

дочить в ближайшие 10-15 лет, неизбежен экологический кризис в водоснабжении всего Северного Дагестана и прилегающих районов Восточного Предкавказья.

С целью преодоления этих угрожающих кризисом геозекологических проблем и учитывая прекращение государственного финансирования гидрогеологических работ по изучению, поиску и рациональному использованию ресурсов пресных подземных вод, в соответствии с ходатайством президиума ДНЦ РАН в 1994 году Правительством РД было принято Постановление № 109 «О мерах по рациональному использованию артезианских вод и предотвращению их от загрязнения и истощения» и создано Госпредприятие «Родник» при Минсельхозе ДАССР и ДНЦ РАН с возложением на него функции научных исследований, поисково-разведочных работ подземных вод, их рационального использования и охраны от загрязнения и истощения. К сожалению, после смены руководства Правительства РД о Постановлении № 109 забыли, и оно осталось на бумаге. Однако Гос НПП «Родник» несмотря на полное отсутствие финансирования совместно с лабораторией гидрогеологии и геозекологии за счет мизерных средств Института и грантов РФФИ, провел экспедиционные исследования мышьяковистого и прочего загрязнения и истощения пресных подземных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна (СДАБ), составил банк гидрогеологических параметров 1670 артезианских скважин, составил и согласовал с заинтересованными министерствами и ведомствами РД несколько редакций программы «Родник» - «Ресурсы пресных подземных вод Терско-кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения». Последний вариант программы «Родник» предусматривающий комплекс мероприятий: инвентаризация и экологическая экспертиза всех артезианских скважин, оценка и переоценка запасов и ресурсов пресных подземных вод, ликвидация и ремонт артезианских скважин прошедших амортизационный срок, мониторинг и воспроизводство запасов путем магазинирования поверхностных вод, комплекс ресурсно-гидрогеологических, гидрохимических карт, водный и водно-солевой баланс, банк гидрогеологических параметров и постоянно действующая гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Северо-Дагестанского, а затем всего Терско-Кумского артезианского бассейна. Реализация этой программы, на наш взгляд остановит, катастрофический для водоснабжения современного и особенно будущих поколений населения городов и сел обширной засушливой территории Восточного Предкавказья. Поэтому главной задачей гидрогеологии на ближайшие годы в области пресных подземных вод плиоцен-плейстоценового комплекса является на наш взгляд согласование с заинтересованными организациями Восточно-Предкавказского региона, уточнение и реализация программы «Родник». Для этого помимо всего прочего требуется решение острого на сегодняшний день кадрового вопроса, ибо специалистов-гидрогеологов, также как и геологов в целом, в Институте геологии и геологических учреждениях Дагестана в настоящее время в несколько раз меньше, чем это было 50 лет тому назад при организации Института геологии Дагфилиала АН СССР.

### **Дагестанская провинция редкометалльных парогидротерм – крупная сырьевая база для развития гидрометаллургии и теплоэлектроэнергетики на юге России**

*М.К. Курбанов<sup>1</sup>, А.Б. Алхасов<sup>2</sup>, А.М. Курбанов<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>ИГ, <sup>2</sup>ИПГ ДНЦ РАН*

Шестидесятые-семидесятые годы XX века были весьма плодотворными для Института геологии и особенно лаборатории гидрогеологии. Сотрудники последней помимо плановых тем под эгидой Координационного совета при Госплане ДАССР активно занимались проблемами исследования и освоения, геотермальных энергосырьевых ресурсов недр. Этому способствовало Постановление Правительства СССР от 1963 г «О развитии работ по использованию в народном хозяйстве глубинного тепла Земли». В порядке реализации этого Постановления в 1966 году в Дагестане наряду с Камчаткой были созданы первое в стране Кавказское Промышленное управление по использованию глубинного тепла Земли (КПУ) и специализированную Северо-Кавказскую разведочную экспедицию (СКРЭ) по бурению геотермальных скважин.

