

## МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАЙОНА КУРОРТА «ЯНГАН-ТАУ»

© 2018 г. Р. Ф. Абдрахманов

**Реферат.** В статье анализируются формирование и ресурсы минеральных лечебных вод района курорта «Янган-Тау». Для водоснабжения и в лечебных целях в санатории широко используется источник «Кургазак» с минерализацией воды 0,5 г/л, гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава с содержанием радона и повышенной температурой (15–16°C).

Для дальнейшего расширения курортных ресурсов санатория в лечебных целях вполне перспективными являются также Куселяровские сероводородные источники, расположенные в 20–23 км западнее санатория «Янган-Тау» в основании горы Куткантау. Химический состав воды гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный магниево-натриево-кальциевый с минерализацией 0,6–0,9 г/л. Наблюдается также присутствие микроэлементов: йода, брома, бора, фтора и др. Значительные ресурсы Куселяровских сероводородных источников в перспективе могут использоваться как лечебно-столовые минеральные воды курорта «Янган-Тау».

**Ключевые слова:** ресурсы минеральных вод, курорт «Янган-Тау», источник «Кургазак», радоновые воды, Куселяровские источники

## THE MINERAL SPRINGS OF THE RESORT «YANGAN-TAU»

R. F. Abdrakhmanov

**Abstract.** The article analyzes the formation and resources of the mineral therapeutic waters of the resort “Yangan-Tau”. For water supply anmmmd therapeutic purposes in the sanatorium is widely used source “Kurgazak” with mineralization of water 0.5 g/l, bicarbonate magnesium-calcium composition with radon content and high temperature (15–16°C).

To further expand the resort facilities of the sanatorium for therapeutic purposes, Kuselyarovskiye hydrogen sulfide springs located 20–23 km west of the sanatorium “Yangan-Tau” at the base of the Kutkantau mountain are also quite promising. The chemical composition of water is hydrocarbonate-sulphate-chloride magnesium-sodium-calcium with a mineralization of 0.6–0.9 g/l. There is also the presence of trace elements: iodine, bromine, boron, fluorine, etc. Significant resources of Kuselarovsky hydrogen sulfide springs in the future can be used as therapeutic and table mineral waters of the resort “Yangan-Tau”.

**Key words:** mineral water resources, “Yangan-Tau” resort, “Kurgazak” spring, radon waters, Kuselyarovskie springs

### Введение

Курорт «Янган-Тау» находится на высоте 413 м над уровнем моря, на правом крутом борту долины р. Юрюзаны, превышение от уреза воды 150–170 м.

Климат района курорта континентальный, среднегодовая температура воздуха около +1,9°C (января –26,1°C, а июля +18°C). Среднегодовая сумма осадков составляет 680 мм (60% выпадает в теплое время года). Влажность воздуха колеблется от 70–80% (август – март) до 30–45% (май – июнь). Ионизация воздуха, составляющая в ранние часы  $P_{\pm} = 950$ , а в полдень  $P_{\pm} = 1697$  [Акбашев, 1986], сравнима с курортами Крыма и Кавказа. В целом

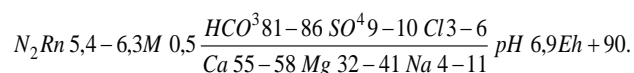
территория санатория «Янган-Тау» по медико-климатическим условиям [Поволоцкая, 1989] относится к благоприятным для организации климатолечения [Абдрахманов, 2014]. Для водоснабжения и в лечебных целях в санатории широко используется источник Кургазак. Для дальнейшего расширения курортных ресурсов санатория в лечебных целях вполне перспективными являются также Куселяровские сероводородные источники.

### Результаты исследований

**Источник Кургазак** — один из наиболее известных в Предуралье — находится в 2,8 км южнее санатория «Янган-Тау» на левом склоне долины

р. Юрюзань. Он приурочен к интенсивно дислоцированным известнякам нижнего карбона. В 50–80 м от источника они контактируют по тектоническому нарушению, относящемуся к зоне Юрюзанского сдвига, с нижнепермскими (янгантаускими) отложениями.

