*АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2022, том 28, № 2 (91), с. 94-101*

**ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*УДК 556.311.31*

# ПРОГНОЗНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДГОРНОМ ДАГЕСТАНЕ

**© 2022 г. В.М. Кондаков, И.М. Газалиев, Л.М. Курбанова, А.С. Курбанисмаилова, А.Ш. Гусейнова**

*Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН*
*Россия, 367010, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Ярагского, д. 75. E-mail: geol52@mail.ru*

Поступила в редакцию 28.10.2021. После доработки 30.11.2021. Принята к публикации 10.01.2022.

Определение прогнозно-эксплуатационных ресурсов подземных пресных вод (ПЭРПВ) на территории гидрогеологической структуры третьего порядка – системы малых артезианских бассейнов (СМАБ) – проведено с учетом дефицита воды в Предгорном Дагестане в условиях сильно засушливого климата. В геологическом отношении исследуемый район относится к третичной складчатости, где за последние десятилетия были проведены работы по поискам, разведке и оценке запасов и прогнозных ресурсов использования пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Проведено обобщение предыдущих исследований и определение перспективных гидрогеологических районов с подсчетом прогнозных ресурсов использования пресных подземных вод, особенно переуглубленных широких долин рек, переходящих в конусы выноса и образующих предгорные шлейфы. Обработаны данные по метеорологической, гидрогеологической и геологической изученности территории, химическому составу подземных вод и литологии покровных и водоносных толщ; выявлены перспективные участки разведки подземных вод, области их питания, транзита и разгрузки для выработки расчетной схемы. Проведен анализ работы действующих водозаборов на утвержденных запасах и рассмотрена возможность приращения ПЭРПВ за пределами месторождений. Приведены гидрогеологические условия региона, СМАБ, дана краткая характеристика ранее разведанных месторождений подземных вод, выделены перспективные участки для разведки подземных вод, где рассчитаны их прогнозно-эксплуатационные ресурсы. Для ограниченных синклинальных структур верхне-среднесарматских отложений ПЭРПВ определены с условием инфильтрации атмосферных осадков. Величина их составила 25.6 тыс. м$^3$/сут. для синклинальных артезианских межгорных бассейнов, для чокракских, чокрак-тарханских и конк-караганских песчано-глинистых отложений.

*Ключевые слова:* Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ), пластовые и блоково-пластовые напорные воды, система малых артезианских бассейнов (СМАБ), Предгорный Дагестан, ресурсы пресных подземных вод, отложение рек, гидрогеологические условия.

**DOI: 10.24412/1993-3916-2022-2-94-101**

## Объекты и методы исследования

За последние 50 лет были проведены детальные поиски и разведка пресных подземных вод в структурной территории Предгорного Дагестана – системе малых артезианских бассейнов (СМАБ). Территория Предгорного Дагестана относится к густо заселенным. В этой связи проанализирован материал по характеристике гидрогеологических условий перспективных участков и районов, а также месторождений подземных вод. С учетом методических рекомендаций (Биндеман, Язвин, 1970; Островский и др., 1990; Методическое письмо ..., 1997; Оценка обеспеченности ..., 1995; Мироненко, 2001; Боревский и др., 1979, 1989) подсчитаны прогнозно-эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод для выделенных гидрогеологических районовна площади малых артезианских бассейнов (рис. 1).

Определение ресурсов подземных вод по инфильтрации атмосферных осадков включает естественные ресурсы подземных вод и возобновление их запасов в естественных условиях (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966; Справочник по климату СССР, 1971). Определение для водоносных комплексов меотических, сарматских, конкско-караганских, средне-верхнечетвертичных отложений путем учета величины инфильтрации атмосферных осадков в области питания водоносных горизонтов производилось по следующей формуле (Geng et al., 2020; Ji et al., 2021; Sarmientoa et al., 2009; Кондаков, Кондакова, 2019):

$$Q_e = MF \qquad (1),$$

где $Q_e$ – естественные ресурсы, литр/секунду (л/с), M – модуль подземного стока, л/с·км, F – площадь области питания водоносного горизонта, км$^2$.