В 1971 году в с. Тарумовка (рис.1) на параметрической скважине ПО «Дагнефть» глубиной 5500 м был получен аварийный пароводяной фонтан с уникальными гидрогеологическими параметрами: дебит 12000 м<sup>3</sup>/с, температура и давление на устье соответственно 190<sup>0</sup>С и 185 атм с высоким промышленно-кондиционным содержанием Li, Rb, Cs, J, Br, B, Sr, K, Mg и ряда минеральных солей при общей минерализации подземных вод 190-200 г/л.

Выполненные рядом институтов химико-технологические исследования показали, что эти рассолы являются комплексным полезным ископаемым на все перечисленные ценные элементы. В связи с этим лаборатория гидрогеологии совместно с геологической службой ПО «Дагнефть» приступила к гидрогеологическому опробованию всех газонефтяных скважин на содержание микроэлементов.

1. Эти многолетние исследования выполненные лабораторией гидрогеологии совместно с ПО «Дагнефть» в 1970-1980 годах, увенчались открытием и оконтуриванием уникальной по площади распространения, запасам и концентрации ценных элементов Дагестанской провинции редкометалльных геотермальных рассолов, включающей ныне 56 потенциальных месторождений с промышленно-

кондиционным содержанием ценных элементов: лития, рубидия, цезия, бора, брома, йода, магния, калия, стронция, пищевой и ряда других минеральных солей (рис. 2,3).

Всего в провинции выделены нами 143 объекта высокотермальных промышленных вод сосредоточенных на 93 площадях Восточного Предкавказья, из которых 56 относятся к Дагестану, 29 – к Ставропольскому краю и 8 – к Чечено-Ингушетии. Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ) включающий Восточное Предкавказье и Дагестан представляет собой зону сочленения разных структурных элементов земной коры, контрастных по составу, строению и генезису слагающих их осадочных пород, формам степени и возрасту тектономагматической активности. Это северо-восточный фланг альпийского мегантиклинория Большого Кавказа, обрамляющие его молодые предгорные прогибы и прилегающие части эпигерцинской Скифской плиты с палеозойским складчатым фундаментом и мощным развитием мезозойско-кайназойских терригенных и карбонатных отложений. Северная граница района исследований отвечает структурной линии, разделяющей Скифскую плиту и древнюю Восточно-Европейскую платформу с докембрийским кристаллическим фундаментом и палеозойско-мезозойским осадочным чехлом, в котором сильно развиты соляно-купольные структуры. Контрастность структурных элементов исследованного региона служит генетической основой редкого разнообразия, богатства и уникальности термоминеральных ресурсов.



Рис.1. Испытание Тарумовских геотермальных скважин  
а – аварийный фонтан параметрической скважины №1;  
б – испытание скважины №6

В литолого-стратиграфическом плане аномальная концентрация редкометальной минерализации приурочена к термоводоносным горизонтам нижнемелового юрского комплекса платформенного Дагестана (рис.4) и палеоген-верхнемелового комплекса Южного Дагестана.

В восточной и западной антиклинальных зонах Южно-Дагестанского артезианского бассейна редкометальные воды площадей Берикей, Дузлак, Дагогни, Селли, Гаша приурочены к палеоген-верхнемеловым карбонатным отложениям на глубинах 1000-1500 м. Содержания лития в них достигает 50-60, рубидия – 5-6, цезия – 1-1,5 и стронция – 1600 мг/л.

На 78 объектах ВПАБ, относящихся к 50 площадям, получены редкометальные промышленные воды из нижнемелового комплекса в интервале 3000-4000 м. Содержания лития в них 14,4-48 (в среднем 33,2), рубидия – 0,1-5,5 (в среднем 2,7), цезия – 0,08-0,7 (в среднем 0,35), стронция – 13,5-847 (в среднем 341) и бора – 51-168 (в среднем 80) мг/л. Общая минерализация вод – 40-133 г/л, тип – хлоридный натриевый.