Источник восходящего типа в виде нескольких мощных грифонов, рассредоточенных на 30 м вдоль правого борта оврага, рассекающего левый склон долины р. Юрюзань. Дебит отдельных выходов колеблется от 5 до 25, а суммарный достигает 120 л/с. Температура воды в разных выходах от 14,7°С до 15,5°С. Гидрогеохимический режим источника относительно стабильный, что видно из следующей формулы и таблицы:



В воде установлены органические вещества (преимущественно гумусовые) в количестве до 10 мг/л. Присутствует радон (14,9–17,2 ед. Махе<sup>1</sup>, или 5,4–6,3 нСи/л), благодаря чему она используется в санатории «Янган-Тау» как лечебно-столовая (ГОСТ Р54316-2011).

По вопросу о происхождении радонового источника Кургазак (и термальных явлений в районе

горы Янгантау, расположенной в 2,5 км от него) существуют различные гипотезы [Вахрушев, 1961; Гидрогеология СССР, 1972; Пучков, Абдрахманов, 2003; и др.]. При выяснении его, помимо данных общегеологического характера, следует учитывать следующие обстоятельства: 1) невысокую минерализацию воды (0,5 г/л), ее гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав, слабо повышенное содержание хлора (до 25 мг/л)<sup>2</sup>; 2) бессульфидный состав водорастворенных газов, положительную (но невысокую) величину окислительно-восстановительного потенциала (+90 мВ), характерную для вод переходной окислительно-восстановительной обстановки; 3) повышенную температуру (15–16°С); 4) повышенные и стабильные содержания гелия — (30–37)·10<sup>-5</sup> мл/л и радона — 14,9–17,2 ед. Махе [Абдрахманов, 2007, 2014; Абдрахманов, Попов, 1999].

Указанная совокупность термогеохимических параметров наиболее полно, по нашему мнению, может быть учтена гидрогеодинамической схемой, предусматривающей формирование подземных вод, питающих источник Кургазак, на глубинах 600–800 м в каменноугольных–девонских отложениях. При этом открытой областью питания (инфильтрации) его служат выходы на поверхность

Таблица

Геохимическая характеристика минеральных источников района курорта «Янган-Тау»  
Table  
Geochemical characteristics of mineral springs in the resort area of “Yangan-Tau”

№ скв. по рис. 2	Т°С	Минерализация, г/л	Ингредиенты, мг/л, %моль						pH Eh мВ	$\frac{H_2S}{O_2}$ , мг/л	He·10 <sup>-5</sup> , мл/л
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>			
Источник Кургазак											
	16,5	0,5	$\frac{351,0}{84,2}$	$\frac{32,5}{10,0}$	$\frac{14,2}{5,8}$	$\frac{76,2}{55,5}$	$\frac{34,0}{40,9}$	$\frac{5,8}{3,6}$	$\frac{6,9}{+90}$	$\frac{n.o.}{2,0}$	30,5
Куселяровские источники											
11	13	0,9	$\frac{241,0}{28,3}$	$\frac{290,4}{34,4}$	$\frac{185,4}{37,3}$	$\frac{114,2}{40,8}$	$\frac{42,6}{25,1}$	$\frac{109,7}{34,1}$	6,9 —	$\frac{8}{<1}$	
12	9,5	0,9	$\frac{258,4}{32,1}$	$\frac{240,7}{36,6}$	$\frac{152,3}{31,3}$	$\frac{110,2}{40,1}$	$\frac{45,0}{27,0}$	$\frac{103,7}{32,9}$	$\frac{7,0}{-}$	$\frac{8}{<1}$	
13	10,5	1,0	$\frac{256,2}{28,0}$	$\frac{243,6}{33,9}$	$\frac{292,4}{38,1}$	$\frac{120,2}{40,1}$	$\frac{46,2}{25,4}$	$\frac{119,1}{34,5}$	$\frac{7,5}{-}$	—	372
16	16,1	1,0	$\frac{231,8}{26,1}$	$\frac{249,8}{35,6}$	$\frac{198,8}{38,3}$	$\frac{122,2}{41,7}$	$\frac{43,8}{24,6}$	$\frac{113,2}{33,7}$	$\frac{7,1}{-}$	$\frac{2}{<1}$	432
17	17,8	1,0	$\frac{268,4}{30,4}$	$\frac{231,3}{33,3}$	$\frac{186,5}{36,3}$	$\frac{112,2}{38,6}$	$\frac{48,6}{27,6}$	$\frac{112,9}{33,8}$	$\frac{7,0}{-}$	$\frac{9}{<1}$	

