассматривались;

- подмерзлотные воды не оценивались.

- выполненное осреднение величин модулей по всей территории, для отдельных субъектов РФ является неправомерным, вследствие их резкой неравномерности, и привело к неверным выводам об обеспеченности таких субъектов.

2. Изложенные замечания потребовали совершенствования методики оценки прогнозных ресурсов (ресурсного потенциала) и корректировки ранее выполненных расчетов по следующим позициям:

- подразделение подсчитанных величин ресурсного потенциала на эксплуатационные

запасы и прогнозные ресурсы, с подготовкой последних к апробации и постановке на государственный учет;

- корректировка расчетного шага сетки для смежных территорий отдельных субъектов Федерации в пределах оцениваемых гидрогеологических районов;

- уточнение и унификация расчетных величин естественных ресурсов,

- пересчет оцененных величин ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов применительно к откорректированным шагу сетки и значениям естественных ресурсов;

- подразделение градации модуля прогнозных ресурсов 2-5 л/с·км<sup>2</sup> на две градации: 2-3 л/с·км<sup>2</sup> и 3-5 л/с·км<sup>2</sup>;

- подсчет прогнозных ресурсов по ряду обособленных гидрогеологических районов III порядка (межгорные АБ и внутригорные впадины) при наличии исходных данных в отчетах по территориям субъектов РФ;

- подсчет ресурсного потенциала территорий групп В и Г на основе экспертных оценок величины коэффициента использования родникового стока и меженного стока рек ( $\alpha = 0.1-0.6$ ), что позволило существенно откорректировать их величину;

- поскольку подсчет прогнозных ресурсов выполнен по категории Р<sub>3</sub>, он включает ранее не оцененные особо охраняемые территории и площади, где эксплуатация подземных вод невозможна или пресные подземные воды отсутствуют, имея ввиду, что в минимальном количестве ( $M < 0.1$  л/с·км<sup>2</sup>) они могут быть обнаружены повсеместно;

- выделение на карте региональных гидрохимических провинций с некондиционными питьевыми подземными водами по общей минерализации, приоритетным для каждой провинции макро- и микрокомпонентами.

Кроме того, было изменено и уточнено гидрогеологическое районирование территории РФ, что привело к соответствующему изменению результатов подсчета РППВ.

3. Одной из целей работ является создание цифровой кондиционной карты ресурсного потенциала территории РФ масштаба 1:2 500 000, топологически увязанная с топографической основой, административными границами, гидрогеологическим районированием.

Построение проводилось на основе материалов по отдельным субъектам, которые были представлены в виде карт разного масштаба (от 1:200 000 до 1:2 500 000) и таблиц, содержащих расчетные гидрогеологические параметры на бумажных носителях.

Указанные материалы после систематизации, оцифровки и обработки послужили информационным наполнением двух взаимосвязанных блоков созданной базы данных ресурсного потенциала: фактографического и картографического.

В атрибутивных таблицах к картам приводятся данные о подсчитанных величинах ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов по гидрогеологическим районам 1-го и 2-го

порядка, отдельным отраженным на карте районам 3-го порядка, субъектам Федерации и Федеральным округам, а также поставленным на государственный учет в их пределах эксплуатационных запасах подземных вод.

Непосредственно ресурсный потенциал подземных вод определен по карте масштаба 1:2 500 000 путем планиметрирования площадей с конкретными значениями площадных модулей.

Таким образом, общая величина подсчитанных ранее прогнозных ресурсов подземных вод по отдельным выделенным гидрогеологическим районам и субъектам Федерации и эквивалентной им величине ресурсного потенциала была переоценена и откорректирована как в силу изложенных причин, так и изменения границ самих гидрогеологических районов.

4. В соответствии с разработанными ЗАО "ГИДЭК" предложениями, нашедшими отражение в "Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод" (2007г.), подсчитанные прогнозные ресурсы квалифицируются по категориям  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ .

Прогнозные эксплуатационные ресурсы *категории  $P_3$*  подсчитываются в пределах крупных гидрогеологических регионов 2-го порядка, бассейнам крупных рек, административных территорий субъектов Российской Федерации по водоносным системам в целом без подразделения и привязки к водоносным горизонтам. Детальная изученность прогнозных ресурсов соответствует мелкомасштабным гидрогеологическим картам.

Для территорий, в пределах которых эксплуатационные запасы подземных вод отсутствуют, прогнозные ресурсы категории  $P_3$  и ресурсный потенциал совпадают.

5. Учитывая, что по данной методике оценивается ресурсный потенциал, для оценки величины РППВ из подсчитанной величины должна быть вычтена сумма ранее оцененных, прошедших государственную экспертизу и поставленных на государственный учет эксплуатационных запасов подземных вод.

Для этого необходимо создание базы данных эксплуатационных запасов подземных вод (раздел 4.4). Тогда впервые величина прогнозных ресурсов будет выделена из величины ресурсного потенциала. Полученная величина прогнозных ресурсов может после соответствующей квалификации быть поставлена на государственный учет совместно с эксплуатационными запасами. Их величина по каждому оцениваемому гидрогеологическому району должна квалифицироваться по категории  $P_3$ .

Необходимо еще раз подчеркнуть, что подсчитанные прогнозные ресурсы по детальности изученности соответствуют категории  $P_3$ . Выделение из нее более детально изученных ресурсов категорий  $P_1$  и  $P_2$  должно выполняться по результатам специальных работ.

Заметим также, что достигнутая в ходе работ степень изученности существенно различается для европейской и азиатской (в первую очередь, Восточно-Сибирский и Дальневосточный регионы) частей Российской Федерации. По многим территориям европейской части РФ имеющиеся материалы, после их соответствующего анализа и интерпретации, могут являться основой для оценок прогнозных ресурсов по категории  $P_2$ , как на основе аналитических расчетов, так и методом математического моделирования.

#### **4.3. Использование геолого-картографического моделирования при оценке РППВ**

Для обобщения и анализа всей совокупности сведений о ресурсном потенциале (прогнозных ресурсах и эксплуатационных запасах) 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 исходная и результирующая информация сведена в два независимых блока, различающихся составом информации, 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 могут быть выделены два уровня информации. К первому уровню относится **исходная информация** (картографическая и фактографическая), содержащаяся в отчетах по оценке прогнозных ресурсов подземных вод 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 средствами геоинформационных систем возможно было получить изображение, максимально адекватное оригиналу.

##### **4.3.1. База данных эксплуатационных запасов подземных вод**

БДЭЗ создана средствами ПАК GeoCODE и предназначена для ввода и хранения данных об оцененных и утвержденных запасах подземных вод. В ее состав входят локальные объекты,

непосредственно к которым отнесена гидрогеологическая информация, а именно месторождение подземных вод (МПВ) и участок месторождения (УМПВ).

МПВ и УМПВ - природные пространственно ограниченные объекты, являющиеся частями недр (водоносных систем), в пределах которых осуществляется либо планируется недропользование (глава 2). В рамках решаемой задачи в картографических материалах используется точечное представление объектов.

БД эксплуатационных запасов первого уровня создавалась как фактографическая, затем подлежащая отображению на картах информация экспортировалась в картографическую базу данных.

Информационное наполнение данного блока выполняется по материалам государственного учета запасов подземных вод. Как показано в разделе 1.5.1, в настоящее время учёт запасов, утверждённых ГКЗ, ТКЗ и НТС геологических организаций производится одновременно в рамках государственного мониторинга состояния недр (ГМСН), в системе Российского геологического фонда, а также в информационной системе ИС "Учет и баланс подземных вод" ("ВНИИ Геосистем").

В работе по оценке ресурсного потенциала информационный массив по запасам питьевых и технических подземных вод заимствован из ИС "Учет и баланс ПВ" по состоянию на 01.01.2010 г. При этом для решения поставленных задач производился импорт информации и ее преобразование.

По состоянию на 01.01.2010 г. в базу данных было введено 990 месторождений, разделенных на участки (включают 3300 участков) и 3600 месторождений, состоящих из одного участка.

Данные по МПВ и их участкам, вследствие отсутствия утвержденных границ месторождений, включают географические координаты их центров. Это позволило установить их принадлежность гидрогеологическим структурам различного порядка, что необходимо для определения значений запасов и прогнозных ресурсов соответствующих площадных гидрогеологических подразделений.

Генерализация информации, содержащейся в базе данных по эксплуатационным запасам, заключалась в следующем. В базе данных первого уровня запасы подземных вод являются характеристикой месторождения подземных вод (если оно состоит из одного участка) и участка месторождения (если оно состоит из 2-х и более участков).

В то же время, на результирующей карте ресурсного потенциала отображаются только месторождения (а не участки месторождений) подземных вод. В связи с этим возникла задача объединения УМПВ в соответствующие им месторождения.

Для генерализации данных разработана специальная процедура, обеспечивающая слияние



информации по УМПВ в месторождения подземных вод.

Таким образом, все месторождения, состоящие из 2-х и более участков, фигурируют в базе данных второго уровня как единичный объект, имеющий координаты, запасы подземных вод и другие характеристики.

На основе фактографической БД запасов подземных вод был создан тематический слой месторождений, переданный в картографическую БД. При этом на карте отображались только *крупные месторождения*, то есть наиболее значимые для каждого из субъектов Российской Федерации (согласно выборке по установленным критериям). Помимо этого, в фактографической базе были выделены месторождения и участки месторождений инфильтрационного типа – для подсчета запасов и ресурсного потенциала участков размещения *береговых водозаборов*.

#### **4.3.2. База данных ресурсного потенциала подземных вод и методика картографического моделирования**

БДРП включает как картографическую, так и фактографическую информацию. Для ее создания и ведения используется геоинформационная система ArcGis 9.3 (ESRI), базовым форматом которой является формат Shape-файлов. Это решение продиктовано, с одной стороны, сложившейся практикой картосоставительских организаций отрасли (широким применением в геологических предприятиях системы ArcView GIS) и, с другой стороны, совместимостью данного формата со всей линейкой программных продуктов фирмы ESRI (в частности с ArcGis 9, являющейся наиболее перспективной системой для организации больших объемов цифровой картографической информации) и другими ГИС-системами.

В основу создания базы данных положены исходные материалы, полученные ранее в 1996-2001 г., составленные геологическими организациями субъектов РФ в масштабе от 1:500 000 (в основном для европейской части) до 1:2 500 000 (например, Республика Саха-Якутия).

Картографический материал, содержащийся в отчетных материалах, может быть сгруппирован следующим образом.

##### Основные карты:

- карты гидрогеологического районирования (принятого территориальными гидрогеологическими организациями при проведении работ);
- карты питания (естественных ресурсов) подземных вод; распространения, водопроницаемости и мощности основных водоносных горизонтов, уровней и напоров подземных вод, и др.;
- карты изученности и использования подземных вод с характеристикой модулей

ресурсного потенциала (прогнозных эксплуатационных ресурсов) подземных вод.

Дополнительные карты:

- карты минерализации подземных вод;
- карты распространения многолетнемерзлых пород;
- карты природоохранных зон;
- карты защищенности подземных вод;
- карты загрязнения подземных вод.

Первичные базы данных создавались в виде наборов независимых слоев для каждого субъекта федерации. Все картографические материалы сканировались и полученные растровые изображения пространственно привязывались средствами ArcGis 9.3. Оцифровывались не все картографические материалы, а только те, которые в дальнейшем использовались для создания ЦМК РФ, однако все материалы были доступны для совместного пространственного анализа.

Координатная привязка растров для векторизации (оцифровки) первичного материала осуществлялась по координатным сеткам. При их отсутствии допускалась привязка растров по элементам топографической основы. В случае многолистного оригинала карты выполнялась привязка каждого листа карты отдельно, что существенно уменьшает ошибку координатной привязки и сшивки оригинала карты.

Все тематические слои создавались в рамках первичного районирования. Всего было оцифровано около 2600 кв. дм картографического материала средней сложности.

Характеристики гидрогеологических параметров и показателей, содержащиеся в исходных картах, используются 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 инфильтрационного питания, количество водоносных горизонтов, гидрогеологические параметры, интенсивность перетекания, допустимое понижение уровня, принятое расстояние между водозаборными сооружениями 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 (раздел 4.2).

Каждый расчетный участок связан с фактографической базой данных, содержащей все принятые при расчетах гидрогеологические параметры. Изменения фактографической базы интерактивно отображались при визуализации картографической БД.

Результатом моделирования для каждого субъекта является полигональный слой ресурсного потенциала подземных вод (рис. 4.1).

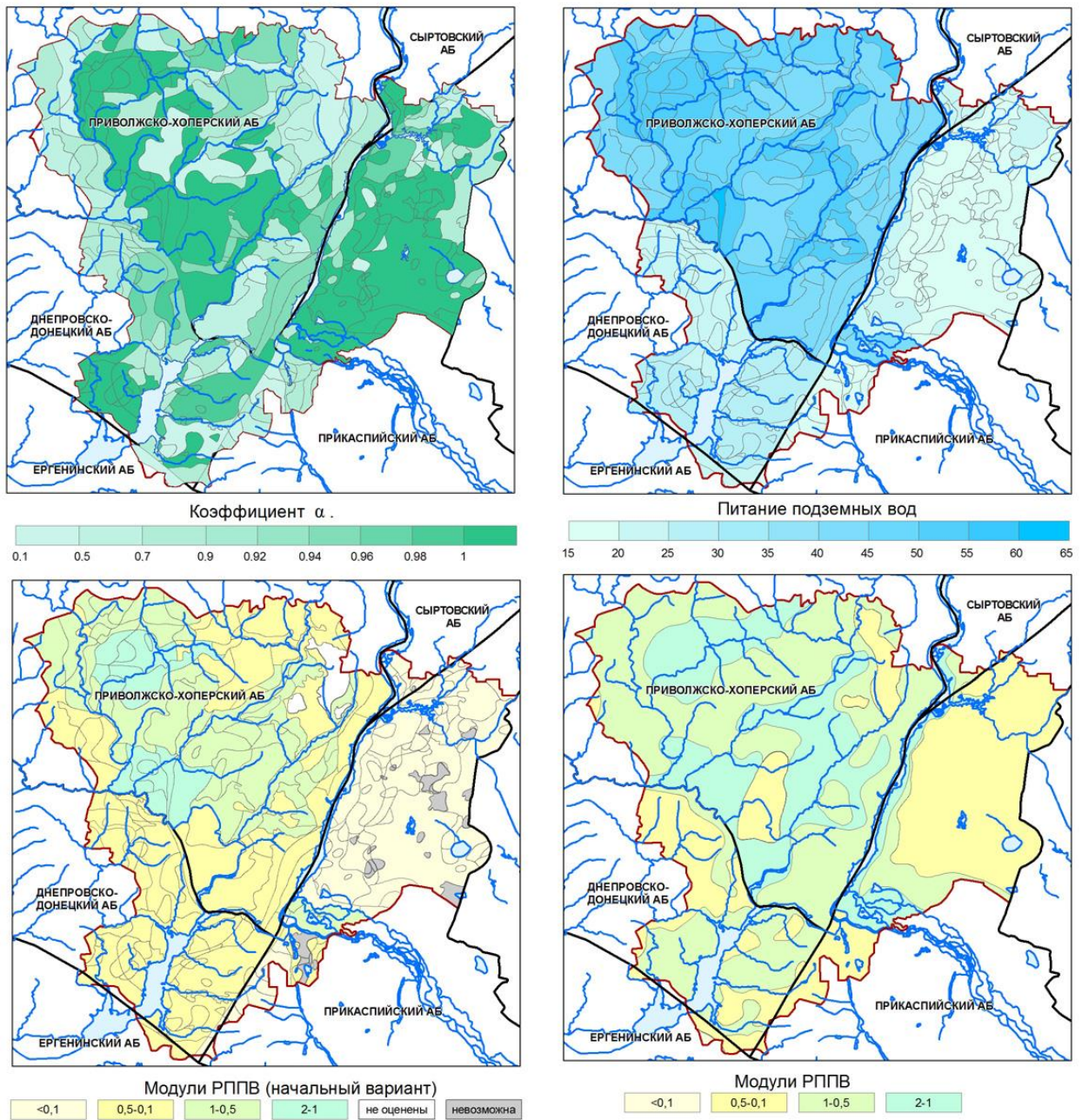


Рис. 4.1. Использование геолого-картографического моделирования при оценке ресурсного потенциала территории Волгоградской области

Состав показателей и структура фактографической информации, соответствующие первичным ЦМК, приведены в таблицах 4.1, 4.2.

Согласно подготовленной методике картографического моделирования работы по картированию и оценке РППВ территории Российской Федерации включают следующие основные этапы:

- Создание первичных ЦМК по субъектам РФ и адаптация к элементам топоосновы
  - Адаптация ЦМК по субъектам федерации к современным границам гидрогеологического районирования
  - Корректировка ЦМК субъектов РФ по авторским оценкам РППВ
  - Генерализация ЦМК субъектов РФ
  - Подготовка цифровой карты РППВ РФ масштаба 1: 2 500 000
  - Адаптация, уточнение и увязка карты РППВ РФ с цифровой топоосновой и картой гидрогеологического районирования
  - Проведение расчетов РППВ и ПЭРПВ, создание выходных табличных форм
- Блок-схема работ представлена на рис. 4.2.