Юрский водоносный комплекс опробован в интервале 3190-5500 м в равнинной части ВПАБ на

30 площадях. Из 44 объектов получены редкометалльные промышленные воды. Минерализация их более высокая, чем нижнемеловых вод – 85-170 г/л. Дебиты вод при самоизливе нефтяных скважин от первых десятков до 300-400 м<sup>3</sup>/сут. Устьевое гидростатическое давление в Прикумской области 2-3 атм. Содержание микроэлементов, мг/л: литий – 24-122; рубидий – 0,93-6,0; цезий – 0,5-3,2; бор – 40-422; бром – 50-425; йод – 10-50; стронций – 235-1035.

К югу и юго-востоку от Прикумской области концентрации редких элементов подземных вод в меловых и юрских водоносных комплексах постепенно растут, достигая максимальных (литий – до 200-210, рубидий – до 15, цезий – до 5-6 мг/л) в шовной приразломной зоне на северном борту Терско-Сулакского прогиба, отделяющей его от эпигерцинской Скифской платформы. Высокие концентрации лития – 160, рубидия – 18,3 и цезия – 3,3 мг/л обнаружены в водах юрского водоносного комплекса на Датыхской площади в скв. №11.

Пермо-триасовый вулканогенно-осадочный комплекс опробован в интервале 3550-4800 м на 25 объектах, относящихся к 12 месторождениям. В нем обнаружены опресненные редкометалльные воды с минерализацией 60-120 г/л. Мощность продуктивного водоносного комплекса 150-500 м; содержания микроэлементов, мг/л: литий – 12-60; рубидий – 0,79-3,9; цезий – 0,20-2,83; йод – 3,8-28,2; бор – 9,0-60,0; стронций – 75-823. Наиболее перспективны Безводная, Юбилейная, Кумухская, Южно-Буйнакская площади. В целом же, вследствие уменьшения общей минерализации и роста глубины залегания водоносных горизонтов перспективы освоения промышленных вод пермо-триасового комплекса ниже, чем нижнемеловых и юрских.

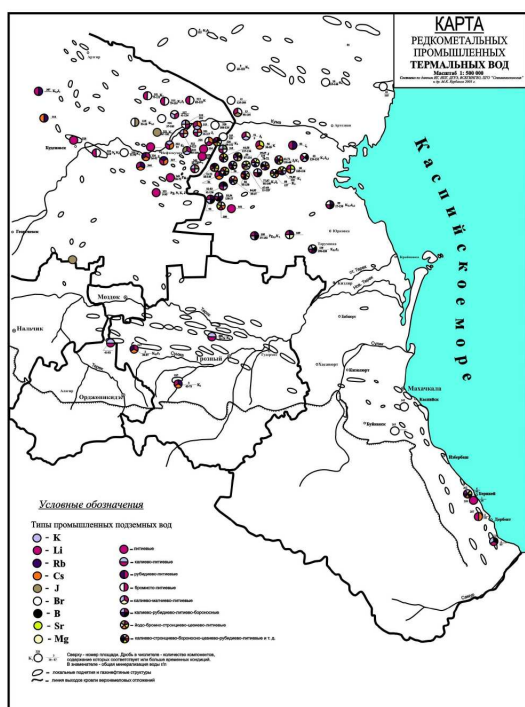


Рис. 2

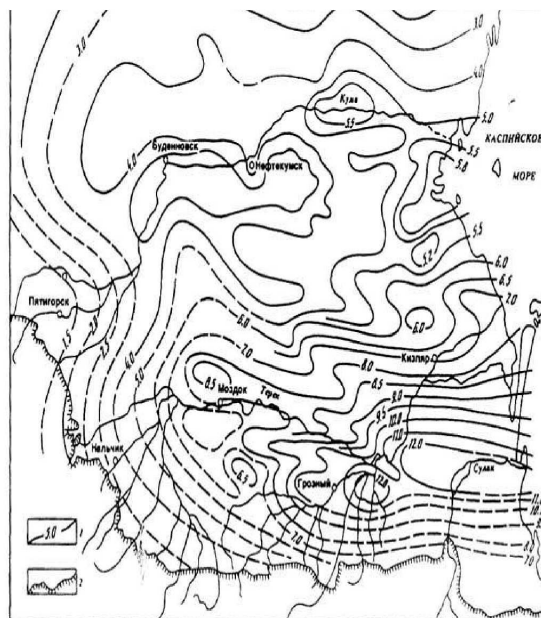


Рис. 3. Схематическая карта мощностей осадочного чехла  
1 – изолинии суммарной мощности осадочной толщи, тыс. м; 2 – выходы на поверхность меловых отложений