Для выявления общего подземного стока и водных ресурсов определяется модуль подземного стока по формуле:

$$M = 0.03 \cdot a \cdot X \qquad (2),$$

где a – коэффициент подземного стока (отношение инфильтрационных осадков к годовому количеству осадков – 0.3), X – годовое количество осадков, 0.03 – коэффициент перевода мм/год в л/сек.

В итоге конечная формула имеет вид:

$$Q_e = 0.03 \cdot 0.3 \cdot X \cdot F \qquad (3),$$

где F– площадь, км$^2$.


**Рис. 1.** Картосхема гидрогеологических районов (составлена по материалам М.К. Курбанова (2001)).

Ресурсы подземных вод по береговым водозаборам выявлены по линейному модулю, характеризующему динамику запасов воды в водоносном горизонте в естественных условиях.

Гидрогеологические условия водоносных горизонтов верхне-среднечетвертичных аллювиальных отложений по долинам рек отличаются значительной мощностью – до 80 м. При этом отмечено уменьшение мощности от предгорий в сторону Каспийского моря.

Горизонт водообилен, дебиты скважин и родников достигают 100 л/с (Джепельские родники – 228 л/с), но в большинстве случаев составляют 10-30 л/с. Коэффициент фильтрации изменяется от 12 до 100 м/сут., коэффициенты водопроводимости – 1225-9000 м$^2$/сут., коэффициент уровня проводности – от 2·10 до 6·10 м$^2$/сут. Воды комплекса имеют большое народнохозяйственное значение, к ним приурочены месторождения пресных подземных вод – Присамурское, Уллучаевское и крупнейшее на Северном Кавказе – Сулакское.

Широкое распространение имеет водоносный комплекс сарматских отложений, который дифференцируется на верхнесарматский и среднесарматский водоносные горизонты, где водовмещающими породами являются аргиллитоподобные глины. Общая мощность отложений составляет порядка 700 м, где среднесарматские, отличающиеся максимальными запасами подземных вод, залегают на глубинах 56-640 м, а в северной части предгорий погружаются на глубину до 2000 м. Минерализация колеблется в широких пределах от пресных до рассолов на севере и северо-востоке.

**Результаты и обсуждение**

Распределение подземных вод в регионе характеризуется закономерной приуроченностью месторождений к речным системам в области выхода их в равнинную зону. К наиболее крупному месторождению относится Уллучаево-Дербентское, где эксплуатационные запасы достигают более 40 тыс. м$^3$/сутки.

Исследованная территория представляет собой неширокую речную долину (до 1 км шириной), сложенную аллювиальными валунно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнителем верхне-среднечетвертичного возраста (рис. 2).

Коренные породы представлены майкопскими глинами и рассматриваются как водоупор. Качество подземных вод хорошее, минерализация варьирует в пределах 0.14-0.7 г/дм$^3$.