#### **4.3.3. Создание ЦМК Российской Федерации**

##### ***Создание первичных ЦМК по субъектам федерации***

Цифровые модели карт РППВ по всем субъектам Федерации создавались по единой структуре и на единой топографической основе. Для анализа, актуализации и корректировки первичной БД создавались ГИС-проекты для отдельных территорий, включающих сопредельные субъекты Федерации, подключались растровые изображения отдельных первичных карт, привлекалась различная дополнительная цифровая информация (карты осадков, бассейнов рек, мерзлотные и др.).

При оцифровке тематического материала проводилась адаптация к элементам топоосновы ВСЕГЕИ (2001 г.). Полигональные объекты создавались в рамках административных границ данной топоосновы; гидрологические объекты, выраженные в масштабе данной топографической основы полигонами, не цифровались, а копировались в целевые слои; тематические границы, совпадающие с элементами топоосновы, векторизовались.

В процессе создания ЦМК по субъектам федерации проводилась проверка качества исходного оцифрованного материала, проверка связи фактографической и картографической баз данных, вводилась из фактографической базы данных недостающая информация в атрибутивные таблицы (абсолютные значения модуля, длина линейного водозабора и др.).

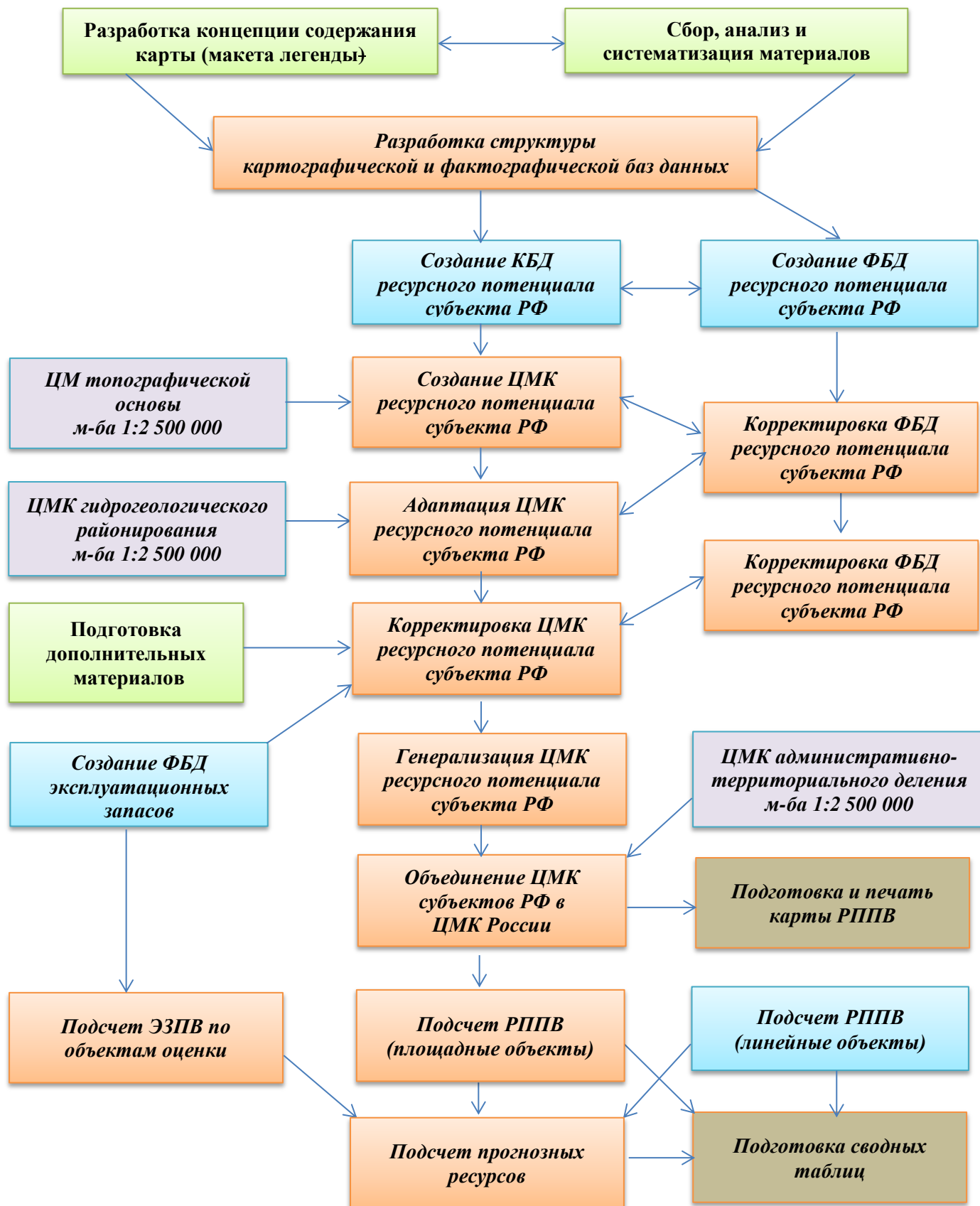


Рис. 4.2. Блок схема оценки и картирования РППВ

Таблица 4.1

## Структура формы "Определение РППВ (напорные горизонты)"

| Наименование                         | Обозначение, размерность          | Формула расчета   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Коэффициент фильтрации               | $k$ , м/сут                       |   |
| Мощность горизонта                   | $m$ , м                           |   |
| Водопроницаемость                    | $T$ , м <sup>2</sup> /сут         | $T = k * m$   |
| Разность уровней                     | $\Delta H$ , м                    |   |
| Коэффициент фильтрации перекрывающих | $K_o$ , м/сут                     |   |
| Мощность перекрывающих отложений     | $m_o$ , м                         |   |
| Модуль питания (перетекания)         | $M_{пер}$ , л/с*км <sup>2</sup>   | $M_{пер} =$   |
| Параметр перетекания, м              | $B$ , м                           | $B = \text{КОРЕНЬ}(T * K_o / m_o)$                              |
| Расстояние между водозаборами        | $l$ , м                           |   |
| Радиус блока                         | $R_k$ , м                         | $R_k = 0.565 * l$   |
| Коэффициент использования питания    | $\alpha_2$                        |   |
| Модуль перетекания                   | $M_{впп}$ , л/с * км <sup>2</sup> | $M_{впп} = \alpha_2 * M_{пер}$<br>$M_{впп} = \alpha_2 * M_{вп}$ |
| Модуль РППВ                          | $M_э$ , л/с * км <sup>2</sup>     | $M_э = M_{впп} + M_{лп}$  |
| РППВ, л/с                            | $P$ , л/с                         | $P = M_э * F$   |
| РППВ, м <sup>3</sup> /сут            |                                   | $P_m = P * 86.4$  |

Таблица 4.2

## Структура формы "Определение РППВ (безнапорные горизонты)"

| Наименование                        | Обозначение, размерность        | Формула расчета                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------|---|
| Коэффициент фильтрации              | $k$ , м/сут                     |   |
| Мощность горизонта                  | $H$ , м                         |   |
| Допустимое понижение                | $S_d$ , м                       |   |
| Отношение $S$ к мощности            | $S_d/H$                         | $S_H = S_d/H$                                     |
| Мощность при эксплуатации           | $h_{ср}$ , м                    | $h_{ср} = H * (1 - S_d/2H)$                       |
| Водопроницаемость (для безнапорных) | $T$ , м <sup>2</sup> /сут       | $T = k * h_{ср}$                                  |
| Водопроницаемость (для субнапорных) | $T$ , м <sup>2</sup> /сут       | $T = k * H$                                       |
| $U = TS/W$                          | $U$ , м <sup>2</sup>            | $U = T * S_d/W$                                   |
| Расстояние между водозаборами       | $l$ , м                         |   |
| Радиус блока (круга)                | $R_k$ , м                       | $R_k = 0.565 * l$                                 |
| Коэффициент использования питания   | $\alpha_1$                      |   |
| Модуль питания                      | $M_{пит}$ , л/с*км <sup>2</sup> | $M_{пит} = M_{вп}$<br>$M_{пит} = M_{вп} + M_{лп}$ |
| Модуль РППВ                         | $M_э$ , л/с * км <sup>2</sup>   | $M_э = \alpha_1 * M_{пит}$                        |
| РППВ, л/с                           | $P$ , л/с                       | $P = M_э * F$                                     |
| РППВ, м <sup>3</sup> /сут           |                                 | $P_m = P * 86.4$                                  |

При проверке был выявлен большой ряд несоответствий картографической и фактографической информации (значение модуля в таблицах не соответствует закрашке данного блока на карте). Предварительный расчет ресурсного потенциала по картографическим материалам показал, что значения РППВ для субъекта в отчетах носят приблизительный характер и нуждаются в корректировке.

Таким образом, разработанная методика картографирования РППВ позволила выявить и устранить противоречия входной и выходной информации, возникающие при "ручном" картографировании.

ЦМК построены в виде тематических слоев, представленных шейп-файлами, в единой конической равнопромежуточной проекции на эллипсоиде Красовского с центральным меридианом  $100^{\circ}$  в. д. и главными параллелями  $46,4^{\circ}$  и  $71,8^{\circ}$  с.ш.

### ***Адаптация ЦМК по субъектам федерации к современным границам гидрогеологического районирования***

В 2010 г. ФГУПП "Гидроспецгеология" (Геомониторинг) была завершена подготовка карты гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000, которая в настоящее время используется при ведении государственного мониторинга состояния недр и при осуществлении государственного учета и баланса ресурсной базы питьевых и технических подземных вод. Указанная карта являлась основой подсчета ресурсного потенциала для оцениваемых гидрогеологических районов и субъектов Федерации.

Исходные материалы данной карты представляли из себя три слоя, содержащие соответственно границы ГГ районирования 1, 2 и 3-го порядков. Для повышения эффективности обработки картографических данных средствами геообработки ГИС ArcGis 9.3 был получен один слой, содержащий выстроенную иерархию ГГ структур для каждого низшего объекта с указанием его порядка. В результате этой работы были выявлены некоторые несовпадения между структурами разного порядка и топографической основой, которые были устранены после согласования с авторами.

Для адаптации ЦМК РФ к новым границам ГГ районирования слой, содержащий объекты модулей ПЭРПВ пересекался средствами ГИС ArcGis 9.3 со слоем границ ГГ районирования, в результате чего каждый объект слоя модулей получал соответствующую привязку к полной иерархии ГГ районирования в текстовом виде. Переход от границ первичного ГГ районирования к современному проводился экспертным путем, т.е. в отдельных случаях границы первичного районирования удалялись из слоя, оставлялись в границах разности модулей или приводились к современным.

### ***Корректировка ЦМК субъектов РФ по авторским оценкам РППВ***

Для оценки РППВ создавались ГИС-проекты для отдельных территорий, в которые включались материалы по нескольким субъектам федерации, подключались для анализа растровые изображения отдельных первичных карт, привлекалась различная дополнительная картографическая информация, как имеющаяся уже в цифровом виде, так и оцифрованная в рамках данной работы. В результате анализа первичной информации уточнялись границы объектов слоя модулей РППВ, абсолютные значения модулей для данных объектов, согласовывались характеристики объектов по границам субъектов федерации. По отдельным субъектам федерации тематические слои цифровались заново по авторским оценкам. В результате данной работы были получены современные ЦМК по субъектам федерации в кондициях масштабов первичных материалов.

### ***Генерализация ЦМК по субъектам федерации***

Так как авторская оценка модулей РППВ проводилась в масштабах первичных материалов или осредненных, но не крупнее масштаба 1:500 000, то при переходе к масштабу ЦМК РФ 1:2 500 000, наблюдалась излишняя детальность границ и мозаичность слоя модулей ПЭРПВ и минерализации, проводилась генерализация отдельных слоев ЦМК по субъектам.

Излишняя детальность границ устранялась сглаживанием средствами ГИС ArcGis 9.3 с учетом элементов топографической основы. Границы совпадающие с элементами топоосновы или границами ГГ районирования не генерализовались.

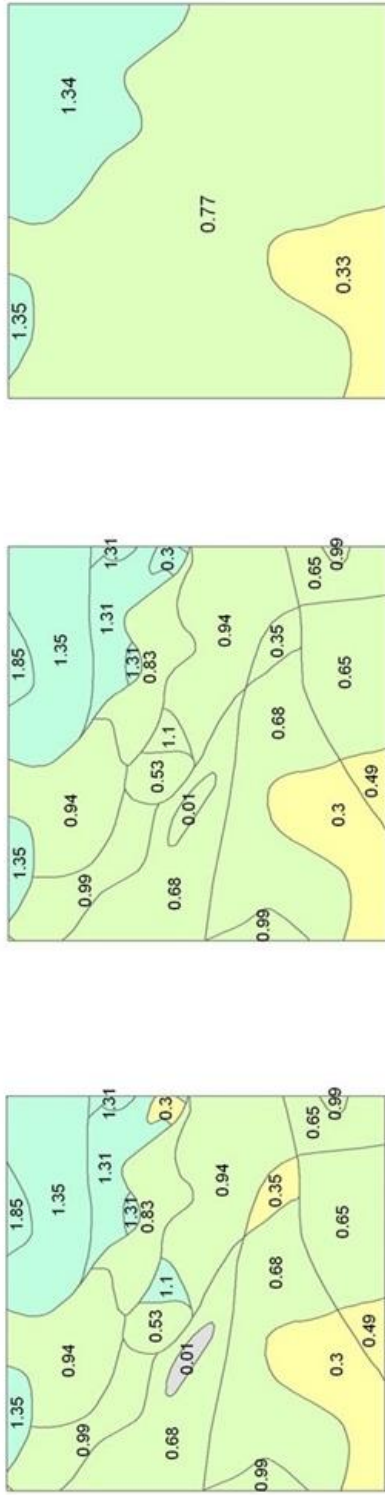
Генерализация слоя модулей ПЭРПВ проводилась путем объединения соседних объектов с одинаковым значением легенды и вычисления для данного объединенного объекта средневзвешенного абсолютного значения модуля РППВ для генерализованного объекта. Пример генерализации приведен на рис. 4.3. Генерализация проводилась в два этапа.

На первом этапе (б) мелким объектам присваивалось значение легенды преобладающего окружения. Рассчитывался по площади и модулю ресурсный потенциал для каждого пространственного объекта. На втором этапе (в) объекты объединялись по значению легенды и определялась площадь генерализованного объекта. Средствами ArcGIS для каждого генерализованного объекта подсчитывалась сумма ресурсного потенциала всех составляющих его простых объектов и вычислялось значение генерализованного модуля.

### ***Подготовка цифровой карты ресурсного потенциала подземных вод РФ масштаба 1: 2 500 000***

На основе подготовленных карт по территориям субъектов РФ было завершено составление цифровой карты ресурсного потенциала подземных вод масштаба 1: 2 500 000.





а) исходный вариант  
 РППВ = 889840 м<sup>3</sup>/сут

б) генерализована легенда  
 РППВ = 889840 м<sup>3</sup>/сут

в) генерализован модуль РППВ  
 РППВ = 889840 м<sup>3</sup>/сут

Рис. 4.3. Технология генерализации значения модуля РППВ (ПЭРПВ)

Выполненные работы включают приведение легенд цифровых карт по субъектам федерации к сводной легенде цифровой карты Российской Федерации, поэтапное объединение цифровых карт субъектов федерации в цифровые карты Российской Федерации, согласование геометрии границ разности потенциалов и минерализации в пограничных областях, генерализацию картографических данных.

Цифровая карта ресурсного потенциала охватывает полностью всю территорию Российской Федерации.

***Адаптация, уточнение и увязка карты ресурсного потенциала подземных вод РФ с цифровой топоосновой и картой гидрогеологического районирования***

Цифровая топографическая основа масштаба 1:2 500 000 была разработана ВСЕГЕИ в 2001 г. В рамках данного вида работ осуществлены верификация в базу геоданных, проверка полноты, адекватности и топологической корректности материалов, выявление и устранение выявленных ошибок.

Увязка создаваемой карты с элементами топографической основы масштаба 1:2 500 000 (ВСЕГЕИ) производилась на этапе оцифровки авторских карт по субъектам федерации. Цифровые модели карт по субъектам федерации создавались с учетом границ авторского (или актуального на момент создания карт) ГГ районирования.

Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 на данный момент существует в 3 вариантах: 2001 г. (Островский Л.А.), 2004 г. (Куренной В.М), 2010 г. (Геомониторинг, Пугач С.Л.).

В качестве базовой была принята карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации, подготовленная ФГУПП "Гидроспецгеология" (Пугач С.Л.), которая в настоящее время используется при ведении государственного мониторинга состояния недр и при осуществлении государственного учета и баланса ресурсной базы питьевых и технических подземных вод.

Переход к современному ГГ районированию проводился средствами геообработки ArcGis 9.3. В результате этого произведена корректировка границ разных модулей, расчет площадей и ресурсного потенциала отдельных ГГ районов.