<sup>1</sup> 1 ед. Махе = 0,364 нСи/л = 13,48·10<sup>-3</sup> кБк/л, 1 Эман = 0,1 нСи/л = 3,7·10<sup>-3</sup> кБк/л.

<sup>2</sup> Фоновые концентрации хлора в водах закарстованных карбонатных отложений зоны интенсивной циркуляции в Предуралье составляют 5 мг/л.

известняков карбона и девона к западу от источника, в пределах Каратауского структурного комплекса. К зоне Юрюзанского сдвига, представляющего разрывное нарушение вертикального заложения, и приурочен источник Кургазак. По этому нарушению на участке выхода в контакт приведены каменноугольные отложения Каратауского комплекса и преимущественно пермские породы Юрюзано-Сылвинской депрессии.

В результате погружения трещинно-карстовых вод на глубину 600–800 м они нагреваются за счет внутреннего тепла земли. Одновременно из карбонатных пород, обладающих повышенным содержанием радиогенных элементов, в воду поступают гелий и радон. Эти же породы являются причиной несколько повышенной концентрации в воде ионов хлора.

Гипотезе, связывающей происхождение Кургазака с восходящими с больших глубин струями термальных вод, противоречат данные химического и газового состава подземных вод. Вряд ли может считаться правильным мнение, согласно которому повышенная температура Кургазака (а также Кусяляровских источников) вызвана процессами термоокисления (горения) в нижнепермских (янгантауских) породах, подобными тем, которые протекают в недрах горы Янгантау. При этом надо учитывать, что температура воды малобитных (около 10 л/с) Янгантауских источников, находящихся в непосредственной близости от термального ядра (с температурой около 380 °С) горы Янгантау, не превышает 18,5 °С. С энергетической точки зрения трудно представить, как за счет подобного экзогенного источника тепла могла сформироваться повышенная



Источник Кургазак  
Source Kurgazak



температура высокодебитного (120 л/с) Кургазака, особенно если учесть его приуроченность не к битуминозным нижнепермским, а к каменноугольным отложениям и удаленность от Янгантауской термоаномалии [Абдрахманов, Попов, 1999].

Наибольшую ценность среди *радиоактивных вод* (радоновых, радоно-радиевых и других) представляют воды с повышенной концентрацией радона ( $>5$  нСи/л, или 14 ед. Махе). Этот газ является короткоживущей эманацией радия с периодом полураспада 3,825 сут. Именно благодаря свойству радона быстро выводиться из организма в отличие от радия и урана, накапливающихся в нем, и получили широкое применение радоновые воды.

При решении вопроса практического использования радоновых вод необходимо учитывать не только абсолютное содержание в них радона, но и эксплуатационные ресурсы этих вод. С этой целью введены понятия «радоновая ценность» ( $M_{Rn}$ ) и «радиоактивная мощность» ( $M_{Ra}$ ) источника:

$$M_{Rn} = C \cdot Q, \quad M_{Ra} = Q \cdot C / 7500,$$

где  $C$  — концентрация радона, нСи/л;  $Q$  — дебит источника (л/с в формуле  $M_{Rn}$ , л/ч в формуле  $M_{Ra}$ ).

«Радиоактивная мощность» источника — это масса радия в миллиграммах (мг), которая дает то же количество эманации, что и исследуемый источник.

Радоновая ценность источника, используемого в лечебно-питьевых целях на курорте «Янган-Тау», составляет примерно 600–700 нСи/л, а радиоактивная мощность 260–375.