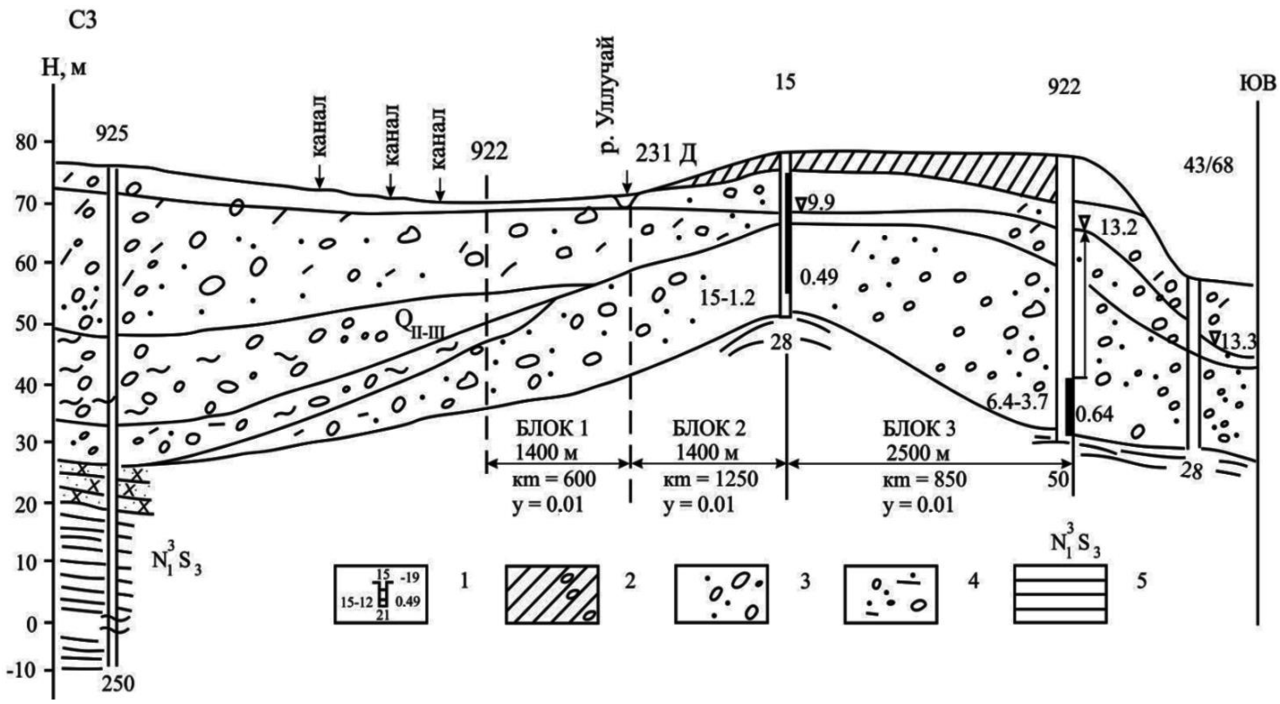


**Рис. 2.** Гидрогеологические условия и расчетная схема конуса выноса р. Уллучай.

Глубина залегания уровня грунтовых вод находится в пределах 0.7-8.0 м. Средняя мощность водоносного слоя равна 31 м, а коэффициент водопроводимости – 1100 м$^2$/сут. Водные ресурсы месторождения интенсивно эксплуатируются. В последние годы водоотбор превышал утвержденные запасы подземных вод, что привело к усилению засушливости микроклимата и усыханию лесных массивов. Водоносные горизонты в прилегающей к месторождению части г. Дербента приурочены к артезианскому моноклинальному склону. Они представлены тремя выдержанными слоями известняков и песчаников верхне- и средне-четвертичного возраста.

Верхнесарматский водоносный горизонт залегает на глубине 3-8 м, суммарная мощность водоносных слоев – 40-45 м.

Минерализация воды изменяется в пределах 0.8-1.5 г/дм. Отмечается повышенное содержание нитратов (выше ПДК в 1.5-2.0 раза) и марганца – до 0.18 мг/дм$^3$.

Второй и третий водоносные горизонты залегают соответственно в интервале глубин 144-195 и 290-308 м. Современный пьезометрический уровень находится в интервале глубин 15-60 м. Удельные дебиты составляют: для второго горизонта – 0.1-0.6 л/с·м, а для третьего – 0.4-0.8 л/с·м. Минерализация подземных вод составляет 1 г/дм$^3$. Также как и для первого горизонта отмечается загрязнение нитратами. Общий коэффициент водопроводимости для трех водоносных горизонтов составляет 190 м$^2$/сут. Коэффициент пьезопроводности для второго и третьего горизонтов равен $3 \cdot 10^3$м$^2$/сут.

Подземные воды Уллубиевского и Присамурского месторождений объединены в одну группу по показателям, характеризующим гранулометрический состав, общий дебит, коэффициент водопроницаемости и др.