***Проведение расчетов РППВ и ПЭРПВ, создание выходных табличных форм***

Как указывалось выше, ресурсный потенциал включает в себя также "привлекаемые ресурсы" - дополнительное питание подземных вод при эксплуатации береговых (инфильтрационных) водозаборов. Блок, содержащий информацию по линейным участкам размещения береговых водозаборов, является самостоятельной частью базы данных РППВ.

Для расчета ресурсного потенциала береговых участков используются два источника данных:

- утвержденные запасы подземных вод по месторождениям и участкам месторождений, хранящиеся в базе данных эксплуатационных запасов. С этой целью у месторождений (участков месторождений) в БДЭЗ первого уровня был проставлен соответствующий признак, указывающий на принадлежность упомянутых объектов к инфильтрационным;

- прогнозные ресурсы подземных вод по участкам, перспективным для размещения инфильтрационных водозаборов.

Ресурсный потенциал, соответствующий дебитам береговых водозаборов, учтен в итоговых величинах РППВ.

При обобщении информации была использована карта административно-территориального деления территории РФ (масштаба 1 : 2 500 000).

На основе обобщения информации второго уровня проводится построение выходных табличных форм, содержащих распределение ресурсного потенциала, прогнозных ресурсов и других показателей по региональным объектам, выделенным в пределах Российской Федерации по административным, геолого-гидрогеологическим и физико-географическим критериям. К ним относятся федеральные округа, субъекты федерации и гидрогеологические районы различного порядка.

Для территориального обобщения информации разработана специальная процедура:

- придание объектам признаков согласно территориальным (административным и гидрогеологическим) привязкам;

- обобщение и суммирование данных согласно принятым критериям обобщения.

Результаты территориального обобщения информации о ресурсном потенциале подземных вод приведены в разделе 4.4.

#### **4.4. Результаты картирования и оценки ресурсного потенциала подземных вод**

По итогам проведения работ были получены следующие результаты:

- подготовлена цифровая карта ресурсного потенциала подземных вод на территории России для питьевого водоснабжения населения и обеспечения водой объектов промышленности масштаба 1 : 2 500 000, топологически увязанная и адаптированная к топографической основе, административным границам, гидрогеологическому районированию [36, 45].

- уточнен ресурсный потенциал питьевых и технических подземных вод на территории Российской Федерации в целом, гидрогеологическим структурам I и II порядка и территориям субъектов РФ; выполнено его подразделение на эксплуатационные запасы и прогнозные

ресурсы на основе созданных ИС и ГИС-проекта [32, 33, 45].

Разработанная методика, созданные ЦМК и базы данных упрощают процедуры подсчета ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов, позволяют проводить корректирование исходных данных и оперативно вносить изменения в результаты оценок на основе вновь полученных материалов геологоразведочных работ и региональных исследований. Таким образом, 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 ресурсного потенциала подземных вод применительно к любому виду районирования территории РФ: для речных бассейнов разного порядка, водохозяйственных участков, природно-географическим зон страны. Детальность оценок при этом будет аналогична детальности уже выполненной работы, характеристика и результаты которой приведены выше.

#### **4.4.1. Карта ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации**

Условные обозначения к карте ресурсного потенциала состоят из шести разделов.

##### **1. Модули ресурсного потенциала подземных вод.**

Основным элементом информационной нагрузки карты является величина площадного модуля ресурсного потенциала подземных вод ( $\text{л/с}\cdot\text{км}^2$ ), соответствующая возможной предельной величине водоотбора с  $1 \text{ км}^2$  картируемой площади.

Закраска карты соответствует принятому интервальному (диапазонному) значению отражения модулей. Выделяется восемь градаций (от менее  $0.1$  до более  $10 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ ).

На карте показаны площадные модули ресурсного потенциала (без учета участков инфильтрационных водозаборов- в связи с мелким масштабом итоговой карты), при этом разделены территории сплошного и локального распространения продуктивных водоносных горизонтов. Последние показаны специальным знаком.

##### **2. Ресурсный потенциал подземных вод**

На карте приведены суммарные значения РППВ по гидрогеологическим районам (структурам) в единицах расхода (млн.  $\text{м}^3/\text{сут}$ ). В качестве объектов оценки на карте показаны структуры 1-го и 2-го порядков, а также отдельные, наиболее крупные и значимые, районы 3-го порядка. Границы приняты согласно карте гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба  $1:2\,500\,000$  (Гидроспецгеология, 2011).

##### **3. Характеристика минерализации подземных вод.**

Территории распространения подземных вод с минерализацией до  $1 \text{ г/л}$  специальным знаком не обозначаются, более  $1 \text{ г/л}$  – показаны по 2 градациям различными видами крапа. На

карте выделены участки распространения подземных вод с минерализацией от 1 до 3 г/л и более 3 г/л.

Отдельными знаками показаны территории сплошного распространения подземных вод с минерализацией от 1 до 3 г/л и более 3 г/л и территории локального распространения пресных вод (территории, на которых могут быть встречены линзы пресных вод)

#### 4. Характеристика распространения многолетнемерзлых пород.

На карте показаны границы распространения таликовых зон, которые учитывались при оценке ресурсного потенциала подземных вод. Показаны границы территорий с площадью таликовых зон менее 1% и менее 5%.

#### 5. Субъекты Российской Федерации

Границы субъектов РФ показаны согласно цифровой топографической основе масштаба 1:2 500 000 (ВСЕГЕИ, 2001).

#### 6. Месторождения подземных вод.

На карте отображались только крупные месторождения, то есть наиболее значимые для каждого из субъектов Российской Федерации (согласно выборке по установленным критериям). Для большинства субъектов показаны месторождения с запасами более 10 тысяч м<sup>3</sup>/сут и более 20 тысяч м<sup>3</sup>/сут. Исключениями являются Астраханская обл. (>1 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Чукотский АО (>2 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Якутия, Татарстан, Чувашия, Тыва, Калмыкия и Курганская обл. (>1 тыс. м<sup>3</sup>/сут). В Московской области, обладающей наибольшими разведанными запасами, показаны месторождения с запасами более 100 тысяч м<sup>3</sup>/сут.

Фрагменты карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации и условные обозначения к ней представлены на рис. 4.4-4.7.

### **4.4.2. Ресурсный потенциал подземных вод и его распределение по территории РФ**

Территория РФ характеризуется чрезвычайным разнообразием природно-климатических условий. Россия расположена в пределах 4 географических поясов и около 10 природных зон: от арктических пустынь до субтропиков. Значительную часть территории занимают горные системы, почти на 65% площади развита вечная мерзлота.

Основным фактором, определяющим условия формирования и распределения ресурсного потенциала подземных вод, является принадлежность тому или иному типу гидрогеологических структур: артезианским бассейнам (АБ), гидрогеологическим складчатым областям (ГСО) и гидрогеологическим массивам (ГМ).

На территории РФ выделены области сплошного и локального распространения продуктивных водоносных горизонтов. В первом случае эксплуатация подземных вод возможна повсеместно, во втором - на ограниченных площадях.

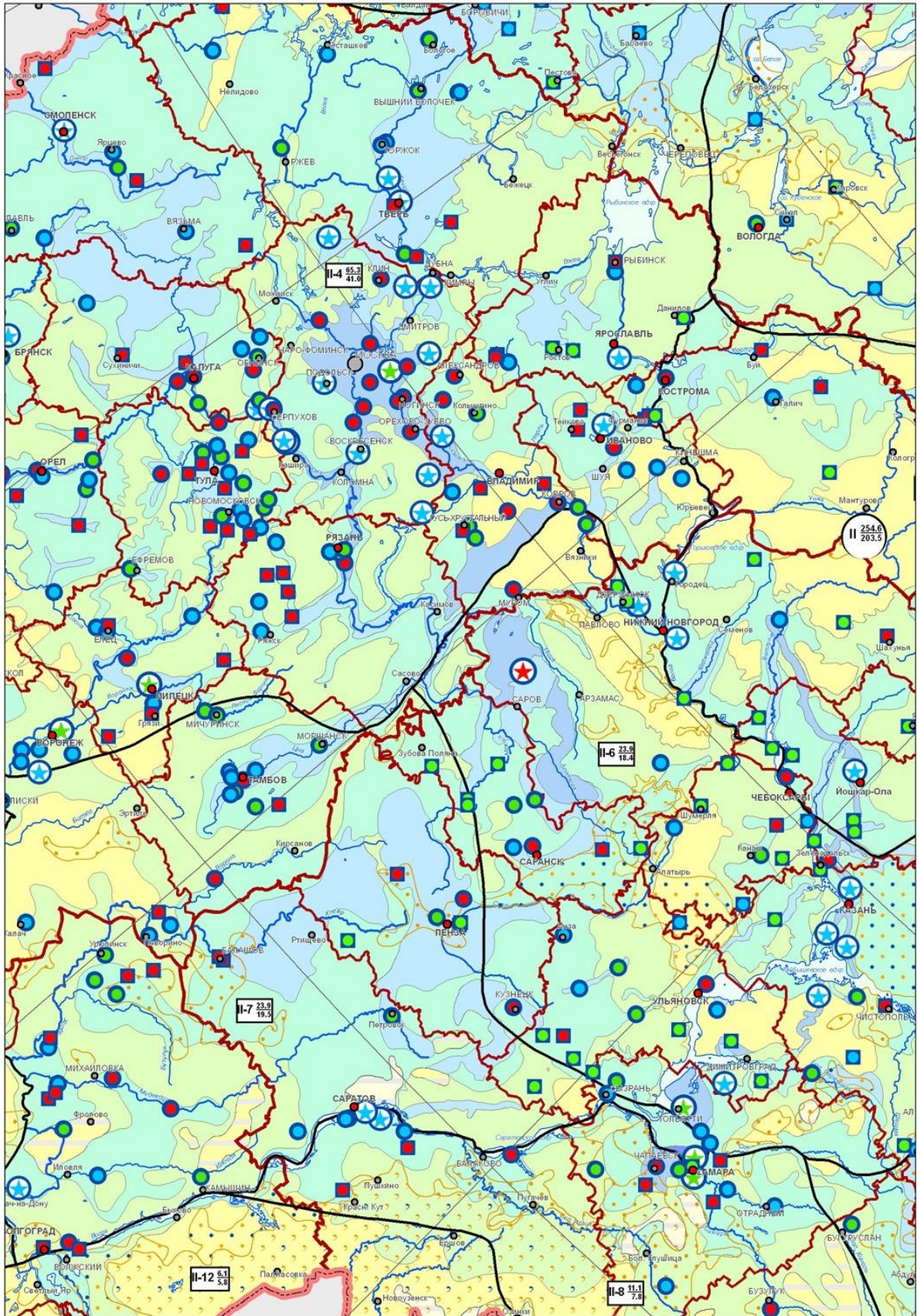


Рис. 4.4. Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" Центрально-Европейской части РФ. Масштаб 1:5000000

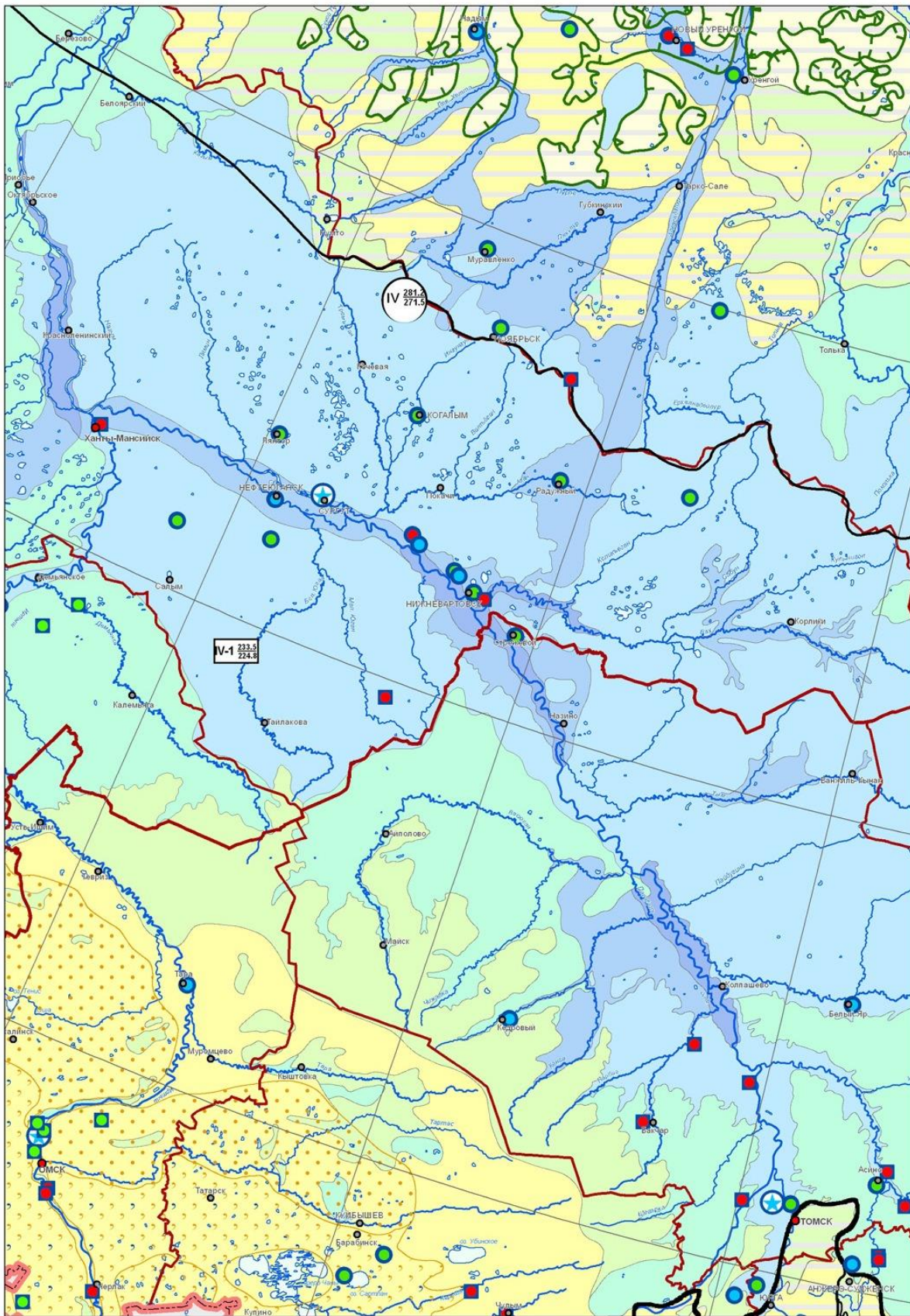


Рис. 4.5. Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" центральной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Масштаб 1:5000000

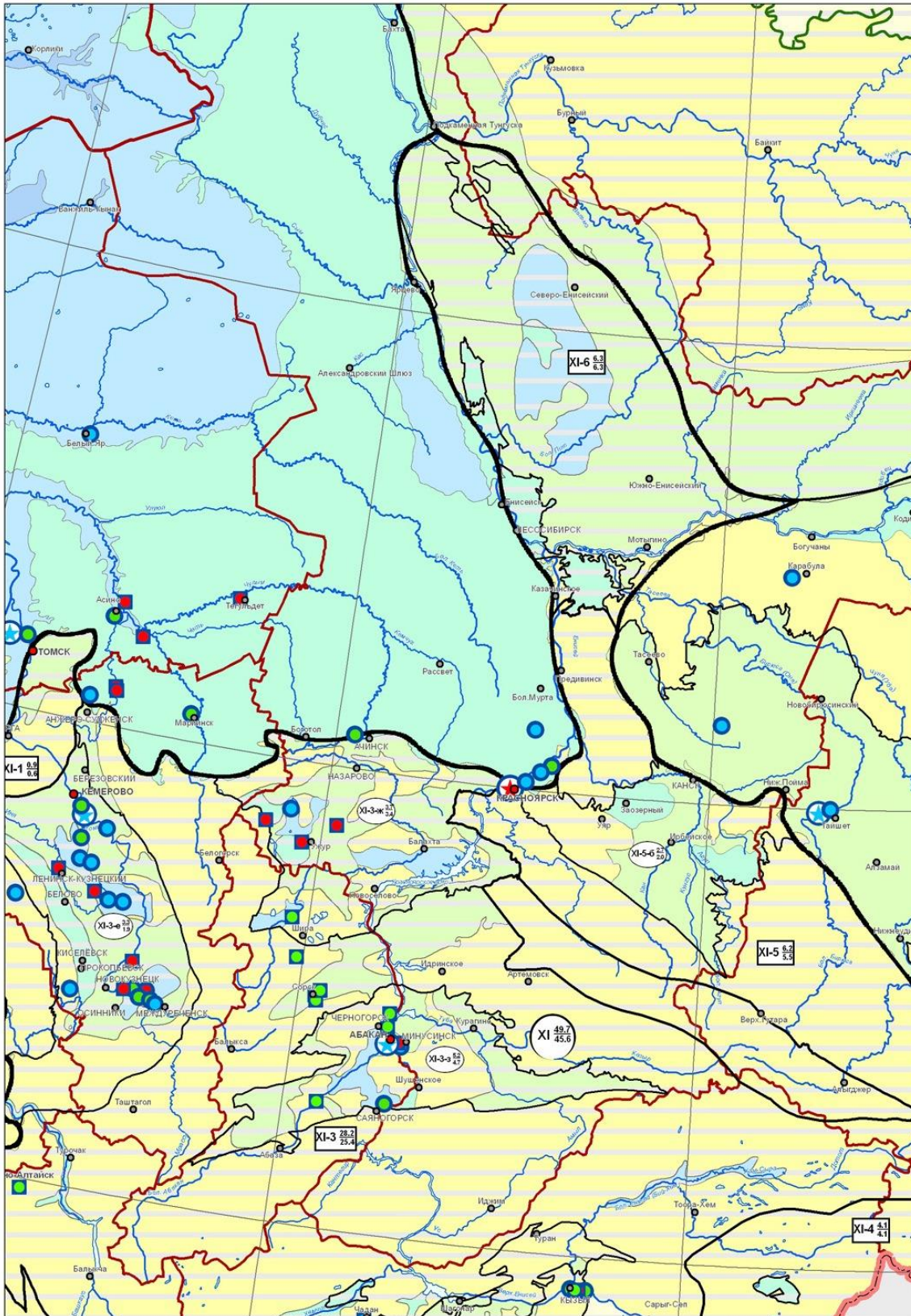


Рис. 4.6. Фрагмент "Карты ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации" сочленения Западно-Сибирского артезианского бассейна и Алтае-Саянской складчатой области. Масштаб 1:5000000





Рис. 4.7. Условные обозначения к "Карте ресурсного потенциала подземных вод Российской Федерации"

Европейская часть РФ относится преимущественно к территории сплошного распространения горизонтов, приуроченных к Восточно-Европейскому, а также Скифскому и Тимано-Печерскому артезианским бассейнам I-го порядка. В горных регионах (Урал, Кавказ, Канино-Тиманская ГСО), а также в пределах Балтийского гидрогеологического массива, водоносные горизонты имеют 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. Первые развиты в довольно локальных зонах Предкавказья, Предуралья и центральных регионов, вторые – главным образом, на северных территориях.