Концентрация радона при использовании воды в лечебных целях претерпевает значительные изменения. Измерения, проведенные радиометром РАНАГ-1 с гамма приставкой от прибора СРП-2 (Кристалл) по утвержденным методикам, показали, что содержание радона в воде источника Кургазак — 17 ед. Махе, в водопроводной воде курорта «Янган-Тау» — 14 ед. Махе, в воде ванны в водолечебнице курорта — 3,5 ед. Махе при наполнении ее через высоко расположенный над ванной кран (сильное разбрызгивание воды, вытекающей из крана) и 12,4 ед. Махе при наполнении ванны с помощью резинового шланга, надетого на кран над ванной и доходящего до дна ванны, что исключает разбрызгивание воды при ее наполнении.

Содержание радона в воздухе суховоздушных ванн составляет: в трубе, через которую газ поступает — 0,3 ед. Махе, в объеме ванны — 2,8 ед. Махе, в воздухе помещения, где расположены суховоз-

душные ванны — 0,28 ед. Махе и  $0,026 \cdot 10^5$  МЭВ/л дочерних продуктов (по скрытой энергии их распада). Таким образом, загрязнение воздуха помещения для суховоздушных ванн по радону и дочерним продуктам его составляет 0,1 от предельно допустимого уровня этих изотопов в воздухе производственных помещений.

Содержание радона в воздухе паровых ванн: в отверстии трубы, подающей пар в лечебную кабину — 1,03 ед. Махе, в лечебной кабине — 0,6 ед. Махе.

Содержание радона и его дочерних продуктов в воздухе помещения, где расположены экспериментальные кабины для отпуска паровых процедур, равняется 0,1 ед. Махе ( $4,2 \cdot 10^{-11}$  Си/л), а дочерних продуктов радона (по скрытой энергии распада) —  $0,03 \cdot 10^5$  МЭВ/л.

В сумме загрязнение воздуха радона и его дочерними продуктами не превышает 0,1 от уровня ПДК (ПДК для радона  $3 \cdot 10^{-9}$  Си/л; для дочерних продуктов его —  $0,37 \cdot 10^5$  МЭВ/л).

Необходимо отметить, что использование радоновой воды источника Кургазак для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилой зоны курорта, по заключению радиологической лаборатории Центрального научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии (г. Москва, 1970), противопоказано. В связи с этим по просьбе Башкирского областного совета по управлению курортами профсоюзов нами было выполнено обследование территории района курорта «Янган-Тау» (Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Рекомендации по улучшению водоснабжения курорта «Янган-Тау» Башкирской АССР. ИГ БФАН СССР, 1978 г.). Было рекомендовано изменить источник хозяйственно-питьевого водоснабжения, предложены другие источники для водоснабжения.

**Куселяровские источники** расположены в 20–23 км западнее санатория «Янган-Тау» на пойме и левобережной первой надпойменной террасе долины реки Юрюзань и представлены двумя группами [Абдрахманов, 2007]. Первая — более 10 естественных выходов пластового (700 м) типа в основании северо-восточного склона горы Куткантау (рис. 1). В тектоническом отношении гора представляет пологую антиклинальную складку северо-восточного простирания, сложена трещиноватыми тонко- и среднеслоистыми известняками артинского яруса раннепермского возраста.

Источники субтермальные (8,5–18°C) с дебитом от 0,5–2 до 20 л/с (суммарный около 60 л/с) расположенные в 25 м от русла с превышением