Геотермальные рассолы мезозойского комплекса ВПАБ и особенно Дагестана на подавляющей части территории представляют собой промышленные редкометалльные термальные и перегретые воды, ресурсы которых являются новым крупным сырьевым источником для развития редкометалльной и химической промышленности. Утилизация таких вод представляет реальные возможности добычи ценных элементов и минеральных солей лития, рубидия, цезия, стронция, бора, брома, йода, магния.

Известно, что за рубежом из гидроминеральных вод в промышленных масштабах добывается свыше 30 ценных элементов, в том числе все выше перечисленные элементы.

В технологическом отношении промышленные редкометалльные воды имеют ряд преимуществ перед традиционными твердыми минеральными источниками сырья. В частности, подобные воды широко распространены и содержат такие запасы ценных элементов, которые многократно превышают запасы в альтернативных месторождениях твердых руд. Как правило, эти воды имеют много ценных компонентов и поэтому являются комплексным полезным ископаемым. Добыча, транспортировка к обогащательным предприятиям и технологическая переработка промышленных подземных вод имеют неоспоримые технологические, экономические и экологические преимущества по сравнению с твердыми полезными ископаемыми.

К сожалению, до сих пор общепринятых промышленных кондиций на все виды гидроминеральных подземных вод нет, хотя проблема освоения гидроминерального сырья весьма актуальна и, бесспорно, имеет большое народнохозяйственное значение.

Как видно таблицы 1 средние концентрации ценных элементов в водах наиболее изученных ме-

сторождений Дагестана, как правило, в несколько раз превышают минимальные для отнесения их к промышленным. Таблица 1 подтверждает также заключение о том, что промышленные воды являются комплексным минеральным сырьем. В частности, воды Тарумовского месторождения – полезное ископаемое одновременно на литий, рубидий, цезий, калий, магний, бром, йод, бор, стронций и ряд минеральных солей.

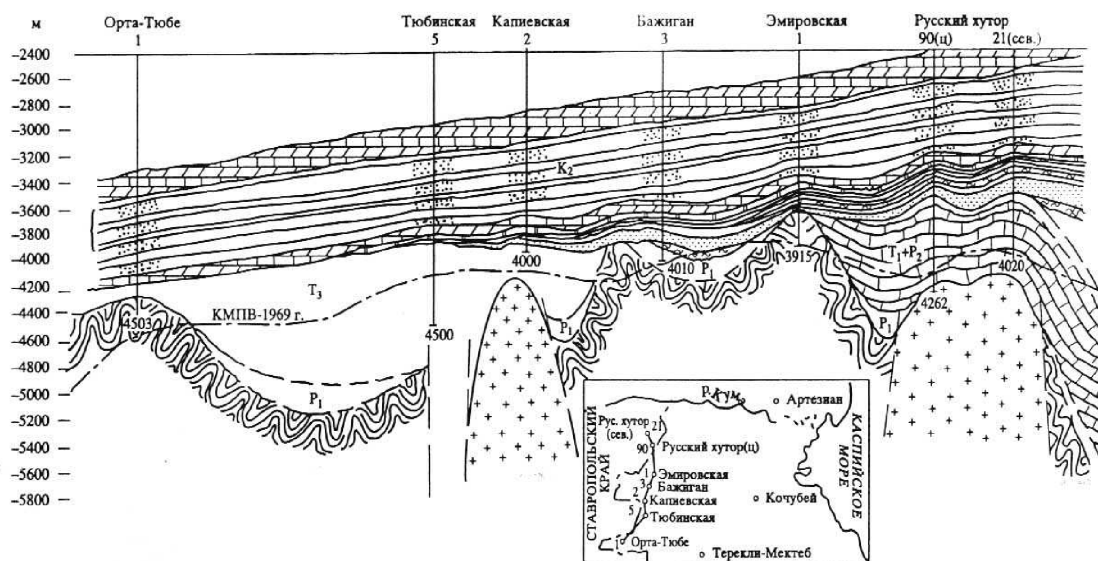


Рис. 4. Геологический профиль мезозойской толщи ВПАБ по линии Орта-Тюбе-Русский Хутор (по данным ПО Дагнефть) Условные обозначения см. на рис. 2.4.