В Азиатской и на Крайнем Севере европейской части одним из основных факторов, определяющих питание и формирование эксплуатационных ресурсов подземных вод, является широкое развитие многолетнемерзлых пород, которое в целом подчинено широтной зональности, нарушающейся лишь в горных районах.

Модуль ПЭРПВ принимался для таких областей пропорционально предполагаемому отношению таликовых зон к общей площади оцениваемой территории. Его значение 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 модуля  $0.1-0.5$  и  $0.5-1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ .

Горизонты сплошного распространения приурочены к Западно-Сибирскому (за исключением его северной зоны), южной части Сибирского АБ I-го порядка, а также ряду территорий Дальнего Востока. Они характеризуются наибольшими значениями модуля. Территории с величинами модулей 2-3 и 3-5  $\text{л/с}\cdot\text{км}^2$  занимают обширные площади в пределах Иртыш-Обского, а также Тазовско-Пурского и Ангаро-Ленского бассейнов II-го порядка.

На основе полученных материалов были оценены закономерности распространения ресурсного потенциала подземных вод по гидрогеологическим структурам, Федеральным округам и Субъектам Федерации.

Результаты оценки РППВ и прогнозных ресурсов подземных вод по субъектам Российской Федерации, федеральным округам и гидрогеологическим структурам, помимо отчетных материалов, приведены в монографии [123] и на изданной в масштабе 1:5 000 000 карте ресурсного потенциала пресных подземных вод России.

Российская Федерация обладает весьма существенным ресурсным потенциалом подземных вод, составляющим около  $1000 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$  или более 365 млн. кубометров в год. Немногим более  $60 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$  из них, т.е. порядка 5 %, приходится на участки возможного размещения береговых водозаборов (в том числе  $20 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$  – на месторождения и участки месторождений с подсчитанными запасами).

При этом величина состоящих на учете запасов по состоянию на 01.01.2013 г. составляла

93 млн.м<sup>3</sup>/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 л/с·км<sup>2</sup>. Приведенные в таблицах значения модуля ресурсного потенциала подземных вод получены как частное от деления суммарного ресурсного потенциала (без учета дебитов инфильтрационных водозаборов) на площадь соответствующего субъекта Российской Федерации или гидрогеологической структуры, и, таким образом, характеризуют среднюю величину для рассматриваемой территории.

По федеральным округам он меняется от 0.4 (Дальневосточный ФО) до 1.3 (Приволжский и Уральский ФО) л/с·км<sup>2</sup>. Более существенные изменения отмечаются по субъектам, где диапазон изменения модулей составляет от 0.04 (Таймыр) и 0.1 (Республика Карелия, Эвенкия, Чукотка) до 3.6 л/с·км<sup>2</sup> (Республика Кабардино-Балкария) л/с·км<sup>2</sup>.

По абсолютной величине ресурсный потенциал также меняется в значительных пределах. Наибольшими величинами характеризуются Ханты-Мансийский автономный округ (более 100 млн.м<sup>3</sup>/сут) и Красноярский край (около 60 млн.м<sup>3</sup>/сут), что в первую очередь связано с их огромными площадями. В то же время, порядка 10 субъектов РФ имеют ресурсный потенциал 1-2 млн.м<sup>3</sup>/сут и менее.

Подсчитанный ресурсный потенциал на территориях распространения солоноватых подземных вод составляет менее 35 млн.м<sup>3</sup>/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.

Полученные результаты, как уже указывалось, характеризуют обобщенные для каждого субъекта Российской Федерации значения РППВ.

Однако приведенные цифры не могут полностью охарактеризовать обеспеченность населения ресурсами подземных вод ввиду неравномерности распределения ресурсного потенциала как по территории страны в целом, так и в пределах отдельных субъектов Российской Федерации; отсутствия на ряде территорий пресных подземных вод и распространения на обширных площадях вод, содержащих микрокомпоненты в превышающих ПДК количествах; развития многолетнемерзлых пород и других факторов.

Ниже приводится краткая характеристика ресурсного потенциала подземных вод по федеральным округам России.

#### ***Северо-Западный федеральный округ***

Прогнозные эксплуатационные ресурсы этого федерального округа составляют немногим

более 100 млн.м<sup>3</sup>/сут при среднем модуле 0.7 л/с·км<sup>2</sup>. Из общей величины около 50% приходится на территорию республики Коми, большая часть которой (кроме районов сплошного развития многолетнемерзлых пород) находится в достаточно благоприятных условиях для формирования ресурсного потенциала подземных вод. Также благоприятные условия отмечаются в Центральной части Архангельской области и в отдельных районах Ленинградской области, где водовмещающие породы представлены закарстованными и трещиноватыми известняками, и где формируются крупные месторождения подземных вод.

Сложными условиями формирования ресурсного потенциала характеризуется Новгородская, большая часть Ленинградской, западная и юго-западная части Архангельской области, а также ряд районов Вологодской области, где подземные воды отличаются повышенной минерализацией [274].

Наименее благоприятные условия отмечаются в Республике Карелия и в Мурманской области, расположенных на территории Балтийского бассейна трещинных вод. Несмотря на значительную величину естественных ресурсов (величина питания подземных вод оценивается примерно в 500 млн.м<sup>3</sup>/сут), ресурсный потенциал составляет менее 5 млн.м<sup>3</sup>/сут, что связано с весьма невысокими фильтрационными свойствами массивных скальных водовмещающих пород. Основная часть месторождений связана с трещинно-жильными водами. Сравнительно крупные месторождения подземных вод здесь могут быть встречены только в современных и погребенных речных долинах, а также на участках развития песчаников, характеризующиеся более высокой водопроницаемостью. Сложные условия формирования ресурсов подземных вод отмечаются и в северных районах Ненецкого АО, который крайне беден подземными водами и эксплуатация подземных вод возможна только в прирусловых и подозерных таликах, как правило, небольших размеров..

### ***Центральный федеральный округ***

Ресурсный потенциал подземных вод этого округа составляет около 80 млн.м<sup>3</sup>/сут, в том числе береговых водозаборов 10 млн.м<sup>3</sup>/сут. Средний модуль ресурсного потенциала (без учета береговых водозаборов) – 1.2 л/с·км<sup>2</sup>.

В этом округе расположен крупнейший на территории Европейской части России Московский артезианский бассейн, в пределах которого в карбонатных отложениях каменноугольного и девонского возраста формируются крупные месторождения подземных вод. В менее благоприятных условиях находятся северная и восточная часть округа (Ярославская, ряд районов Тверской, Ивановской и Костромская областей). Однако, и в пределах этих территорий в четвертичных отложениях современных и погребенных речных долин могут быть найдены достаточно крупные месторождения. В Московской, Смоленской,

Калужской, Белгородской и Курской областях существенную роль может играть эксплуатация инфильтрационных водозаборов.

Фактором, осложняющим использование подземных вод, в южной части округа является разработка железорудных месторождений КМА, сопровождающаяся мощным водоотливом. С другой стороны, при соблюдении определенных условий дренажные воды могут явиться дополнительным источником водоснабжения, прежде всего, технического, но в том числе и, в отдельных случаях, хозяйственно-питьевого.

### ***Приволжский федеральный округ***

Ресурсный потенциал подземных вод этого округа составляет более 120 млн.м<sup>3</sup>/сут при среднем модуле – 1.3 л/с·км<sup>2</sup>. Значительную долю от подсчитанной величины составляет ресурсный потенциал инфильтрационных водозаборов в Самарской, Саратовской, Нижегородской областях и республике Башкортостан.

Большая часть округа расположена в пределах Восточно-Русского артезианского бассейна, где основные водоносные горизонты на значительных площадях характеризуются слабой водообильностью либо повышенной минерализацией подземных вод. Вместе с тем, отдельные районы рассматриваемой территории характеризуются более благоприятными условиями формирования ресурсов подземных вод (междуречье рек Течи и Мокши в Нижегородской области, Мордовский артезианский бассейн, палеодолины республики Татарстан и др.).

В то же время, целый ряд районов в Республиках Татарстан, Башкортостан, Чувашия, Удмуртия, Саратовской и Самарской областях крайне бедны пресными водами, что приводит к большим проблемам в организации водоснабжения населения.

### ***Северо-Кавказский и Южный федеральные округа***

Данная территория характеризуется весьма разнообразными условиями формирования ресурсного потенциала подземных вод. Общий ресурсный потенциал оценен в количестве около 50 млн. м<sup>3</sup>/сут, в том числе береговых водозаборов 7 млн.м<sup>3</sup>/сут. Средний модуль ресурсного потенциала (без учета береговых водозаборов) – 0.8 л/с·км<sup>2</sup>.

Здесь наряду с районами, обладающими весьма значительными прогнозными ресурсами, отмечается наличие территорий с весьма ограниченными ресурсами подземных вод. Наиболее высокими значениями модулей характеризуются Республика Кабардино-Балкария, а также Северная Осетия-Алания и Чеченская Республика, где в предгорных равнинах и межгорных впадинах формируются крупные месторождения подземных вод. Благоприятные условия отмечаются также в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна (Краснодарский край,

республика Адыгея), Восточно-Предкавказского бассейна (восточная часть Ставропольского края, западная часть Дагестана), а также в долинах рек Черноморского побережья Кавказа (Краснодарский край). Неблагоприятными условиями формирования эксплуатационных ресурсов характеризуются Ростовская область, западная и центральная части Ставропольского края, восточный Дагестан. Наименее благоприятными условиями характеризуются республика Калмыкия и Астраханская область, где на большей части территории развиты минерализованные воды с минерализацией более 3 г/дм<sup>3</sup>. В Республике Карачаево-Черкессия ресурсный потенциал практически полностью связан с привлечением поверхностного стока при эксплуатации инфильтрационных водозаборов.

### ***Уральский федеральный округ***

Этот округ также характеризуется сложными и весьма неоднородными условиями формирования ресурсного потенциала подземных вод, общая величина которого составляет около 190 млн.м<sup>3</sup>/сут при среднем модуле 1.3 л/с·км<sup>2</sup>. Наиболее благоприятными условиями характеризуются Ханты-Мансийский и южная и центральная части Ямало-Ненецкого автономных округов, расположенных в центральной и северной частях Западно-Сибирского артезианского бассейна [273].

В районах Крайнего Севера формирование РППВ определяется развитием многолетнемерзлых пород.

В южной части этого бассейна (южные районы Тюменской области, большая часть Курганской области) развиты воды повышенной минерализацией. В пределах Уральской гидрогеологической зоны (Свердловская и Челябинская области) большое значение имеют подземные воды ограниченных структур в межгорных депрессиях, представленных трещиноватыми и закарстованными известняками, особенно при наличии в пределах этих структур поверхностного стока.

### ***Сибирский федеральный округ***

В Сибирском федеральном округе формируется крупный ресурсный потенциал подземных вод, общая величина которого составляет около 270 млн.м<sup>3</sup>/сут, в том числе береговых водозаборов 24 млн.м<sup>3</sup>/сут. Средний модуль ресурсного потенциала (без учета береговых водозаборов) – 0.6 л/с·км<sup>2</sup>.

Столь существенная величина ресурсов в первую очередь определяется его огромной площадью. В то же время, распределение эксплуатационных ресурсов по территории субъектов федерального округа крайне неравномерное. Наилучшими условиями формирования ресурсов пресных подземных вод характеризуются, главным образом, Томская и Иркутская области,

Забайкальский край, Республика Бурятия и центральные и южные части Красноярского края.

Большая часть территории Восточной Сибири находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, мощность которых на севере достигает 600 и более метров. В этой зоне практически отсутствуют пресные подземные воды и возможности их использования, прежде всего, связаны со сквозными и надмерзлотными таликами.

В пределах территорий Иркутской области, Красноярского края, республик Бурятия и Хакасия существенную роль играет ресурсный потенциал, соответствующий расходам инфильтрационных водозаборов, а в северных районах – ресурсам водозаборов в таликовых зонах погребенных долин, в которых в меженные периоды происходит сработка емкостных запасов подземных вод с последующим их восполнением в паводок.

#### *Дальневосточный федеральный округ*

Прогнозные ресурсы Дальневосточного федерального округа оценены в количестве более 210 млн.м<sup>3</sup>/сут при среднем модуле 0.4 л/с·км<sup>2</sup>, что является минимальной величиной для России в целом. Как и для Восточной Сибири столь низкие величины модуля связаны с наличием огромных площадей распространения многолетнемерзлых пород. Наиболее благоприятными условиями формирования эксплуатационных ресурсов на территории рассматриваемого округа характеризуются Сахалинская и Камчатская области, Еврейская автономная область, южные районы Хабаровского и Приморского краев. В наименее благоприятных условиях находятся САХА (Якутия), Магаданская область и Чукотский АО.

#### **4.5. Использование результатов оценки РППВ и направления дальнейших исследований**

Разработка мелкомасштабной карты РППВ России является одним из этапов решения задачи управления подземными водными ресурсами страны и ее отдельных регионов, в том числе – расширения эксплуатации и дальнейшего изучения подземных вод.

Результаты выполненной оценки ресурсного потенциала могут использоваться для решения различных задач, основными из которых являются:

- определение обеспеченности населения и объектов промышленности подземными водами для различных территориальных образований;
- ведение учета и баланса ресурсного потенциала и прогнозных ресурсов подземных вод;
- оценка возможной доли использования подземных вод при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов;
- принятие управленческих решений по выбору стратегии использования подземных вод: строительство групповых водопроводов с подачей воды в малообеспеченные районы,

водоподготовка "на месте", соотношение использования подземных и поверхностных вод и т.д.;

- планирование и постановка поисково-оценочных работ;
- эффективное функционирование системы лицензирования пользования недрами в области изучения, добычи и использования подземных вод.

Карта модулей ресурсного потенциала является результирующей, интегрирующей и осредняющей данные, содержащиеся в информационной системе. Картографическая база данных включает карты распространения, мощности, литологического состава, водопроницаемости водоносных горизонтов, напоров над кровлей, содержания компонентов химического состава подземных вод и т.п.

В зависимости от набора имеющейся исходной информации для любой интересующей площади или района может быть дана экспертная оценка потенциальных возможностей использования подземных водных источников, включая не только возможную величину водоотбора, но и качество воды [34, 37].

Карта ресурсного потенциала и сопровождающая ее база данных должны рассматриваться в качестве информационной основы при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, решении вопросов совместного использования подземных и поверхностных вод с учетом оценки их взаимовлияния.

Включение в расчеты водохозяйственных балансов коэффициентов сокращения поверхностного стока за счет эксплуатации подземных вод позволяет избежать двойного учета в водохозяйственных балансах той части водоотбора, которая соответствует уменьшению поверхностного стока рек.

Как видно из определения РППВ, эксплуатационные возможности той или иной территории, в том числе речного бассейна, водохозяйственного участка и т.д., определяются соотношением величины ресурсного потенциала подземных вод и величины их естественных ресурсов, которое выражается некоторыми коэффициентами ( $\alpha_i$ ).