Уллубиевский участок приурочен к отложениям верхнесарматского яруса с образованием синклинальной структуры, погружающейся под воды Каспийского моря. Водоносные породы представлены известняками-ракушечниками, залегающими в интервале глубин 8-15, 46-173 и 93-245 м и разделенными прослоями глин мощностью от 18 до 60 м. Удельные дебиты скважин составляли: для I слоя – 1 л/с·м, для II слоя – 0.3-0.4 л/с·м, для III слоя – 0.5-1.6 л/с·м. Общий коэффициент водопроводимости равен 90 м$^2$/сут., а коэффициент пьезопроводности для II и III слоев – $4 \cdot 10^4$ м$^2$/сут. Сухой остаток солей для всех трех слоев составляет 2.9-3.3 г/дм$^3$, где содержание сульфатов превышает ПДК.

Химический состав воды – сульфатный, кальциевый, жесткость 7-10 мг/экв. Отдельно выделяется гидрогеологический район, ограниченный синклинальной структурой верхних сарматских отложений, он протягивается на приморских террасах в перпендикулярном направлении. Исследуемые скважины имеют удельный дебит 12.5 и 1.7 л/с, где коэффициент водопроводимости определяется по приблизительной формуле КМ=120q и равен, соответственно, 1500 и 204 м$^2$/сут. Согласно геологическому разрезу, а также опробованной скважине, ее интерполяции на русло р. Уллучай в расчетный створ, получается ПЭРПВ:

$$Q_р = (1000 + 200) /2 \cdot 1400 + (1500 + 1000) / 2 \cdot 1400 + (1500 + 200) / 2 \cdot 2500] \cdot 0.01 = 47.15 \text{ тыс. м}^3\text{/сут.}$$

Естественные ресурсы данного участка составляют: по хазарохвалынскому водоносному комплексу 29100 м$^3$/сут., а также по II и III блокам верхнеапшеронского водоносного комплекса (рис. 3) – 18.8 тыс. м$^3$/сут. На экологические пропуски горизонта грунтовых вод отводится 14100 м/сут. Для засушливых условий почв предгорий Дагестана использование ресурсов этого горизонта имеет большое значение (Rybnikova, Rybnikov, 2016; Рыбников, Рыбников, 2018; Залибеков, 2018; Zalibekov et al., 2019).

В итоге ПЭРПВ южной части Уллубиево-Присамурского месторождения составляют по естественным ресурсам четвертичных отложений, с учетом экологических попусков, и по обводненным верхнесарматским отложениям следующее:

$$Q_р = 23.0 + 33.8 + 16.0 = 72.8 \text{ тыс. м}^3\text{/сут.}$$

По административным районам ПЭРПВ распространены неравномерно с общей тенденцией увеличения общего дебита в условиях возобновляемой структуры на покровных четвертичных глинистых отложениях в верхней части месторождений. В Буйнакском районе, где распространены покровные четвертичные глинистые образования и большой уклон рельефа, коэффициент инфильтрации атмосферных осадков равен 0.15.

Поэтому ПЭРПВ для конкско-караганских водоносных отложений (гидрогеологический район III-6) равны:

$$Q_р = 0.03 \cdot 0.15 \cdot 460 \cdot 55 = 113.85 \text{ л/с или } 9837 \text{ тыс. м}^3\text{/сут. (район Исти-Су);}$$

а для чокрак-тарханских водоносных отложений:

$$Q_р = 0.03 \cdot 0.15 \cdot 460 \cdot 76 = 157.32 \text{ л/с или } 13.592 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

Минерализация подземных вод конкско-караганских отложений составляет 1-1.5 г/дм$^3$, чокрак-тарханских – 1.5-3.0 г/дм$^3$.

В целом по региону определены прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод (табл.) и их защищенность по гидрогеологическим районам предгорий Дагестана. Вовлечение запасов подземных вод в общий круговорот влаги в биосфере является важным фактором борьбы с засухой и аридизацией. Максимальные показатели эксплуатационных ресурсов выявлены в районе развития напорно-безнапорных подземных вод в валунно-галечниковых толщах верхнеапшеронского возраста.