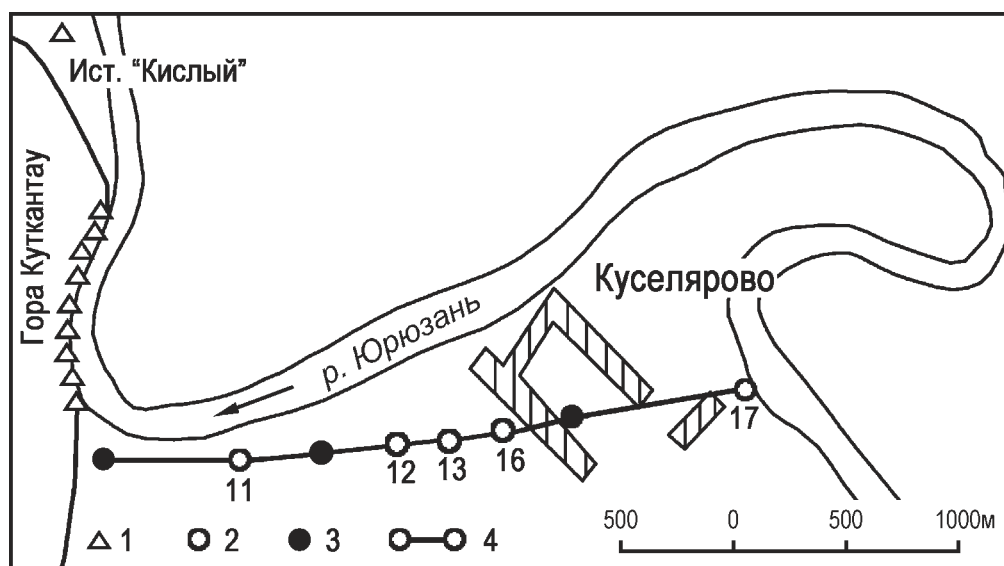


Рис. 1. Расположение Куселяровских источников

Условные обозначения: 1 — естественный выход; 2 — скважина; 3 — скважина ликвидированная; 4 — линия гидрогеологического разреза.

Fig. 1. Location of the Kuselyarovskie springs

Legend: 1 — hyperpiestic water, 2 — well, 3 — abandoned well, 4 — hydrogeological section line



Куселяровский источник (на переднем плане профессор Р.Ф. Абдрахманов, на заднем плане академик М.С. Юнусов, слева стоит профессор Ю.И. Муринов)

Kuselyarovskiy source (in the foreground Professor R.F. Abdrakhmanov, in the background, Academician M.S. Yunusov, on the left there is Professor Yu.I. Murinov)

0,8 м над меженным уровнем р. Юрюзань. В паводок источники подтапливаются. Среди них выделяется источник «Кислый», расположенный в 650 м от основной группы, в 60 м от реки с превышением 2 м над урезом р. Юрюзань, на пойменной части ее долины. Выход представляет собой мощный грифон из воронки диаметром 4,5 м, глубиной более 1 м, дебитом 10–12 л/с. Этот единственный в Республике самый высокотемпературный естественный источник (20–21 °С). Вокруг него на площади 30×40 м наблюдается скопление минеральных грязей с запахом сероводорода, мощностью около 1 м. Химический состав воды этой группы гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный магниевое-натриево-кальциевый. Минерализация воды 0,6–0,9 г/л, pH 7,3–7,8, микроэлементы (мг/л): I — 0,004–0,025; Вг — 0,42–0,99; В — 0,05–0,4; F — 0,12–1,0. В газовом составе присутствует O<sub>2</sub> — 1–3,5 мг/л, в некоторых источниках — H<sub>2</sub>S от 0,1 до 0,8 мг/л, в источнике «Кислый» газовый состав на 98,8% представлен N<sub>2</sub>.

Наибольший интерес вызывают источники второй группы. Они представлены скважинами разведочного бурения глубиной от 32 до 85 м с самоизливающейся водой (рис. 2). Водоносными являются известняки и мергели, залегающие на

восточном крыле Куткантауской антиклинали. Источники восходящие, в виде мощных грифонов из воронок диаметром от 1 до 20 м, глубиной 1–3 м. Дебиты их изменяются от 0,7 до 8 л/с, суммарный — 20–23 л/с. Температура воды от 8,5 до 17,8 °С, минерализация — 0,9–1 г/л. Вода слабосульфидная (H<sub>2</sub>S до 9 мг/л) гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридная магниевое-натриево-кальциевая (см. табл.). Среди газов установлены N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, газонасыщенность вод низкая, pH 6,9–7,6, Eh +90 мВ. Концентрация радона 0,4–2,4 нСи/л (1,1–5,5 ед. Махе), микроэлементов (мг/л): F — 0,2–0,92; В — 0,2; I — 0,6; Вг — 0,83. Учитывая значительный дебит источников (свыше 20 л/с), радоновая ценность их может быть оценена величиной до 100 нСи/л [Абдрахманов, Попов, 1999]. Отличительной чертой источников является присутствие высоких концентраций гелия (от 284 до 432·10<sup>-5</sup> мл/л при фоновом содержании в воздухе 5·10<sup>-5</sup> мл/л), свидетельствующее о глубинном характере источников.