Для того, чтобы оценить возможное или фактическое влияние использования подземных вод на изменение поверхностного стока рек, необходимо, прежде всего, оценить долю подземного стока в реки от его суммарной величины и величину его изъятия при потенциальном водоотборе.

Расходование подземных вод в естественных условиях происходит как путем его дренирования в русла рек, так и путем эвапотранспирации, высачивания на поверхность с последующим испарением, а также подрусловым стоком. Суммарную величину подземного стока, недренируемую реками, условно называют "скрытой разгрузкой". Соотношение долей подземного стока в реки и "скрытой разгрузки" определяется степенью дренирования водоносных горизонтов и может колебаться от 0 до 1 при полном (сто процентном)



дренировании реками подземного стока.

При фактическом или планируемом использовании подземных вод возникает дополнительный вид их расходования – водоотбор. Естественно, водоотбор приводит к уменьшению одной или обеих этих составляющих.

Соответственно, коэффициент сокращения подземного стока в реки за счет водоотбора может меняться от 1 в районах полного дренирования до близкого к 0 в районах слабого дренирования или его практического отсутствия. Кроме того, надо учитывать, что при эксплуатации водоносных горизонтов, недренируемых местной речной сетью, коэффициенты сокращения подземного стока для рассматриваемой площади будут близки к нулю.

Емкостные запасы при этом должны рассматриваться как регулирующая емкость, позволяющая стабилизировать водоотбор и уменьшить сокращение поверхностного стока, роль которой существенно возрастает в критические по водности периоды.

Таким образом, в различных гидрогеологических и водохозяйственных условиях нельзя формально суммировать величину поверхностных и подземных водных ресурсов без учета их взаимодействия. С другой стороны, суммарная величина ресурсного потенциала, эксплуатационных запасов подземных вод или фактический водоотбор неравнозначны размерам сокращения поверхностного стока.

Именно поэтому использование подземных вод позволяет существенно повысить водообеспеченность отдельных рассматриваемых районов и, прежде всего, в аридной и полуаридной зонах страны, а также в районах развития многолетнемерзлых пород.

Для правильного учета соотношения подземных и поверхностных вод при оценке располагаемых водных ресурсов того или иного речного бассейна или водохозяйственного участка необходимо в каждом конкретном случае определить коэффициенты сокращения поверхностного стока (М.М.Черепанский, 2005).

Основные принципы их определения для каждой конкретной территории могут быть сформулированы следующим образом:

- 1) разрабатывается природная гидрогеологическая модель оцениваемой территории;
- 2) оцениваются балансовые статьи питания и разгрузки подземных вод в естественных (современных) условиях, включая питание подземных вод (естественные ресурсы), подземный сток в реки, другие естественные и искусственные виды разгрузки. На основе этих данных оценивается доля подземного питания рек по отношению к суммарному подземному стоку;
- 3) выполняется оценка ресурсного потенциала подземных вод; рассчитывается баланс подземных вод в условиях планируемого водоотбора, сравнивается с естественным и, на основе этого сравнения, определяются изменения отдельных составляющих баланса;
- 4) определяется расчетный коэффициент сокращения стока в реки как отношение

изменения разгрузки подземных вод в речную сеть (между естественными и нарушенными эксплуатацией условиями) к величине водоотбора;

5) расчетный коэффициент сокращения поверхностного стока сравнивается с фактическими данными измерений расхода реки на входном и выходном створах. В случае больших расхождений выявляются их причины и расчеты повторяются.

6) производится картирование коэффициента сокращения поверхностного стока. Совмещение полученной карты с картой ресурсного потенциала соответствующего масштаба позволяет перейти к экспертным оценкам возможного совместного использования поверхностных и подземных водных источников.

Разработанная технология и построенная карта РППВ территории РФ могут использоваться в качестве надежной основы для детализации оценок ресурсного потенциала (прогнозных ресурсов) подземных вод. Приведенные выше результаты получены при проведении мелкомасштабных исследований и поэтому лишь в малой степени характеризуют неравномерность его распределения в пределах отдельных территориальных образований.

Между тем при оценке перспектив водоснабжения необходимо с большей детальностью учитывать такие факторы, как отсутствие на ряде территорий пресных подземных вод; распространение на обширных площадях вод, содержащих микрокомпоненты в превышающих ПДК количествах; развитие многолетнемерзлых пород и др. Важнейшей задачей является решение проблемы оценки РППВ и картографирования в более крупном масштабе для вододефицитных районов, где отсутствуют кондиционные или близкие к ним по качеству как подземные, так и поверхностные воды.

Таким образом, для получения более полной и объективной картины детальность изучения РППВ должна быть увеличена. Предложенная методика, с некоторыми модификациями, может использоваться для построения мелкомасштабных и среднемасштабных карт любых оцениваемых территорий.

Напомним, что по предложению Б.В.Боревского и Л.С.Язвина [27], учтенному в действующей "Классификации...", прогнозные ресурсы разделяются на три категории. Прогнозные ресурсы категории Р<sub>3</sub> используются для характеристики обеспеченности ресурсами подземных вод отдельных территорий, составления схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, планирования их использования, постановки поисковых работ. Прогнозные эксплуатационные ресурсы категории Р<sub>2</sub> используются для оценки перспектив обеспечения подземными водами отдельных административных, промышленных или сельскохозяйственных районов, составления генеральных схем водоснабжения указанных территорий, а также прогноза площадей локализации новых месторождений. Прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> используются для оценки перспектив

обеспечения подземными водами отдельных водопотребителей за счет потенциальных МППВ и планирования поисково-оценочных и разведочных работ.

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_3$  выполняется в пределах крупных гидрогеологических районов, бассейнов крупных рек, административных территорий субъектов Российской Федерации по водоносным системам в целом без подразделения и привязки к отдельным продуктивным водоносным горизонтам и комплексам. Детальность изученности соответствует мелкомасштабным гидрогеологическим картам масштаба 1:500 000 и менее.

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_2$  выполняется для гидрогеологических районов 3-го и 4-го порядков, речных бассейнов средних рек, административных районов по отдельным продуктивным горизонтам. Детальность изученности соответствует среднемасштабным (1:200 000) гидрогеологическим и специализированным картам.

Подсчитываются по результатам региональных оценок: по балансу подземных вод; по суммарной производительности водозаборных сооружений, по площадному или линейному модулю, определенному в т.ч. по аналогии с более изученными территориями; по условно принятой сетке эксплуатационных скважин с учетом коэффициента использования питания подземных вод, на основе математического моделирования.

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$  выполняется для участков (площадей), перспективных для локализации месторождений подземных вод, по результатам обобщения, интерпретации и анализа имеющихся геолого-гидрогеологических и гидрологических материалов, а также по данным поисковых работ с учетом возможности выделения и оконтуривания продуктивных водоносных горизонтов, а также площадей, характеризующихся более высокой водопроницаемостью водовмещающих пород по сравнению с окружающими площадями и кондиционным качеством подземных вод. Детальность изученности прогнозных эксплуатационных ресурсов категории  $P_1$  соответствует крупномасштабным гидрогеологическим картам масштаба 1:50 000-1:100 000.

Перспективность выделяемых площадей должна быть подтверждена совокупностью поисковых критериев и данными геофизических, гидрометрических, балансовых работ или бурения и опробования гидрогеологических скважин в единичных точках. Подсчитываются гидродинамическим методом (аналитическими расчетами, моделированием) применительно к обобщенным площадным или линейным условным системам водозаборов.

Как уже указывалось, результаты выполненной оценки ресурсного потенциала подземных вод соответствуют категории  $P_3$ . Соответственно, задачей дальнейших исследований является его детализация с определением величины прогнозных ресурсов по категориям  $P_2$  и  $P_1$ , с их разделением по водоносным горизонтам и комплексам. Важнейшей задачей дальнейших работ является также дифференциация подсчитанного ресурсного потенциала по классам качества

подземных вод.

При более детальной оценке РППВ по основным продуктивным водоносным горизонтам, а также на локальных участках, перспективных для локализации месторождений подземных вод, можно использовать те же методы, что и при оценке эксплуатационных запасов подземных вод (Боревский и др., 1989).

Если аналитические расчеты при площадной оценке выполняются применительно к условным сеткам размещения водозаборов, то моделирование позволяет учесть их реальное и проектное размещение, фактический и проектный водоотбор, слоистость водоносных систем и т.д.

Для артезианских бассейнов и межгорных впадин предпочтение должно отдаваться методам математического моделирования, а для гидрогеологических структур складчатых областей - балансовым методам и методам гидрогеологической аналогии.

Для оценки ресурсного потенциала подземных вод речных долин наиболее эффективными являются гидродинамические методы в сочетании с методами гидрогеологической аналогии и методом экспертных оценок.

Для интенсивно эксплуатируемых и хорошо изученных бассейнов подземных вод с существенно и быстро изменяющейся водохозяйственной обстановкой целесообразно создание постоянно-действующих математических моделей, позволяющих оперативно выполнять переоценку ресурсного потенциала подземных вод в их пределах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Показано, что неотъемлемым элементом системы геологического изучения ресурсного потенциала подземных вод, включающего их эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы, является нормативная 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 Федеральными Законами и Кодексами, упорядочения положений многочисленных подзаконных актов с учетом дифференциации требований в соответствии с масштабом объекта и степенью его изученности. Оптимальным решением проблемы является разработка специального федерального закона "О подземных водах".

2. Обосновано сокращение количества категорий эксплуатационных запасов за счет исключения категорий А и С<sub>2</sub>, 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 специальных исследований по оценке защищенности водозаборов от поверхностного загрязнения.

3. Разработана принципиально новая методология использования информационных технологий в гидрогеологических исследованиях, 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 цифровых картографических моделей ресурсного потенциала, базирующаяся на возможности корректирования исходных данных и оперативного 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 и гармонизацию правовых норм отраслей законодательства, регулирующих изучение, добычу, использование и охрану подземных вод;
- разработку, утверждение и внедрение "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, что позволит сократить объемы работ за счет полноценного использования материалов предшествующих исследований и их всестороннего анализа;
- детализацию ресурсного потенциала с определением величины прогнозных ресурсов по категориям  $P_2$  и  $P_1$ , с их разделением по водоносным горизонтам и комплексам, а также по классам качества подземных вод.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абашидзе А.Х., Солнцев А.М. Подземные воды новый объект международно-правового регулирования // Международное право, 2009, №1, с.180-221
2. Абрамов В.Ю., Боровский Б.В., Ершов Г.Е., Язвин А.Л. Опыт переоценки запасов и прогнозных ресурсов минеральных вод Эссентукского и Бештаугорского месторождений. // Недропользование XXI век. - 2013. - №2, с.37-45.
3. Автоматизированная гидрометеорологическая система. Л., Гидрометеиздат, 1970, 215 с.
4. Автоматизированные системы управления. Под ред. В. Г. Шорина. М., «Знание», 1973, 318 с.
5. Административный регламент предоставления Федеральным агентством по недропользованию государственной услуги по организации экспертизы проектов геологического изучения недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 12.04.2013 г. №139, зарег. в Минюсте РФ 06.06.2013 г. № 28702)
6. Административный регламент предоставления Федеральным агентством по недропользованию государственной услуги по проведению государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.01.2013 г. №27, зарег. в Минюсте РФ 17.07.2013 г. № 29087)
7. Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственной функции по ведению государственного учета и обеспечению ведения государственного реестра работ по геологическому изучению недр, участков недр, предоставленных для добычи полезных ископаемых, а также в целях, не связанных с их добычей, и лицензий на пользование недрами (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 03.04.2013 г. №121, зарег. в Минюсте РФ 09.08.2013 г. № 29324)
8. Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственных функций по осуществлению выдачи, оформления и регистрации лицензий на пользование недрами, внесения изменений и дополнений в лицензии на пользование участками недр, а также переоформления лицензий и принятия, в том числе по представлению Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и иных уполномоченных органов, решений о досрочном прекращении, приостановлении и ограничении права пользования участками недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.09.2009 г. №315, зарег. в Минюсте РФ 25.12.2009 г. № 15837)
9. Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по

исполнению государственных функций по предоставлению государственной услуги по предоставлению в пользование геологической информации о недрах, полученной в результате государственного геологического изучения недр (утв. приказом Минприроды России от 05.05.2012 г. № 122, зарег. в Минюсте РФ 29.06.2012 г. № 24753)

10. Алексеев В.С., Грабовников В.А., Клюквин А.Н., Пашковский И.С., Рошаль А.А. О готовности к практическому применению «Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод». Недропользование XXI век. 2008 г. №4, с.36-41

11. Алексеев В.С., Расторгуев А.В. Мазаев В.Г., Шлепнина Т.Г. Опыт проектирования зон санитарной охраны водозаборных сооружений за рубежом. Водоснабжение и санитарная техника. 2002, №7

12. Альтовский М.Е., О классификации эксплуатационных запасов подземных вод, «Советская геология», № 19, 1947.

13. Антонов В.В. Гидрогеологические проблемы недропользования Северо-Запада России. Автореферат диссертации на соискание уч. степ. д.г.-м.н. Санкт-Петербург, 1997 г.

14. Атре Ж. Структурный подход к организации баз данных. М., Финансы и статистка, 1983 , 317 с.

15. Баранов Ю.Б., Грушин Р.В. Геоинформационные технологии в геологии и недропользовании. "Геопрофи". – 2006, №2, с. 4 –7.

16. Белецкая Р.И. Правовая охрана подземных водных объектов от загрязнения // Право и государство: теория и практика. 2010. № 1.

17. Белецкая Р.И. Правовая охрана подземных водных объектов от истощения. // Право и государство: теория и практика. 2011. № 4.

18. Белицкий А.С. Вопросы гидрогеологического обоснования зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения. «Гигиена и санитария», 1961, № 1.

19. Беляков М.В., Караулов В.А., Язвин А.Л. 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.

20. Биндеман Н.Н., Бочеввер Ф.М. Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод. "Советская геология", 1964, №1, с. 65-78.

21. Биндеман Н.Н., Минкин Е.Л., Семенова С.М. Указания территориальным геологическим управлениям для выполнения работ по теме "Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод СССР" М., 1962



22. Биндеман Н.Н., Язвин Л. С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод.- М. : Недра, 1970.- 214с.
23. Болдырев А.К. О классификации запасов полезного ископаемого в месторождении. Горный журнал, 1926, № II, с. 725-728.
24. Боровский Б.В, Боровский Л.В., Язвин А.Л. Принципы определения границ месторождений подземных вод. // Разведка и охрана недр. - 2010. - №10, с.9-14.
25. Боровский Б.В, Грабовников В.А. Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод. Мифы и реальность. Разведка и охрана недр. 2010 г. № 10, с. 3-8
26. Боровский Б.В. Формирование эксплуатационных запасов и разведка месторождений пресных подземных вод дис. на соискание уч. степ, д.г.-м.н. в форме научного доклада. М.: ВСЕГИНГЕО. 1986. 82 с.
27. Боровский Б.В., Боровский Л.В., Язвин Л.С. Основные принципы разработки новой "Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод" // Разведка и охрана недр. - 2005 г. -№11
28. Боровский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод. Киев, Вища школа, 1989, 407 с.
29. Боровский Б.В., Ершов Г.Е., Закутин В.П., Язвин А.Л. Влияние антропогенной нагрузки на формирование химического состава питьевых подземных вод (на примере г. Тольятти) // В кн. "Современные проблемы изучения и использования питьевых подземных вод. Материалы Совещания", Москва, 2003. - с. 180-183.
30. Боровский Б.В., Ершов Г.Е., Закутин В.П., Язвин А.Л. 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.
31. Боровский Б.В., Ершов Г.Е., Палкин С.С., Язвин А.Л. 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.
32. Боровский Б.В., Зекцер И.С., Язвин А.Л. Оценка и картирование ресурсного потенциала пресных подземных вод России. // В кн. "Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз" (Всероссийская научная конференция)". Краснодар, 2013. - с.36-41.
33. Боровский Б.В., Зекцер И.С., Язвин А.Л. 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.

34. Боровский Б.В., Зекцер И.С., Язвин А.Л. 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.

35. Боровский Б.В., Марков М.Л. Является ли меженный расход рек мерой питания подземных вод или общего подземного стока? // Разведка и охрана недр. - 2014. - № 5, с.10-16.

36. Боровский Б.В., Зекцер И.С., Язвин А.Л. и др. Карта ресурсного потенциала пресных подземных вод России. Масштаб 1:5 000 000. М., ЗАО "ГИДЭК", 2012.

37. Боровский Б.В., Черепанский М.М., Язвин А.Л. 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.

38. Боровский Б.В., Язвин А.Л. 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.

39. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Кондиционные и некондиционные питьевые и технические подземные воды. Проблемы изучения, назначения использования, нормативной базы. // Разведка и охрана недр. - 2012. - №11, с. 18-26.

40. Боровский Б.В., Язвин А.Л. 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.

41. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Основные этапы развития учения об оценке эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод в СССР и современной России. Прошлое, настоящее, будущее. // В кн. "Водоснабжение, водоотведение, гидротехника и инженерная гидрогеоэкология" Сборник трудов. Выпуск 13, Москва, 2012. - с. 12-17.