Температура вод мезозойских водоносных горизонтов (рис.5), которая в зависимости от глубины залегания и геолого-тектонических условий колеблется от 140-160 до 200-230<sup>0</sup>С и высокое содержание в этих водах ряда ценных микроэлементов и минеральных солей делают эти воды весьма перспективными для разностороннего освоения.

Региональная оценка геотермальных и гидроминеральных ресурсов мезозойского комплекса базируется на результатах бурения свыше тысячи газонефтяных и геотермальных скважин, часть которого представлена на рисунке 6,7 и таблице 3.

Модули естественных запасов среднеюрского водоносного комплекса колеблются в широких пределах и растут от 0-3 млн на юго-западе Прикумской области до 33-36 млн на северо-западной части территории, составляя на подавляющей части всей площади 20-25 млн м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>. Суммарные прогнозные запасы редкометалльных паротермальных вод среднеюрского комплекса составляют 233 млрд м<sup>3</sup> на площади 11,4 тыс. км<sup>2</sup>, а нижнемелового – 208 млрд м<sup>3</sup> на площади 9 тыс. км<sup>2</sup>, что дает в сумме свыше 440 млрд м<sup>3</sup> высокотермальных высокоминерализованных вод и рассолов. На всей же площади ВПАБ естественные запасы вод с температурой 74-180<sup>0</sup>С составляют свыше 13000 км<sup>3</sup>с теплоэнергетическим потенциалом (ТЭП) более 1800 млрд Гкал или 258 млрд т условного топлива (ТУТ).

Таблица 1

Минимальные промышленные концентрации ценных элементов в гидроминеральных ресурсах и сравнительные содержания их на месторождениях Дагестана, мг/л

Полезные компоненты и минеральные соли	Минимальные концентрации	Средние концентрации полезных компонентов в месторождениях		
		Тарумовское	Берийское	Сухокумская группа
Литий	10	200-210	42	40-44
Бром	250	630-815	165-200	365
Йод	18	62	11-13	10
Оксид бора	200	240-300	330-360	
Бор	60			80
Рубидий	3	15	2,2-6,0	2,8
Цезий	0,5	3-5	1,1-1,6	0,81
Калий	350-1000	4500	550	1225
Магний	1000-5000	950	300-400	
Стронций	300	1000-1700	475-1600	795
Германий	0,05			
Радий	10 <sup>-9</sup> -10 <sup>-5</sup>			
Сульфат натрия	5·10 <sup>4</sup>			
Хлорид натрия	5·10 <sup>4</sup>	66,6-122	24,6-40,5	
Сода	5·10 <sup>4</sup>	2,0	1,35	

Естественные запасы, потенциальные и прогнозные эксплуатационные ресурсы термоминеральных вод осадочной толщи Восточного Предкавказья, а также их теплоэнергетический потенциал, демонстрирует таблица 3, где показано, что потенциальные ресурсы геотермальных вод и рассолов мезозойского комплекса (без триаса) составляют  $2,6 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>/сут, с ТЭП -  $285 \cdot 10^3$  Гкал/сут. Соответственно, прогнозные эксплуатационные ресурсы термоминеральных вод мезозойского водоносного комплекса составляют  $1,16 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>/сут, с ТЭП -  $135 \cdot 10^3$  Гкал/сут.