Более 80% их запасов характеризуется низкой минерализацией <1.0 г/дм$^3$. Этот показатель определяет возможность обеспечения влагой засушливых земель на площади более 1.0 млн. га (Залибеков и др., 2014, 2017; Мамаев и др., 2018).

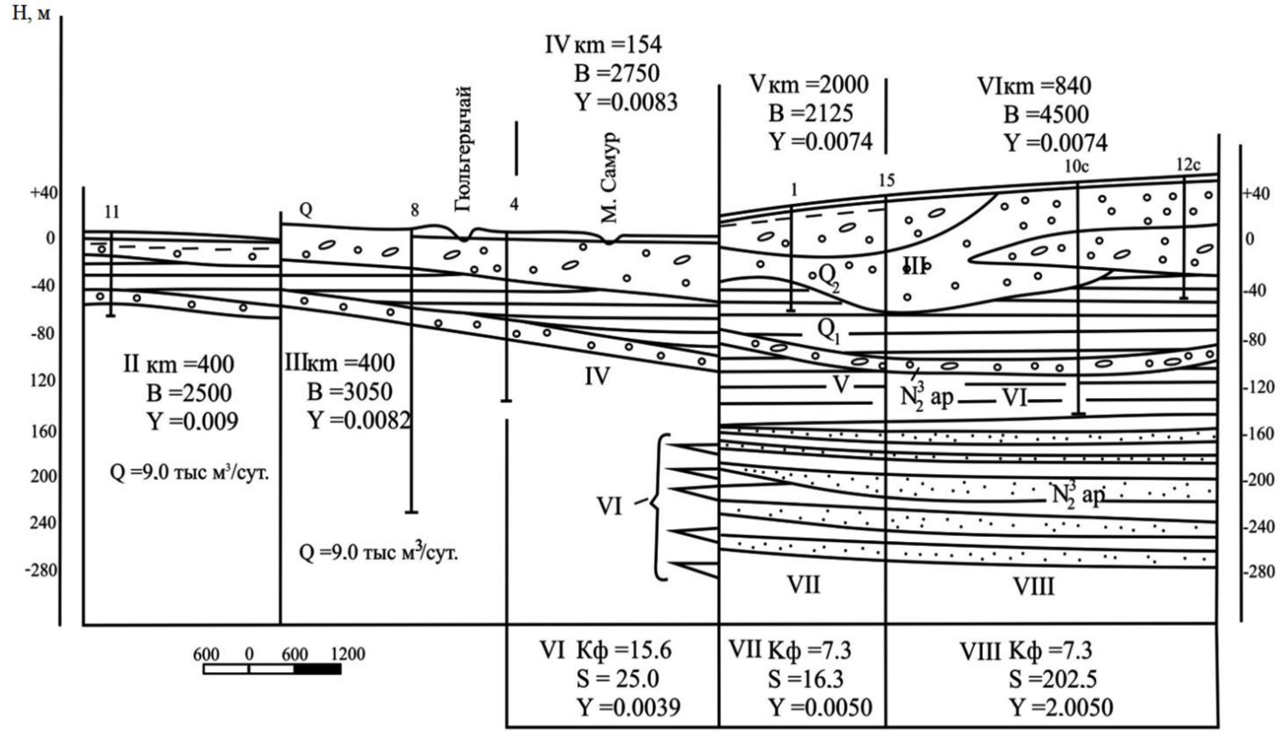


**Рис. 3.** Расчетный створ к подсчету ресурсов апшеронских водоносных горизонтов. *Условные обозначения:* km – коэффициент водопроводимости, м$^2$/сут., B – ширина потока, У – уклон, кф – коэффициент фильтрации, м/сут., S – площадь сечения, м$^2$.