42. Боровский Б.В., Язвин А.Л. 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.

43. Боровский Б.В., Язвин А.Л. 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.

44. Боровский Б.В., Язвин А.Л. 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, 2010. - с.30-39.

45. Боровский Б.В., Язвин А.Л. 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.

46. Боровский Б.В., Язвин А.Л., Язвин Л.С. 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.

47. Боровский Б.В., Язвин Л.С., Пугач С.Л. Временные методические рекомендации по ведению учета подземных вод на территориальном уровне в системе государственного мониторинга состояния недр (1-ая редакция) М., 2004 г., 130 с.

48. Боровский Б.В., Язвин Л.С. Методические рекомендации по перспективной оценке эксплуатационных запасов подземных вод в слабо изученных районах. М., ВСЕГИНГЕО, 1971.

49. Боровский Б.В., Язвин Л.С. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Методические рекомендации по проведению второго этапа работ). М., ГИДЭК, 1995.

50. Боровский Б.В., Язвин Л.С. Принципы региональной оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод в различных гидрогеологических условиях // Разведка и охрана недр, 1975, №4, с.32-37

51. Боровский Б.В., Язвин Л.С., Закутин В.П. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод. Методические рекомендации. М, 1998 г., 80 с.

52. Боровский Б.В., Язвин Л.С., Закутин В.П. Оценка эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами. Методические рекомендации. М., 2002 г., 62 с.

53. Борщ З.Г., Шинкаровский М.А. Постоянно действующие математические модели фильтрационных процессов для изучения и прогнозирования изменений гидрогеологической обстановки интенсивно осваиваемых районов УССР.- Создание и использование постоянно действующих моделей для изучения гидрогеологических условий, формирующихся под влиянием водохозяйственных мероприятий. Киев, Препринт, ИГН АН УССР, 1980, с.4-10.

54. Бочевер Ф.М. О классификации запасов подземных вод для целей водоснабжения. «Советская геология», № 62, 1957.
55. Бочевер Ф.М. Теория и практические методы гидрогеологических расчетов эксплуатационных запасов подземных вод. - М. : Недра, 1968.- 328 с.
56. Бочевер Ф.М., Лапшин Н. Н., Орадовская А. Е. Защита подземных вод от загрязнения. М., Недра, 1979.
57. Бочевер Ф.М., Орадовская А. Е. О санитарной охране водозаборов подземных вод. — Разведка и охрана недр, 1977, № 5, с. 35-38.
58. Бочевер Ф.М., Орадовская А.К. Гидрогеологическое обоснование защиты подземных вод и водозаборов от загрязнения. - М. : Недра, 1972.- 128 с.
59. Бринчук М.М. Потенциал природы как методологическое основание государственной экологической политики и экологического права // Экологическое право. 2010. № 3.
60. Бринчук М.М. Экосистемный подход в праве // Экологическое право. 2008. №1.
61. Бринчук М.М. Соотношение экологического права с другими отраслями права // Государство и право. 2009. N 7. С. 25-37
62. Бутов И.М., К вопросу об определении запасов подземных вод, Труды Первого Всесоюзного гидрогеологического съезда, Сб. № 6, 1933.
63. Веселов В.В. Автоматизированные системы обработки гидрогеологической информации на ЭВМ // Советская геология, 1976, №9, с.142-155
64. Веселов В.В. Управление моделированием гидрогеологических процессов (в среде отраслевой АСУ геологоразведочными работами). Алма-Ата: Наука, 1989, 200 с.
65. Веселов В.В., Фомина Т.Д. Автоматизированная система оценки запасов месторождений подземных вод на ЭВМ // Алгоритмы и программы. Вып. 7 (33). - М.: ВИЭМС, 1979, с. 20-43
66. Веселов В.В., Фомина Т.Д., Мирлас В.М. Автоматизированная система обработки гидрогеологических данных для оценки эксплуатационных запасов месторождений пресных подземных вод методом моделирования на ЭВМ // Разработка и создание АСУ-Геология. Вып. 2(51). М., 1984, с. 103
67. Веселова В.Л., Шестаков В.М., Язвин А.Л. Интерпретация опытных откачек в долине р.Кафирниган. // "Гидрогеологические исследования в межгорных впадинах Южного Таджикистана". Москва, 1991. - с.67-104.
68. Веселова В.Л., Язвин А.Л. 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.

69. Владимирский В.И. О гидрогеологических критериях при установлении зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения. Разведка и охрана недр, 1962, № 8
70. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А.Шикломанова. СПб., ГГИ, 2008, 600 с.
71. Водные ресурсы СССР и их использование. Ленинград, Гидрометеиздат, 1987, 302с.
72. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г.. № 74-ФЗ // СЗ РФ. 2006. № 23. Ст. 2381.
73. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.1995 г. № 167-ФЗ // СЗ РФ. 1995. № 47. Ст. 4471
74. Временная классификация запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов, 2001
75. Временные методические рекомендации по установлению минимально допустимых расходов воды в реках для оценки возможных изъятий водных ресурсов при выдаче лицензий на специальное водопользование (утв. Министерством природных ресурсов Российской Федерации 17.01.1997 г.)
76. Временный регламент работ по оценке современного состояния месторождений подземных вод, находящихся в нераспределенном фонде недр (утв. приказом Роснедра от 07.05.2009 г. №399)
77. Временный регламент рассмотрения и согласования технических проектов разработки месторождений подземных вод, строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых (утв. приказом Роснедр от 22.06.2010 № 654)
78. Всеволожский В.А., Штенгелов Р.С. О классификации запасов и ресурсов подземных вод // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, 2003. - № 1. - С. 44-50.
79. Выгон Г., Богданов Д. Классификация запасов нефти и горючих газов: вперед в прошлое. Энергетический центр Сколково, 2012
80. Высоцкая О.С. О некоторых проблемах правового регулирования предоставления земельных участков для целей недропользования // Юридический мир, 2011, №6, с.52-53
81. Габриэлянц Г.А. О проекте новой Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2003, №1-2, 71-76
82. Гавич И.К. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод методом моделирования.- М. : ВИЭМС, 1972.- 98 с.
83. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии.- М. : Недр, 1980.- 359 с.

84. Геологический словарь. В 2-х томах. М.: Недра, 1978. - т.1 - 488 с., т.2 - 456 с.
85. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования" (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 №78) // Российская газета. 2003. № 119/1 (специальный выпуск).
86. Гольдберг В.М. Оценка условий защищенности подземных вод и построение карт защищенности И Гидрогеологические основы охраны подземных вод. М" 1984. -С.171-177.
87. Гомберг И.Г., Клюквин А.Н., Рошаль А.А. Интегрированная информационная технология поддержки принятия решений в сфере управления недропользованием. "Разведка и охрана недр", 2003, №9, стр. 38-44.
88. Горное положение Союза ССР (утв. Постановлением ЦИК СССР и СНК СССР от 09.11.1927 г.) // <http://www.bestpravo.ru/sss/eh-akty/gbw.htm>
89. ГОСТ 17.1.3.06-82 "Охрана подземных вод". Издательство стандартов, Москва, 1982
90. ГОСТ 17403-72 "Гидрохимия. Основные понятия. Термины". Издательство стандартов, Москва, 1972
91. ГОСТ 17.1.1.04-80 "Классификация подземных вод по целям водопользования". Издательство стандартов, Москва, 1980
92. ГОСТ 25151-82 "Водоснабжение. Термины и определения" Издательство стандартов, Москва, 1982
93. ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора". Издательство стандартов, Москва, 1984
94. ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством". Издательство стандартов, Москва, 1982
95. Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых. М, 2007, 220 с.
96. Государственное информационное обеспечение природопользования и охраны окружающей среды / Под редакцией Г.И.Морозова. – М.:НИА – Природа, 2002. – 176с.
97. Государственный водный кадастр и автоматизированные системы в гидрогеологии и инженерной геологии. Разработка и создание АСУ-Геология. М.: ВИЭМС, 1983, 53 с.
98. Гохберг Л.К., Пашковский И.С., Рошаль А.А., Зеегофер Ю.О. Задачи и принципы построения моделей геологической среды территорий градопромышленных комплексов. // Методы типизации и картирования геологической среды городских агломераций для решения

задач планирования инженерно-хозяйственной деятельности. М.: МосТИСИЗ ПО «Стройизыскания».1981, с.26-32.

99. Гохберг Л.К., Рошаль А.А., Зеегофер Ю.О, Кофф Г.Л. Принципы создания постоянно действующей модели геологической среды для оптимизации воздействия инженерно-хозяйственной деятельности. – Оптимизация природной среды. Тез. Докл. Всесоюз.симпозиума «Оптимизация воздействия общества на окружающую природную среду», М.,1981. с. 211-212.

100. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ // СЗ РФ. 2005, №1, Ст. 16.

101. Гражданский кодекс Российской Федерации: часть первая от 30.11.1994 №51-ФЗ // СЗ РФ. 1994. № 32. Ст. 3301.

102. Губкин И.М. Учение о нефти 2-е изд., М-Л, ОНТИ НКТП Главная редакция горно-топливной и геолого-разведочной литературы, 1937. - 459 с.

103. Гуляев Н.Ф. Зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения. Изд. МКХ РСФСР, 1951 г.

104. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: «Издательский дом Вильямс», 2005, 1328 с.

105. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. : пер. с англ. / М.: Дата+, 1999. - 491 с.

106. Дж. Мартин. Организация баз данных в вычислительных системах : пер. с англ. / М.: Мир, 1980. – 664 с.

107. Дж.-Л. Уэлдон. Администрирование баз данных : пер. с англ. / М. : Финансы и статистика, 1984. – 207 с.

108. Дж.Ульман. Системы баз данных : пер. с англ. / М. : Финансы и статистика, 1983. – 336 с.

109. Добрынин П.А., Баранов И.А., Кладовщиков В.Н. Единая система государственного учета и использования вод. — «Разведка и охрана недр», 1974, № 3, с. 47—50.

110. Дробноход Н. И., Язвин Л. С., Боровский Б. В. Оценка запасов подземных вод.- К. : Вища шк., Головное изд-во, 1982.- 301 с.

111. Дубинин В.М., Жарков В.Г., Забейда М.И. и др. Постоянно действующая фильтрационная модель Оскольского промышленного района КМА. Математическое моделирование пространственных задач фильтрации применительно к высоконапорным гидротехническим сооружениям. Тез. Докл. XIII Всесоюзн. темат. сов. Л., ВНИИГ, 1973, с.5-6.

112. Ершов Г.Е., Кувыкина Ю.Ю., Язвин А.Л. 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.

113. Ефремов Д.И., Клюквин А.Н., Коробейников В.А. и др. Гидрогеологическое и инженерно-геологическое обоснование постоянно действующей модели геологической среды Московской области // Методы типизации и картирования геологической среды городских агломераций для решения задач планирования инженерно-хозяйственной деятельности. М.: МосТИСИЗ ПО «Стройизыскания».1981, с.33-37.

114. Закон Российской Федерации "О недрах" от 21.02. 1992. № 2395-1 // СЗ РФ. 1995. № 10. Ст. 823.

115. Закон РСФСР "Об утверждении Водного Кодекса РСФСР" от 30.06.1972 г. // [http://tehnorma.ru/doc\\_ussrperiod/textussr/usr\\_7841.htm](http://tehnorma.ru/doc_ussrperiod/textussr/usr_7841.htm)

116. Закон СССР "Об утверждении основ водного законодательства СССР и союзных республик" от 10.12.1970 г. // [http://tehnorma.ru/doc\\_ussrperiod/textussr/usr\\_7439.htm](http://tehnorma.ru/doc_ussrperiod/textussr/usr_7439.htm)

117. Закон СССР "Об утверждении основ законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах" от 09.07.1975 г. // [http://tehnorma.ru/doc\\_ussrperiod/textussr/usr\\_8667.htm](http://tehnorma.ru/doc_ussrperiod/textussr/usr_8667.htm)

118. Зальцберг Э.А. Региональные гидрогеологические исследования в США. В кн. "Материалы международной научной конференции "Гидрогеология сегодня и завтра: наука, образование и практика", Москва, 2013, с. 59-70

119. Запасы подземных вод, прошедшие государственную экспертизу по состоянию на 1 января 2011 г. Москва, Росгеолфонд, 2011

120. Заславская Л.А. Законодательство о недрах // Советское государство и право. 1977. № 7.

121. Зеегофер Ю.О., Клюквин А.Н., Пашковский И.С., Рошаль А.А. Постоянно действующие модели гидrolитосферы территорий городских агломераций (на примере Московской агломерации) - М.:Наука, 1990. – 198 с.

122. Зекцер И.С. Закономерности формирования подземного стока и научно-методические основы его изучения. М., Наука, 1977, 173 с.

123. Зекцер И.С. и др. Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. Современное состояние и перспективы использования в России. М.: Научный мир, 2012

124. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М., Научный мир, 2001, 328 с.

125. Зекцер И.С., Джамалов Р.Г. Подземные воды в водном балансе крупных регионов. М., Наука, 1989, 124 с.

126. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ // СЗ РФ. 2001. №44. Ст. 4147.

127. Игнатович Н.К. О методике подсчета запасов подземных вод артезианского



бассейна. "Разведка недр", 1937, №8

128. Игревский В.И. Основные принципы построения автоматизированной системы управления АСУ. — «Сов. геология», 1973, № 1, с. 3—14.

129. Инструкция по применению "Положения о порядке лицензирования пользования недрами" к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других полезных ископаемых, отнесенных к категории лечебных (утв. Роскомнедра 14.04.1994 г.)

130. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод. - М., 1984.- 18 с.

131. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям пресных вод, 1976 г.

132. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод. Госгеолиздат, 1951 г.

133. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод. Госгеолиздат, 1961 г.

134. Инструкция по установлению зон санитарной охраны хозяйственно-питьевых водозаборов с подземными источниками водоснабжения, 1956 (утв. Главным Государственным санитарным инспектором СССР от 07.07.1956 г. №219-56)

135. Информатика: Учебник - 3-е перераб. изд. / Под ред. проф. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2000.- 768 с.

136. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в (2004-2013) г. Москва, Геоинформмарк

137. Иодказис В.И., Чапенс Р.И. Автоматизированная информационно-поисковая система. В кн.: Гидрохимия подземных вод Прибалтики: Тезисы докладов научно-производственного семинара. Вильнюс, ЛНИГИ, 1981, с. 38-43

138. Исаев Е.И., Мовшович Э.Б., Олейниченко Л.А. и др. Применение в геологии АФИС на основе интегрированной базы данных реляционного типа. Обзор. М., ВИЭМС, 1985, 59 с.

139. Кадамцева Т.Н., Козак С.З., Сидоркин В.В., Федулова А.М., Язвин А.Л. Основные результаты поисков подземных вод для удовлетворения питьевых потребностей п.Тура. // Разведка и охрана недр. - 2005. - №11, с. 30-33.

140. Каменский Г. Н. Поиски и разведка подземных вод. М.- Л., Госгеол издат, 1947, 313 с.

141. Канивецкий Р.А. Применение перфокарточного метода хранения и поиска информации. — «Труды ВСЕГИНГЕО. Гидрорежимная экспедиция», 1972, вып. 49, с.100—106.

142. Карпинский А.П. Собр.соч., М-Л, Изд.АН СССР, 1939, т.11, с.77

143. Карта модулей эксплуатационных ресурсов пресных и солоноватых вод СССР. М-б 1:5000000. М., ГУГК, 1965
144. Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод (утв. приказом МПР России от 30.07.2007 № 195, зарег. в Минюсте РФ 03.09.2007 г. № 10092)
145. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, 2006 г.
146. Классификация запасов и прогнозных ресурсов теплоэнергетических и промышленных подземных вод (утв. приказом МПР России от 01.09.2011 г. №718, зарег. в Минюсте РФ 21.10.2011 г. № 22103)
147. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, 1981 г.
148. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, 1997, 16 с.
149. Классификация запасов месторождений нефти и горючих газов. - М.: ГКЗ СССР, 1970.
150. Классификация запасов месторождений нефти, 1942 г.
151. Классификация запасов месторождений нефти, 1953 г.
152. Классификация запасов месторождений нефти, 1959 г.
153. Классификация запасов месторождений полезных ископаемых, 1941 г.
154. Классификация запасов месторождений твердых полезных ископаемых, 1953 г.
155. Классификация запасов месторождений твердых полезных ископаемых, 1960 г.
156. Классификация запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов. - М.: ГКЗ СССР, 1983. - 9 с.
157. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. - М., 1983.- 11 с.
158. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. - М., 1997.- 16 с.
159. Классификация эксплуатационных запасов подземных вод, 1950 г.
160. Классификация эксплуатационных запасов подземных вод, 1960 г.
161. Климов А.К. Семьдесят лет на службе отечественной геологии. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, Спецвыпуск, 2007
162. Клюквин А.Н., Лазаренко В.Н., Боровский Б.В., Язвин А.Л. и др. 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. - с. \_\_\_\_.

163. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем. — М.: ДМК Пресс; М: Компания АйТи, 2003. — 288 с. ISBN 5-94074-200-9
164. Кодекс JORC. Австралийский Кодекс отчетности о результатах разведки, минеральных ресурсах и запасах руды. Перевод А.А.Немытова (группа IMC Montan). Москва, 2012
165. Кодекс РФ об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ // СЗ РФ. 2002. № 1. Ст. 1.
166. Козловский С.В. Теория и практика создания геоинформационной системы в инженерной геологии. Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. М, 2010
167. Колбасов О.С. Законодательство о водопользовании в СССР (проблемы совершенствования советского законодательства об использовании водных ресурсов). М., Изд. "Юридическая литература", 1965, 167 стр.
168. Колбасов О.С. Теоретические основы прав пользования водами в СССР. М.: Наука, 1972
169. Коноплянцев А.А., Пыркин В.М., Седов Н.В. Машинная обработка информации о режиме подземных вод. — «Разведка и охрана недр», 1971, №7, с. 41—45.
170. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993 // Российская газета. 1993. № 237.
171. Крапивнер Р.Б., Плугина Т.А., Язвин А.Л. Роль разломов в формировании фильтрационных неоднородностей верхнего гидрогеологического этажа. // Разведка и охрана недр. - 2003. - №10. - с. 34-38.
172. Красавин И.А., Крашин И.И., Скворцова Г.А. Образование и ведение базы данных для численного моделирования гидрогеологических процессов // Численное моделирование процессов фильтрации и тепло-массопереноса в подземных водах: Сб.науч. тр. ВСЕГИНГЕО. — М., 1992. — с.103-114
173. Крейтер В.М. К вопросу об улучшении действующей классификации запасов.- Советская геология, 1958, Л II, с.147-153
174. Крейтер В.М. Основные принципы классификации и подсчета запасов полезных ископаемых // АН СССР, Отделение технических наук, серия III, вып.1.— М.-Л.: Из-во АН СССР, 1937. 48 с.
175. Кривцов А.И., Беневольский Б.И. О проекте концепций Классификации ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых и стадийности геологоразведочных работ. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2003, №1-2, 78-85

176. Криницкий Н.А., Миронов Г.А., Фролов Г.Д. Автоматизированные информационные системы. М.: Наука, 1982, 384 с.
177. Критерии отнесения вопросов согласования проектной документации к компетенции комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, и компетенции комиссий, создаваемых его территориальными органами (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 13.05.2010 г. №154, зарег. в Минюсте РФ 21.05.2010 г. № 17332)
178. Круподеров В.С., Седов Н.В. Состояние и проблемы законодательного обеспечения геологического изучения недр России // Разведка и охрана недр. – 2008 - №6.
179. Куделин Б.И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М., 1960. Изд-во МГУ, 344 с.
180. Куренной В.В. Информационные системы и информационные технологии в гидрогеологии. // Разведка и охрана недр. – 1999. - № 12.
181. Лесной кодекс Российской Федерации от 4.12.2006 г. № 200-ФЗ // СЗ РФ. 2006, №50, Ст. 5278.
182. Ломакин Е.А., Мироненко В.А., Шестаков В.М. Численное моделирование геофильтрации. М.: Недра, 1988. - 228 с.
183. Лукнер Л. Кибернетические принципы исследований проблем управления движением региональных потоков подземных вод. — «Водные ресурсы», 1974, № 5, с. 125—138.
184. Лукнер Л., Седов Н. Накопление и хранение исходных данных. В кн. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование геофильтрации. М., Недра, 1976, 407 с.
185. Маглинец Ю. А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам. — Бином, 2008. ISBN 978-5-94774-865-9
186. Макаренко Ф.А. О классификации запасов и ресурсов подземных вод, Труды лаборатории гидрогеологических проблем, АН СССР, т. III, 1948.
187. Маков К.И. К методике подсчета запасов подземных вод крупных гидрогеологических районов. "Разведка недр", 1937, №8
188. Маков К.И. О методике подсчета запасов подземных вод артезианского бассейна. "Разведка недр", 1936, № 23
189. Малухин Г.Н., Хенли С. Отчетность о российских запасах и ресурсах для международного рынка
190. Мартин Дж. «Организация баз данных в вычислительных системах» Москва, 1980, 663стр.
191. Материалы парламентских слушаний на тему "Направления совершенствования

государственной системы лицензирования пользования недрами". Москва, 2012 г.

192. Материалы парламентских слушаний на тему "Совершенствование правового регулирования использования водных ресурсов и общераспространенных полезных ископаемых" Москва, 2012 г.

193. Методика определения конкретного размера платы за геологическую информацию о недрах, полученную в результате государственного геологического изучения недр (утв. приказом МПР РФ от 15.12.2005 г. №344)

194. Методические документы в жилищно-коммунальном хозяйстве. МДК 3-02.2001. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации (утв. Приказом Госстроя России от 30.12.1999 г. №168)

195. Методические рекомендации по обеспечению учета ресурсной базы подземных вод с применением Классификатора названий месторождений и участков месторождений (утв. приказом Роснедра от 29.10.2010 г. №1274)

196. Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод (утв. распоряжением МПР России от 27.12.2007 г. № 69-р)

197. Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов теплоэнергетических и промышленных подземных вод (рекомендованы протоколом МПР России от 03.04.2007 №11-17/0044-пр)

198. Методические указания по ведению Государственного водного кадастра. Раздел 2. Подземные воды. Выпуск 1. Общие положения. М.: ВСЕГИНГЕО, 1984, 16 с.

199. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (утв. приказом Министерства природных ресурсов РФ от 12.12.2007 г. № 328)

200. Методическое руководство по разведке и оценке эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения / Л. С. Язвин, Б. В. Боровский, В. Д. Гродзенский, М. П. Полканов. - М. : ВСЕГИНГЕО, 1979.- 132 с.

201. Минкин Е. Л. Исследования и прогнозные расчеты для охраны подземных вод. М., Недра, 1972.

202. Минкин Е.Л. Гидрогеологические расчеты для выделения зон санитарной охраны водозаборов подземных вод. - М.: Недра, 1967.

203. Мирзаев С.Ш. Особенности формирования запасов подземных вод межгорных впадин, проблемы их изучения и хозяйственного использования // Гидрогеологические исследования межгорных впадин. - Фрунзе: Илим, 1985. - с.11-22

204. Миронов Н.Ю. Предоставление земельных участков для целей недропользования: соотношение земельного законодательства и законодательства о недрах // Нефть, газ и право,

2011, №6, с.26-32

205. Митракова О.В. Информационно-аналитические системы мониторинга недропользования. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук. М, 2011

206. Митракова О.В., Аракчеев Д.Б. Информационно-аналитическое обеспечение мониторинга состояния и использования природных ресурсов. «Геоинформатика». - 2006, №3, с.25-29

207. Митракова О.В., Аракчеев Д.Б., Любимова А.В. Информационно-аналитические системы мониторинга состояния и использования недр в управлении природопользованием. Москва, 2011

208. Митракова О.В., Аракчеев Д.Б., Пугач С.Л., Устинова Г.В. Информационно-аналитическая система мониторинга подземных вод. «Разведка и охрана недр», Москва, 2007, № 7, с.14-20

209. Модельный кодекс о недрах и недропользовании для государств - участников СНГ (принят постановлением Межпарламентской Ассамблеи государств - участников СНГ от 07.12.2002 г. №20-8) // "Информационный бюллетень Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ", №30, часть 2, 2003 г.

210. Мухина Э.Н. Подземные воды как объект правового регулирования отраслей природоресурсного права // Журнал российского права. 2010. №9. С. 99-105

211. Мухина Э.Н. Право пользования подземными водами: субъект, объект, содержание правоотношений. Теоретические и практические проблемы правового регулирования // Аграрное и земельное право. 2011. № 9. С. 118-124

212. Мухина Э.Н. Развитие правового регулирования питьевых подземных вод: зарубежный опыт // Аграрное и земельное право. 2011. № 6. С. 47-50. 0,3 п.л.

213. Мухина Э.Н. Реализация принципа приоритета охраны подземных вод перед их использованием в природоресурсном законодательстве России // Журнал российского права. 2009. № 10. С.130-136. 0,5 п.л.

214. Мухитдинов Н. Б. Основы горного права. Алма-Ата: Казахстан, 1983

215. Мюлеман А.Ф.М., Жоров А.А., Язвин А.Л. NICHЕ: новая модель для оценки гидрогеоэкологических воздействий. // "Материалы 3 международного конгресса "Вода: экология и технология". Москва, 1998. - с.324.

216. Налоговый Кодекс Российской Федерации. Часть первая от 31.07.1998 г. №146-ФЗ // СЗ РФ. 1998 г. № 31. Ст. 3824, часть вторая от 05.08.2000 г. №117-ФЗ // СЗ РФ. 2000 г. № 32. Ст. 3340.

217. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53579-2009 "Отчет о

геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.12.2009 г. №877-ст). Москва, Стандартинформ, 2010.

218. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53794-2010 "Информация о недрах геологическая. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09.06.2010 г. №91-ст). Стандартинформ (Москва, 2010 г.)

219. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53797-2010 "Геологическая информация о недрах. Основные положения и общие требования" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.06.2010 г. № 101-ст). Стандартинформ (Москва, 2010 г.)

220. Николаев А.П., Вахитова Г.Б. Возможности использования программы GEODIN 7 при гидрогеологических изысканиях. Инженерные изыскания в строительстве. Материалы Восьмой Общероссийской конференции изыскательских организаций. М.:ООО "Геомаркетинг", 2012, с.171-174.

221. Новиков Ю.Н. Ближайшему резерву углеводородного сырья России требуются ревизия, переоценка и представление в современном формате // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2009. - Т.4. - №2. - [http://www.ngtp.ru/rub/3/21\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/3/21_2009.pdf)

222. Новиков Ю.Н. Эволюция отечественной классификации запасов и ресурсов нефти и газа: от трёх - к восьми // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2009. - Т.4. - №1. - [http://www.ngtp.ru/rub/3/7\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/3/7_2009.pdf)

223. Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод. МПР России. Госстандарт России. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003

224. Общесоюзный классификатор полезных ископаемых и подземных вод. Мингео СССР. Госстандарт. М.: Колос, 1976.

225. Овчинников А.М. Геологические структуры районов минеральных вод. Сб. "Водные богатства недр земли на службу социалистическому строительству". Т.V, ОНТИ, 1934.

226. Огняник Н.С. Постоянно действующие гидрогеологические модели интенсивно осваиваемых территорий Украинской ССР. Киев, Наук. думка, 1991, 176 с.

227. Огняник Н.С. Постоянно действующие модели гидрогеологических процессов (на примере юга УССР). Киев, Наук. думка, 1983, 168 с.

228. Орлов В.П. Российский федеральный геологический фонд – центральное звено геологической службы России. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, Спецвыпуск, 2007

229. Пересунько Д.И., Крашин И.И., Боровский Б.В., Язвин Л.С. Методические

рекомендации по перспективной оценке эксплуатационных запасов подземных вод для хорошо изученных районов. М., ВСЕГИНГЕО, 1972.

230. Племенов В.А. Опыт применения постоянно действующих моделей для прогноза гидрогеологической обстановки на крупных объектах орошения. – Гидрогеология и инженерная геология. Экспресс-информация /ВНИИ эконом.минер.сырья и геол.-развед.работ. ВИЭМС, М., 1975, № 9, с. 18-27.

231. Плетнев А.А., Семендяева Л.В. "Описание метода численного моделирования и ЭВМ программы расчета напорной фильтрации и баланса подземных вод" ОФАП-ГЕОЛОГИЯ, регистрационный номер 1136, 1984.

232. Плотников Н.А. Классификация ресурсов подземных вод для целей водоснабжения, «Советская Геология», № 19, 1947.

233. Плотников Н.А. при участии Богомолова Г.В. и Каменского Г.Н. Классификация ресурсов подземных вод для целей водоснабжения и методика их подсчета. Л., Госгеолитиздат, 1946, 116 стр.

234. Плотников Н.А. Расчет ресурсов подземных вод по методу депрессионных воронок. "Водоснабжение и санитарная техника", 1936, №3.

235. Плотников Н.И. Водоснабжение горнорудных предприятий. Гос.научн.-техн. изд-во по горному делу, М, 1959.

236. Подготовка гидрогеологических задач к решению в автоматизированных системах. Разработка и создание АСУ-Геология. М.: ВИЭМС, 1984, 80 с.

237. Подземные воды мира: ресурсы, использование, прогнозы / Под ред. И.С.Зекцера. М., Наука, 2007 г., 438 с.

238. Подземный сток на территории СССР. М., Изд-во МГУ, 1984, 303 с.

239. Подземный сток на территории СССР. Под редакцией Б.И.Куделина. М., Изд. МГУ, 1966

240. Подземный сток Центральной и Восточной Европы. М., ВСЕГИНГЕО, 1982, 288 с.

241. Положение о зоне санитарной охраны водных источников и инструкция по ее установлению, 1928 г. (утв. Постановлением СНК РСФСР от 06.07.1928 г.) // Собр. узак., 1928, №79, ст. 546

242. Положение о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации (утв. приказом Министерства природных ресурсов РФ от 21.05.2001 г. № 433)

243. Положение о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения (утв. Главным



Государственным санитарным врачом СССР от 18.12.1982 г. №2640-82)

244. Положение о проектировании зон санитарной охраны централизованного водоснабжения и водных источников (утверждено ВГСИ 07.04.1938 г.)

245. Положение о территориальных комиссиях по запасам полезных ископаемых (утв. приказом Роснедр от 22.12.2005 г. № 1332)

246. Положение об охране подземных вод. М., Всегингео, 1985, 22 с.

247. Попов А.Г. Геолого-картографическое моделирование для решения практических задач // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. 2006, № 4 (39). С.13.

248. Попов А.С. ИАС КОНСТРУКТОР: технологическая платформа для разработки распределенных информационно-аналитических систем. // Геоинформатика. — 2006. — № 2.

249. Попов О.В. Подземное питание рек. Л., Гидрометеиздат, 1968, 291 с.

250. Порядок постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса (утв. приказом МПР России от 06.09.2012 г. №265, зарег. в Минюсте РФ 21.12.2012 г. № 26227)

251. Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения недр (за исключением недр на участках недр федерального значения) (утв. приказом МПР России от 15.03.2005 г. №61, зарег. в Минюсте РФ 26.04.2005 г. № 6559)

252. Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для целей добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности (утв. приказом МПР России от 29.11.2004 г. № 710, зарег. в Минюсте РФ 17.12.2004 г. № 6197)

253. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод к СНиП 2.04.02-84 (утв. приказом ВНИИ ВОДГЕО от 26.03.1986 г. №46). ВНИИ ВОДГЕО, М.: 1989

254. Постановление Верховного Совета РФ от 15.07.1992 № 3314-1 "О порядке введения в действие Положения о порядке лицензирования пользования недрами" // "Ведомости СНД и ВС РФ". 1992. № 33. Ст. 1917.

255. Постановление Правительства РФ "Об утверждении Положения о Федеральном агентстве по недропользованию" от 17.06.2004 № 293 // СЗ РФ. 2004. № 26. Ст. 2669.

256. Постановление Правительства РФ от 03.03.2010 г. № 118 "Об утверждении Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами" // СЗ РФ. 2010. № 10. Ст. 1100.

257. Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 г. №145 "О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных

изысканий" // СЗ РФ. 2007. № 11. Ст. 1336.

258. Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 г. № 681 "О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)" // СЗ РФ. 2013. № 33. Ст. 4383

259. Постановление Правительства РФ от 10.04.2007 г. № 219 "Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов" // СЗ РФ. 2007. № 16. Ст. 1921

260. Постановление Правительства РФ от 11.02.2005 г. № 69 "О государственной экспертизе запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, размере и порядке взимания платы за ее проведение" // СЗ РФ. 2005. № 8. Ст. 651.

261. Постановление Правительства РФ от 13.08.1997 № 1009 "Об утверждении правил подготовки нормативно-правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации" // СЗ РФ. 1997. № 33. Ст. 3895.

262. Постановление Правительства РФ от 19.01.2006 г. №20 "Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства" // СЗ РФ. 2006. № 4. Ст. 392.

263. Постановление Правительства РФ от 25 января 2002 года № 57 "О плате за геологическую информацию о недрах" // СЗ РФ. 2002. № 5. Ст. 524.

264. Постановление Правительства РФ от 29.05.2008 № 404 "О Министерстве природных ресурсов и экологии" // СЗ РФ. 2008. № 22, Ст. 2581.

265. Постановление Правительства РФ от 30.11.2010 г. № 960 "О признании утратившими силу некоторых решений Правительства Российской Федерации по вопросу о плате за геологическую информацию о недрах" // СЗ РФ. 2010. № 49. Ст. 6532.