Мезозойские отложения ряда площадей горно-складчатых районов северо-восточного Кавказа также весьма перспективны на термоминеральные воды. На это указывает наличие здесь крупных новейших вулканов Эльбруса и Казбека и значительных гидротермальных аномалий (Ахты, Хнов, Рычалсу, Хзан-Ор, Талги, Миатли, Исти-Су, Горячеводск, Итум-Кале, Кармадон, Джилы-Су и др.) и большая мощность осадочной толщи.

Таблица 2

Основные показатели и нормы оценки промышленных подземных вод, мг/л

Компоненты	Нормы оценки минеральных промышленных вод	Воды
NaCl	$5 \cdot 10^4$	Гралитовые
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$5 \cdot 10^4$	Мирабилитовые
NaHCO <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$5 \cdot 10^4$	Садовые
Br	250-500	Бромные
I	18	Йодные
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	200	Борные, бороносные
I	10	Йодо-борные (совместное извлечение)
B <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	75	
I	10	Йодо-бромные (совместное извлечение)
Br	150-250	
Mg	1000-5000	Магнезиальные
K	350-1000	Калиевые
Ra	$10^{-8}$ - $10^{-6}$	Радиевые

Таблица 3

Сводная таблица региональных запасов, ресурсов и теплоэнергетического потенциала термальных вод

Термоводносный комплексный площадь, м <sup>2</sup>	Средняя пластовая температура, °С	Естественные запасы			Потенциальные ресурсы			Прогнозные эксплуатационные ресурсы			Кэфф. геотерм. эффективности использования
		10 <sup>9</sup> м <sup>3</sup>	ТЭП, 10 <sup>9</sup> Гкал	ТЭП, 10 <sup>9</sup> ТУТ	10 <sup>3</sup> м <sup>3</sup> /сут, S=300м	ТЭП, 10 <sup>3</sup> Гкал/сут	ТЭП, 10 <sup>3</sup> ТУТ/сут	10 <sup>3</sup> м <sup>3</sup> /сут, S=300м	ТЭП, 10 <sup>3</sup> Гкал/сут	ТЭП, 10 <sup>3</sup> ТУТ/сут	
Среднеплотный, 62125	74	1460	108,0	15,4	1203	529	7,6	270	12	1,7	0,5
Майкопский, 49412	97	1600	155,2	22,2	1016	68,1	9,7	250	16,8	24	0,61
Врзнемеловой, 67125	128	1160	149,2	21,3	767	75,6	10,8	245	24,3	3,5	0,71
Ниванемеловой, 73175	140	5840	815	116,4	1157	126,9	18,1	525	57,6	82	0,73
Юрзай, 47375	155	1107	171,1	24,4	660	82,2	11,7	225	27,9	4	0,76
Триасовый, 68850	180	2270	409,2	58,8	-	-	-	165	24,9	3,6	0,79
		13437			4803	405,7	57,9	1680	163,5	23,4	

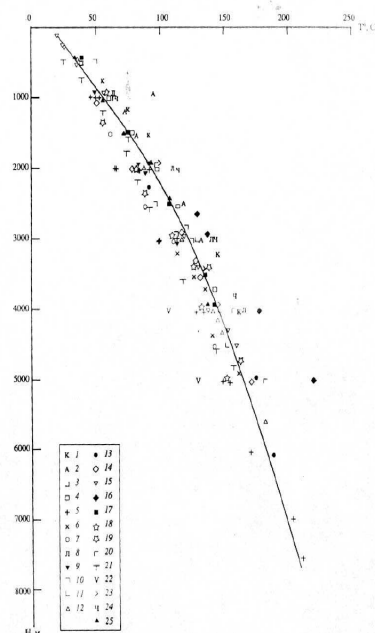


Рис. 5. Зависимость температуры от глубины залегания пластов во газонефтяном месторождении Восточного Предкавказья (по данным Дятлова).  
Газонефтяные месторождения и структуры:  
1 – Александровская, 2 – Арзирская, 3 – Атамузская, 4 – Бажили, 5 – Буриана, 6 – Восточно-Сулеймановская, 7 – Гелоговская, 8 – Жираская, 9 – Западно-Майская, 10 – Каленевая, 11 – Каспийская, 12 – Комсомольская, 13 – Кочубевская, 14 – Кузюкская, 15 – Перекрестная, 16 – Присельская, 17 – Равнинная, 18 – Северо-Кочубевская I, 19 – Солонская, 20 – Суходольская, 21 – Тарумовская, 22 – Терекли-Местеб, 23 – Черноевье Буруна, 24 – Чидальская, 25 – Эригорская