Положительной оценкой определяется защищенность от загрязнения, засоления, испарения и других воздействий. Из остальных структур по значимости и величине идут районы развития напорно-безнапорных подземных вод в известково-песчаных толщах сарматского возраста. Важной особенностью рассматриваемой структуры является минерализация подземных вод ниже средней степени, где ее величина не превышает 1.5-3.0 г/дм$^3$.

Рассматриваемый район подземных вод в предгорьях занимает максимальную площадь 0.227 тыс. км$^2$, что позволяет отметить стабильность запасов и наличие возможностей самовосстановления. Эксплуатационные ресурсы подземных вод создают реальную основу их использования при существующей системе добычи артезианских вод.

## Выводы

Приведена краткая характеристика ранее разведанных месторождений подземных вод, а также гидрогеологических условий Предгорного Дагестана, системы малых артезианских бассейнов, выделены перспективные участки для разведки подземных вод, где по линейному модулю для береговых водозаборов и инфильтрации среднемноголетних сумм осадков рассчитаны прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод. Для ограниченных синклинальных структур верхнесарматских отложений гидрогеологический район (ГР) – III-4 ПЭРПВ определялись с условием инфильтрации атмосферных осадков и составили 25.6 тыс. м$^3$/сут.; для синклинальных артезианских межгорных бассейнов, для чокракских, чокрак-тарханских песчано-глинистых отложений с учетом коэффициента инфильтрации – 0.15 ПЭРПВ составили 39.28 тыс. м$^3$/сут. Для ГР III-1 – валунно-галечниковых песчано-глинистых отложений оценка ПЭРПВ рассчитывалась за счет удвоения фактического водоотбора и экстраполяции понижения, для ГР III-2 с учетом коэффициента инфильтрации и нормы осадков, включая площади выхода меотических отложений.

**Таблица.** Прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод и их защищенность по гидрогеологическим районам по Республики Дагестан.

| № № п/п | Структуры порядка гидрогеологического района и его индекс | Площадь, тыс. км$^2$ | ПЭРПВ, тыс. м$^3$/сут: При площадной системе | ПЭРПВ: При линейной системе | В том числе с минерализацией, г/дм$^3$: Всего | До 1 | 1-1.5 | 1.5-3 | 3-10 | Средний модуль ПЭРПВ, л/с км$^2$ | ПЭРПВ по условиям защищенности: Не защищенные: Площадь, м$^2$ | Не защищенные: ПЭРПВ, тыс. м$^3$/сут. / модуль л/с км | Условно защищенные: Площадь, км$^2$ | Условно защищенные: ПЭРПВ, тыс. м$^3$/сут. / модуль л/с км | Защищенные: Площадь, км$^2$ | Защищенные: ПЭРПВ, тыс. м$^3$/сут. / модуль л/с км |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| II | II-III. Система малых артезианских бас-сейнов (СМАБ) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | II-III-1. Район развития напорно-безнапорных вод в валун.-гал. песчан.-глин. толщах акчагыл-апшер. | 0.103 | 13.4 | – | 13.4 | 13.4 | – | | – | | – | – | | | 0.103 | 13.40 / 1.5 |
| 2 | II-III-2. Район развития напорно-безнап. ПВ в песч.-глин. толщах меоти-ческого возраста | 0.035 | 12.300 | – | 12.300 | 12.300 | – | – | – | | – | – | 0.035 | 12.3 / 4.0 | – | – |
| 3 | II-III-3. Район разв. напорно-безнап. ПВ в валун-гал. толщах верхнеап. (кусарская свита) и верхне-среднечетв. возраста | 0.227 | 218.60 | – | 218.60 | 224.10 | – | – | – | – | 0.227 | 133.9 / 6.83 | – | – | 0.227 | 84.7 |
| 4 | II-III-4. Район развития напорно-безнап. ПВ в извест-няк.-песчан. толщах верхне-средесармат. возраста | 0.208 | 25.6 | – | 25.6 | | – | 25.6 | | | | | | | | 25.6 |
| 5 | II-III-5. Район развития напор-безнап. ПВ в песчаноглин. толщах конск-караган. возраста | 0.091 | 13.8 | – | 13.8 | – | 13.8 | – | | | – | – | – | – | 0.091 | 13.8 |
| 6 | II-III-6. Район развития напорно-безнап. ПВ в песчаниках, песчан-глин. толщах чокрак-тархан. возраста | 0.174 | 25.5 | – | 25.5 | – | – | 25.5 | | | – | – | – | – | 0.174 | 25.5 |
| 7 | II-III-7. Долины развития безнапорных ПВ в валун.-гал. песчан. отложений, входящих во ВПАБ[1] | | | | | | | | | | | | | | | |
| а) | р. Губден-Озень | | 4.8 | | 4.8 | 4.8 | | | | | | | | 4.8 | | |
| б) | р. Аксай, Ярык-Су | | – | 16.4 | 16.4 | 16.4 | – | – | – | | | 16.4 | | | | |