266. Постановление СНК СССР от 13.01.1935 N 71 "Об обязательном утверждении запасов минерального сырья для проектирования новых горных и горнозаводских предприятий"

267. Правила охраны поверхностных вод (утв. Государственным комитетом РСФСР по экологии и природопользованию 03.04.1991 г. № 04-19-16/805)

268. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 12.02.1999 г. №167)

269. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 07.07.2011 г. №308 "Об утверждении статистического инструментария для организации Минприроды России федерального статистического наблюдения за выполнением условий пользования недрами при

добыче питьевых и технических подземных вод"

270. Прищепа О.М. Проблемы формирования и адаптации новой классификации запасов нефти и газа России. Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2011. -Т.6. - №3

271. Проект федерального закона №187513-4 "О недрах" (внесен в Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации Правительством Российской Федерации 17.06.2005 г.)

272. Просеков А.М., Закутин В.П. Районирование территории Московского региона по классам качества подземных вод. Разведка и охрана недр. 2003 г. №10, стр. 29

273. Пугач С.Л., Боровский Б.В., Палкин С.С., Язвин А.Л. Ресурсный потенциал питьевых подземных вод Уральского Федерального округа. // "Минеральные ресурсы России" - 2010. - №6, с.8-13.

274. Пугач С.Л., Боровский Б.В., Язвин А.Л. Северо-Западный Федеральный округ. Подземные воды: состояние обеспеченности питьевыми и техническими водами. // Минеральные ресурсы России. - 2008. - №4, с.88-93.

275. Пугач С.Л., Льготин В.А., Рыбникова Л.С., Перепадя С.В. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах. М., 2000, 26 с.

276. Размеры платы за экспертизу проектов геологического изучения недр (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 08.07.2010 г. №252, зарег. в Минюсте РФ 09.07.2010 г. № 17767)

277. Региональная оценка ресурсов подземных вод / Под ред. Н. Н. Биндемана.- М. : Наука, 1975.- 136 с.

278. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник, М, Мысль, 1990.

279. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. ВНИИ ВОДГЕО, М.: 1983

280. Рекомендации по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу материалов подсчёта эксплуатационных запасов питьевых, технических и лечебных минеральных подземных вод (введ. приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30.04.1998 г. №123).

281. Рошаль А.А. Принципы и примеры создания информационных компьютерных систем управления недропользованием (в части использования подземных вод). II конференция пользователей и партнеров «Геолинка» (доклады и сообщения). М., 2001, с.20-28

282. Руководство по гармонизации стандартов отчетности о запасах / ресурсах твердых полезных ископаемых России и CRIRSCO. Москва, 2010

283. Рускол А.А. Некоторые вопросы кодификации горного и водного законодательства // Вопросы кодификации. Сборник научных статей. - М.: Госюриздат, 1957. - С. 202-226

284. Рускол А.А. Основные вопросы кодификации водного законодательства // Вопросы кодификации водного законодательства Союза ССР и союзных республик. - М.: Госюриздат, 1963. - С. 91-112

285. Саваренский Ф.П. Гидрогеология. ОНТИ Горгеонефтеиздат., Москва-Ленинград-Новосибирск, 1934.

286. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения" (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.2001 г. №24) // Российская газета. 2001. №223

287. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1175-02 "Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников" (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25.11.2002 г. №40) // Российская газета. 2002. №244

288. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.027-95 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 10 апреля 1995 г. №7)

289. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.1110-02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения" (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 14.03.2002 г. №10) // Российская газета. 2002. №81

290. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.559-96 "2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24 октября 1996 г. №26)

291. Санитарные правила СП 2.1.5.1059-01 "Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения" (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 25.07.2001 г.) // Российская газета. 2001. №172

292. Сахаров И.В., Язвин А.Л. Общие требования к фактографическим информационным системам объектного уровня при изучении и использовании подземных вод. // Геоинформатика. - 2013. - №4, с. 57-64.

293. Сахаров И.В., Язвин А.Л. 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.

294. Сахаров И.В., Язвин А.Л. Характеристика программно-алгоритмического комплекса GeoCODE. // Разведка и охрана недр. - 2010. - №10, с. 42-47.

295. Свод правил по проектированию и строительству СП 11-108-98 "Изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод" (одобрен письмом Госстроя РФ от 23 апреля 1998 г. № 9-10-17/17)

296. Свод правил СП 31.13330.2012 "СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. №635/14) // Минрегион России, Москва, 2011

297. Севастьянов О.М. Анализ нормативно-правовой базы и практики водоснабжения подземными водами и предложения по их со-вершенствованию // В кн. "Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции", Московская область, п. Зеленый, 2011, ч.4, с.78-88.

298. Седов Н.В. Лингвистические проблемы законодательной и нормативно-правовой деятельности в области изучения и использования недр (на примере подземных вод) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2005 - №6.

299. Седов Н.В. Подземные воды как объект права Российской Федерации // Разведка и охрана недр. – 2008 - №6, с.66-71

300. Седов Н.В. Состояние законодательной и нормативно-правовой базы изучения и использования подземных вод в Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2005 - №5.

301. Седов Н.В. Состояние разработок автоматизированных систем обработки данных в гидрогеологии и инженерной геологии / Обзор. - М.: ВИЭМС, 1978, 22 с.

302. Седов Н.В. Уточнение понятия, нормативные требования и правовое обеспечение изучения и использования питьевых подземных вод // В кн. "Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции", Московская область, п. Зеленый, 2011, ч.4, с.118-133.

303. Седов Н.В., Плотникова Р.И. О классификации подземных вод в общероссийском классификаторе полезных ископаемых и подземных вод // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2008 - №5, с.72-82.

304. Семенов М.П. Основные определения и классификация запасов подземных вод для целей водоснабжения, «Советская геология» № 19, 1947

305. Сидоров В.К., Веселов В.В., Пильгук Т.Я. Применение ЭЦВМ БЭСМ-4 для региональной оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод // Разведка и охрана недр. 1971, №11, с.55-56
306. Совершенствование классификации ресурсов и запасов нефти и газа. Москва, 1994
307. Создание гидрогеологических карт с применением компьютерных технологий (методические материалы). – Министерство природных ресурсов РФ, 2001. – 196 с.
308. Стрепетов В.П. Законодательные и нормативные правовые проблемы управления воспроизводством и использованием ресурсной базы питьевых подземных вод и их охраны // В кн. "Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции", Московская область, п. Зеленый, 2011, ч.1, с.139-149.
309. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (утв. постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 27.07.1984 г. № 123)
310. Строительные нормы и правила. СНиП II-31-74. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (утв. постановлением Государственного комитета по делам строительства СССР 29.04.1974 г.) // изд. 2-е, М.:, Стройиздат, 1976, 162 с.
311. Строительные нормы и правила. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (введ. постановлением Минстроя России от 29.10.1996 г. № 18-77)
312. Строительные нормы и правила. Часть II, раздел Г. Глава 3. Водоснабжение. Нормы проектирования. СНиП II-Г.3-62. М., 1963, 98 с.
313. Сыродоев Н.А. Правовой режим недр. М.: "Юридическая литература". 1969
314. Сыродоев, Н. А. К вопросу о понятии недр и правовой классификации полезных ископаемых. Правоведение. -1966. - № 2. - С. 80 – 86
315. Тамм Е. Ф. О методике подсчета запасов артезианских вод. "Разведка недр", 1937, №11.
316. Толстой М. П. О методике подсчета ресурсов подземных вод артезианского бассейна. "Разведка недр"1937, №8.
317. Требования к составу и правилам оформления, представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод (утв. приказом МПР России от 31.12.2010 г. №569, зарег. в Минюсте РФ 25.03.2011 г. № 20293)
318. Требования к структуре и оформлению проектной документации на разработку

месторождений подземных вод (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 27.10.2010 г. №463, зарег. в Минюсте РФ 23.11.2010 г. № 19018)

319. Указания по проектированию сооружений для забора подземных вод. СН 325-65, 1966 г. (утв. Государственным комитетом по делам строительства СССР от 12.08.1965 г.)

320. Умаров У.У. Автоматизированная информационно-поисковая система "Мелиоративная гидрогеология" и постоянно действующие модели. Ташкент, 1978, с.117

321. Условия водоснабжения городов Советского Союза. Всегингео, М., 1972, 32 с.

322. Устинова Г.В., Шуваткин К.Н., Язвин А.Л. 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.

323. Уэлдон Дж. Администрирование баз данных - М.: Финансы и статистика, 1984. 207 с.

324. Федеральный закон "О водоснабжении и водоотведении" от 07.12.2011 г. №416-ФЗ // СЗ РФ. 2011. № 50. Ст. 7358.

325. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 № 52-ФЗ // СЗ РФ. 1999. № 14. Ст. 1650.

326. Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ // СЗ РФ. 2006. № 31. Ст. 3448.

327. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ // СЗ РФ. 1999. № 26. Ст. 3009.

328. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ // СЗ РФ. 2002. № 2. Ст. 133.

329. Федеральный закон "Об экологической экспертизе" от 23.11.1995 г. №174-ФЗ // СЗ РФ. 1995. № 48. Ст. 4556.

330. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" // СЗ РФ. 1995. № 12. Ст. 1024.

331. Фиделли И.Ф. Принципы и методы региональной оценки подземного стока // Научные основы изучения и охраны подземных вод. М., Изд-во МГУ, ч.1, с.14-80.

332. Хаустов Д.В. Коллизионные вопросы соотношения водного законодательства и законодательства о недрах при регулировании добычи подземных вод // Актуальные проблемы правоведения. Научно-теоретический журнал. 2005, №3(12). Самара, Изд-во СГЭУ, с. 189-195

333. Хаустов Д.В. Проблемы соотношения водного законодательства и законодательства о недрах при регулировании добычи подземных вод. // Экологическое право. Спец. выпуск. 2005. № 1.

334. Черемисина Е.Н., Никитин А.А. Геоинформационные системы в природопользовании. "Геоинформатика". - 2006. - № 3. - с. 5-20.
335. Черепанский М.М. Теоретические основы гидрогеологических прогнозов влияния отбора подземных вод на речной сток. - М.: НИА - Природа, 2005. - 260 с.
336. Чернявский А.Г. О классификации запасов твердых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2010. - N 5. - С. 35-40
337. Черняк А.Г., Язвин А.Л. Изменение гидрогеологических условий территории Западно-Сибирского металлургического комбината и обоснование принципиальной схемы общеплощадочного дренажа. // Разведка и охрана недр. - 2005. - №11, с.59-61.
338. Чесалов Л. Е. Создание единой среды для интеграции информационных ресурсов в природопользовании.
339. Чесалов Л.Е., Попов А.С., Аракчеев Д.Б. Создание территориально-распределенных информационных систем в сфере управления недропользованием // Разведка и охрана недр, Москва, 2007, № 11, с.45-50
340. Шаклеин С.В., Рогова Т. Б. Оценка риска пользования недрами. Кемерово, 2009
341. Шейнфельд С.А. Правовое регулирование резервирования и изъятия земель для государственных или муниципальных нужд для целей недропользования // Нефть, газ и право, 2011, №2, с.19-24
342. Шестопалов В.М. и др. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. В 3-х т. Киев, Наукова Думка, 1988-1991
343. Экологическое право Российской Федерации. Курс лекций / Под ред. Ю.Е.Винокурова. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999
344. Юманов Б.Р., Зейлик Б.С., Веселов В.В., Спивак Л.И. Современные проблемы проектирования и разработки автоматизированных систем управления в геологии. Обзор. Математические методы исследования в геологии. М., ВИЭМС, 1981, 38 с.
345. Язвин А.Л. Критический Обзор нормативных документов, регламентирующих изучение и использование питьевых и технических подземных вод. // Разведка и охрана недр. - 2014. - № 5, с.3-10
346. Язвин А.Л. Обоснование численной геофильтрационной модели Тольяттинского месторождения подземных вод. // Разведка и охрана недр. - 2003. - №10, с. 41-44.
347. Язвин А.Л. Оптимальная дробность модели при численно-аналитических расчетах откачек. // "Материалы 18-ой научной конференции молодых ученых геологического факультета МГУ. Секция гидрогеологии". Москва, МГУ, 1992.
348. Язвин А.Л. Оптимальная схема куста, предназначенного для определения коэффициента перетока подрусловых отложений. // "Материалы 17-ой научной конференции



молодых ученых и аспирантов геологического факультета МГУ. Секция гидрогеологии". Москва, МГУ, 1990. - с. 21-37

349. Язвин Л.С. Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод.- М. : ВСЕГИНГЕО, 1972.- 150 с.

350. Язвин Л.С. и др. Карта модулей прогнозных ресурсов питьевых подземных вод территории Российской Федерации. М., ГИДЭК, 2003.

351. Язвин Л.С. Оценка прогнозных ресурсов питьевых подземных вод и обеспеченность населения России подземными водами для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Разведка и охрана недр, 2003. №10, стр. 13-20

352. Язвин Л.С. Правовая база изучения, использования и охраны подземных вод в Российской Федерации /Современные проблемы гидрогеологии / Матер. науч.-метод. конф. – СПб., 1996, с.105-107

353. Язвин Л.С., Боровский Б.В. Типизация месторождений подземных вод и их группировка для оценки эксплуатационных запасов. В сб. "Вопросы оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод", ВСЕГИНГЕО, М, 1976

354. Aller, L., Bennett, T., Lehr, J., Petty, R. and G, Hackett, 1987. DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings. National Water Well Association, Dublin Ohio / EPA Ada, Oklahoma, USA. EPA-600/2-87-035.

355. Balke K. D., Beims U. Grund-wassererschliesung. Grundlagen, Brunnenbau, Grundwasserschutz, Wasserrecht. Gebruder Borntrae-ger. Berlin–Stuttgart, 2000

356. Campbell, B.G., and Coes, A.L., eds., 2010, Groundwater availability in the Atlantic Coastal Plain of North and South Carolina: U.S. Geological Survey Professional Paper 1773, 241 p.

357. Chrisman, N., and T.R. Peucker, 1975. "Cartographic Data Structures." American Cartographer, 2(1):55-69.

358. Clark, B.R., Hart, R.M., and Gurdak, J.J., 2011, Groundwater availability of the Mississippi embayment: U.S. Geological Survey Professional Paper 1785, 62 p.

359. Davis William S., Yen David C. The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design. CRC Press, 1998. — ISBN 0-8493-7001-9

360. Ed Sides. The centenary of Proved and Probable Reserves

361. Faunt, C.C., ed., 2009, Groundwater Availability of the Central Valley Aquifer, California: U.S. Geological Survey Professional Paper 1766, 225 p.

362. Ground Water Atlas. USGS, 1999

363. Hoover, H.C. Principles of Mining: Valuation, Organization and Administration. (1909).

364. IMM Appendix: Ore in Sight. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy,

Vol. X, 202. (1902).

365. Kendall, J.D. Ore in sight (plus subsequent discussion). Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Vol. X, 101-201. (1901).
366. Lang S.M., Leonard A.R. Intruction for Using the Punch-card system for the storage and retrieval of ground-water data. U.S. Geological Survey, 1966, N65-95, 106 p.
367. McKelvey V.E. Concepts of Reserves and Recources // Studies in Geology. Methods of Estimating the volume of Undiscovered Oil and Gas Resources / Edited by John D. Haun. – Published by AAPG, Tulsa, Oklahoma, USA. – 1975. – № 1.
368. Paschke, S.S. ed., 2011, Groundwater availability of the Denver Basin aquifer system, Colorado: U.S. Geological Survey Professional Paper 1770, 274 p.
369. PERC reporting standard 2013, p.61 // [http://www.criusco.com/perc\\_reporting\\_standard\\_2013.pdf](http://www.criusco.com/perc_reporting_standard_2013.pdf)
370. Reilly, T.E., Dennehy, K.F., Alley, W.M., and Cunningham, W.L., 2008, Ground-Water Availability in the United States: U.S. Geological Survey Circular 1323, 70 p.
371. Rhind, D.W., 1988. "A GIS Research Agenda." International Journal of Geographical Information Systems, 2:23-28.
372. Ross J. et all. Guidelines for Application of the Petroleum Resources Management System. SPE Oil and Gas Reserves Committee, 2011. 221 p.
373. Sassenberg P. Maschinelle Erstellung grundwasserkundlicher Gaglienien und Dauerlinien. Deutsche Gewasserkundl. Mitteilungen, 1964, H.4, s. 86—92.
374. Sinclair, A. J., and G. H. Blackwell. Applied mineral inventory estimation. Cambridge, 2004
375. Sinclair, A. J., and G. H. Blackwell. Resource/reserve classification and the qualified person; Can. Inst. Min. Metall. Bull., v. 93, no. 1038, p. 29-35. 2000,
376. Tobler, W, 1959. "Automation and Cartography." Geographical Review, 49:526-534.
377. Tomlin, CD., and J.K. Berry, 1979. "A Mathematical Structure for Cartographic Modelling in Environmental Analysis." In Proceedings of the 39th Symposium of the American Conference on Surveying and Mapping, pp. 269-283.
378. Tomlinson, R.F., 1984. "Geographic Information Systems: The New Frontier."
379. United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009. Economic Commission For Europe, Committee On Sustainable Energy, Geneva, 2009, p.18
380. W 101. Richtlinien für Trinkwasser-schutzgebiete. I-Teil Schutzgebiete für Grundwasser / Deutscher Verein des Gas- und Wasserfach. 1997