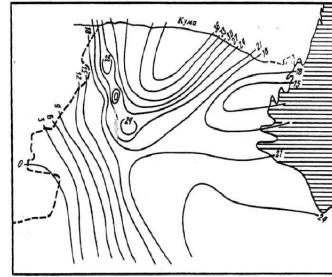


Рис. 6. Схематическая карта естественных запасов термальных вод среднеюрских водоносных горизонтов Платформенного Дагестана.  
Изобилие модулей естественных запасов, млн м³/км²

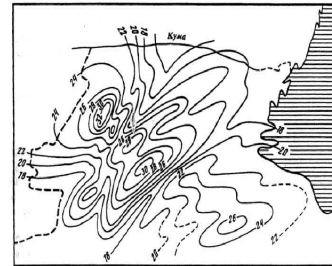


Рис. 7. Схематическая карта естественных запасов термальных вод нижнеюрского водоносного комплекса Платформенного Дагестана.  
Изобилие модулей естественных запасов, млн м³/км²

## Массы, массопотоки и баланс седиментационных вод Каспийского осадочного бассейна

В.П.Зверев, И.А.Костикова  
Институт геоэкологии РАН

Впадина Каспийского моря, занятая акваторией моря, вытянута в меридиональном направлении, имея длину около 1200 км и ширину – около 320 км. Ее площадь составляет 374000 км<sup>2</sup>, а общая масса воды в Каспийском море достигает 0,78·10<sup>20</sup> г.

На территории, занимаемой современным Каспием выделяются три основных геолого-структурных элемента: в северной части - Прикаспийской синеклизы, в центральной - эпигерцинская Скифско-Туранская плита, а на западе и юге - зона альпийской складчатости. Последняя подразделена на Северо-западную часть, примыкающую к восточной оконечности Большого Кавказа. и Южную - представляющую собой крупную мегавпадину, залегающую на базальтовом основании).

Это районирование легло в основу приближенной оценки масс подземных вод в осадочном чехле Каспийского бассейна, мощность осадочных отложений в котором колеблется в широких пределах: от 5-6 км в зоне Скифско-Туранской плиты, до 30 и более км [1, 2, 7] в южной мегавпадине. За нижнюю границу осадочных отложений приняты разновозрастные породы консолидированного фундамента.

Средние мощности осадочного чехла для выделенных выше геолого-структурных элементов Каспийского бассейна, а также их объем и масса приведены в табл 1.

Для осадочных пород Прикаспийской синеклизы и эпигерцинской Скифско-Туранской плиты содержание химически связанных вод принято [9] равным среднему значению для платформ — 3,15 вес. %. Для Альпийской складчатой области Среднего Каспия — среднему для геосинклиналей — 2,85 вес. %, а для мощной осадочной толщи области Альпийской складчатости Южного Каспия. среднее содержание химически связанных вод в осадочной толще Южного Каспия равно примерно 4,01 вес. %

Оценка количества свободных и физически связанных подземных вод выполнена, исходя из условия, что они полностью занимают поровое пространство горных пород [4]. Для верхней части осадочного чехла определение значений средней пористости основных (глинистые, терригенные, карбонатные) типов горных пород – на основании анализа изменения пористости ядерного материала Восточного Предкавказья, а для более глубоких частей разреза Прикаспийской синеклизы и Скифско-Туранской плиты – путем интерполяции ее изменения с глубиной. Для осадочного чехла Южного Каспия, залегающего по геофизическим данным на базальтовом основании и который по своей структуре аналогичен осадкам окраинных морей типа Мексиканского залива, изменение пористости с глубиной принято аналогичным осадкам океанического блока земной коры. Конечные результаты оценки масс свободных и физически и химически свя-