[1] ВПАБ – – Восточно-Предкавказский артезианский бассейн.

**Продолжение таблицы.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| в) | р. Акташ (Казбековский район) | | – | 7.8 | 7.8 | 7.8 | – | – | – | | | 7.8 | | | | |
| г) | р. Гамри-Озень (Каякентский район) | | – | 24.9 | 24.9 | 24.9 | – | – | – | | | 24.9 | | | | |
| д) | р. Арт-Озень (Каякентский район) | | – | 12.12 | 12.12 | 12.12 | – | – | – | | | 12.12 | | | | |
| е) | р. Уллучай (Кайтагский район) | | – | 39.3 | 39.3 | 39.3 | – | – | – | | | 39.3 | | | | |
| ж) | р. Гюльгерычай (Сулейман-Стальский район) | | – | 34.2 | 34.2 | 34.2 | – | – | – | | | 34.2 | | | | |
| | **Итого по структуре III** | | **314.0** | **134.7** | **448.7** | **383.8** | **13.8** | **51.1** | | | | **268.6** | | **17.1** | | **163.0** |

Для Самур-Гюльгерычайской аллювиально-пролювиальной равнины расчет проводился по блокам с поправкой на экологические пропуски.

Получены параметры гидрогеологических условий, представленных четвертичными аллювиальными отложениями. Они обладают значительными запасами воды с широким диапазоном минерализации, представлены прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод региона, доступные для использования в различных отраслях народного хозяйства; источники формирования ресурсов пресных подземных вод, включая перспективные участки по административным районам.

Положительное значение имеют выявленные географические координаты и размеры земельных участков, подверженных аридной деградации.

Использование выявленных параметров подземных вод определяется в качестве важного источника пресных подземных вод для применения мероприятий по орошению, обводнению сельскохозяйственных угодий, расположенных в условиях аридного климата.

*Финансирование.* Работа выполнена в рамках тем государственного задания Института геологии ДФИЦ РАН (№ гос. регистрация АААА-А17-117021310203-3) по Теме «Эколого-геохимические особенности подземных вод Северо-Восточного Кавказа (Дагестан). Природные и антропогенные факторы загрязнения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Биндеман Н.Н., Язвин Л.С.* 1970. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра. 216 с.

*Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С.* 1979. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра. 326 с.

*Боревский В.В., Дробноход Н.Й., Язвин Л.С.* 1989. Оценка запасов подземных вод. Киев: Выщашк. 407 с.

*Залибеков З.Г.* 2018. О закономерностях формирования продукционных ресурсов засоления почв // Аридные экосистемы. Т. 24. № 2. С. 3-10. [*Zalibekov Z.G.* 2018. Regularities of the Formation of Production Resources on Saline Soils of the Terek-Kuma Lowland // Arid Ecosystems. Vol. 8. No. 2. P. 83-88.]

*Залибеков З.Г., Биарсланов А.Б.* 2014. Концепция биологического разнообразия почв и основные черты современного этапа ее развития // Аридные экосистемы. Т. 20. № 1. С. 5-17. [*Zalibekov Z.G., Biarslanov A.B., Galimova U.M.* 2014. The concept of soil biodiversity and the main features of modern stage of its development // Arid Ecosystems. Vol. 4. No. 1. P. 11-19.]

*Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б.* 2017. Региональные закономерности распространения почв дельтовых экосистем и их применение на разных континентах // Аридные экосистемы. Т. 23. № 2. С. 50-56. [*Zalibekov Z.G., Biarslanov A.B., Mamaev S.A., Asgerova D.B., Galimova U.M., Sultankhamedov M.S.* 2017. Regional distribution patterns of soils in delta ecosystems and their potential use on different continents // Arid Ecosystems. Vol. 7. No. 2. P. 73-79.]

*Кондаков В.М., Кондакова Н.В.* 2019. Интерпретация фильтрационных свойств водоносных песков // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 2 (77). С. 50-54.

*Курбанов М.К.* 2001. Гидротермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М.:

Наука. 260 с.

*Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Сулейманов В.К., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Абдулганиева Т.И., Мамаев А.С.* 2018. Гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 2 (73). С. 62-71.

Методическое письмо по составлению дополнений к проектной документации II этапа работы «Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения» 1997. М.: Гидрогеоэкологическая научно-производственная и проектная фирма «ГИДЕК». 24 с.

*Мироненко В.А.* 2001. Динамика подземных вод. М.: Московский государственный горный университет. 509 с.

Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Методические рекомендации по проведению второго этапа работ. 1995. М. 72 с.

*Островский Л.А., Антыпко Б.Е., Конюхова Т.А.* 1990. Методические основы гидрогеологического районирования территории СССР. М.: Недра. 240 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Закавказье и Дагестан. 1966 / Ред. Н.М. Алюшинская, П.С. Кузин, В.В. Куприянов. Л.: Гидрометеоиздат. Т. 9. Вып. 3. 299 с.

*Рыбникова Л.С., Рыбников П.А.* 2018. Гидрогеологические исследования в горнопромышленных районах на постэксплуатационном этапе // Подземные воды Востока России. Материалы XXII Совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием. Новосибирск: ИПЦ НГУ. С. 403-408.

Справочник по климату СССР. 1971. Дагестанская АССР, Азербайджанская ССР и Нахичеванская АССР. Вып. 15. Ч. 2. Л.: Гидрометеоиздат. 307 с.

*Geng X., Zhou X., Yin G., Hao F., Zhang X., Hao Z., Singh V., Fu Y.* 2020. Extended Growing Season Reduced River Runoff in Luanhe River Basin // Journal of Hydrology. Vol. 582. p. 538-547.

*Ji G., Song H., Wei H., Wu L.* 2021. Attribution Analysis of Climate and Anthropic Factors on Runoff and Vegetation Changes in the Source Area of the Yangtze River from 1982 to 2016 // Land. No. 10 (6). 612 p.

*Rybnikova L.S., Rybnikov P.A.* 2016. Formation of Potable Groundwater Deposits Developed by Drainage Systems in the Mountain-Fold Urals // Water Resources. Vol. 43. No. 7. P. 934-947.

*Sarmientoa A.M., Nietoa J.M., Olías M., Cánovas C.R.* 2009. Hydrochemical characteristics and seasonal influence on the pollution by acid mine drainage in the Odiel river Basin (SW Spain) // Applied Geochemistry. No. 24 (4). P. 697-714.

*Zalibekov Z.G., Mamaev S.A., Magomedov R.A., Biarslanov A.B., Asgerova D.B., Galimova U.M.* 2019. The use of fresh groundwater from arid regions of the world in the fight against land desertification // Arid Ecosystems. Vol. 9. No. 2. P. 77-84. [*Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Магомедов Р.А., Асгерова Д.Б., Галимова У.М.* 2019. Об использовании пресных подземных вод засушливых регионов мира в борьбе с опустыниванием земель // Аридные экосистемы. Т. 25. № 2 (79). С. 3-12.]