### Заключение

Таким образом, территория санатория «Янган-Тау» по медико-климатическим условиям относится к благоприятным для организации клима-

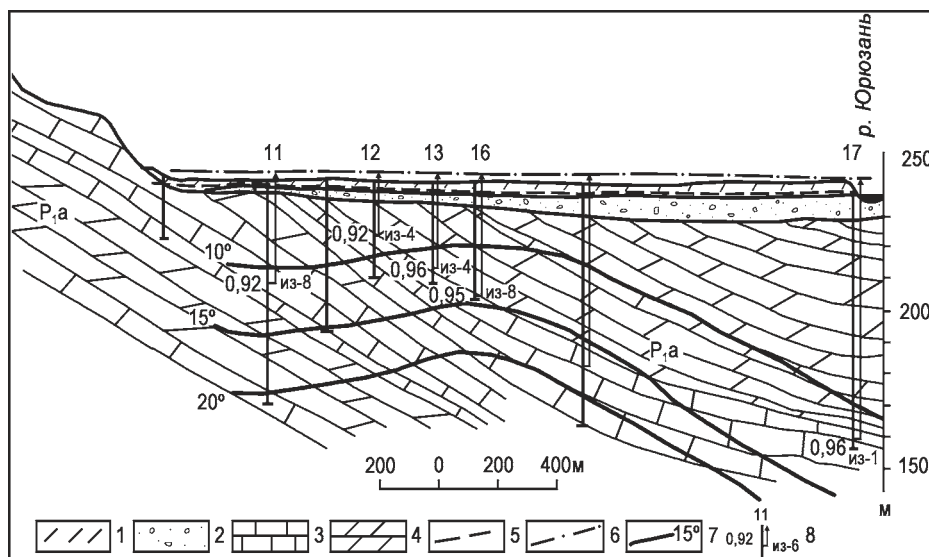


Рис. 2. Гидрогеологический разрез долины р. Юрюзань района Куселяровских источников [Головков, 1959 г.]

Условные обозначения: 1 — суглинки; 2 — песчано-гравийно-галечниковые отложения; 3 — известняки; 4 — мергели; 5 — уровень грунтовых вод; 6 — уровень напорных вод (стрелка соответствует напору); 7 — изотермы, °С; 8 — скважина (по рис. 1): вверху — номер источника; слева — минерализация воды, г/л; справа — дебит воды при самоизливе, л/с.

Fig. 2. Hydrogeological section of the valley of the river Yuryuzan district of the Kuselyarovskie springs [Golovkov, 1959]

Legend: 1 — loam; 2 — sand-gravel-pebble deposits; 3 — limestones; 4 — marl; 5 — level of groundwater; 6 — level of pressure water (the arrow corresponds to the head); 7 — isotherms, °C; 8 — borehole (according to fig. 1), at the top — source number, on the left — mineralization of water, g/l, on the right — water discharge at self-depletion (l/s)



толечения. Минеральный источник Кургазак — один из наиболее известных в Предуралье — восходящего типа, с дебитом отдельных выходов от 5 до 25, суммарный достигает 120 л/с. Температура воды в разных выходах от 14,7 до 15,5°C, минерализация невысокая (0,5 г/л), состав гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, состав водорастворенных газов бессульфидный, величина окислительно-восстановительного потенциала положительная (+90 мВ), содержания гелия —  $(30-37) \cdot 10^{-5}$  мл/л и радона — 14,9–17,2 ед. Махе. Минеральный источник Кургазак вместе с тепловыми явлениями горы Янгантау является уникальным лечебным местом. Значительные ресурсы Куселяровских сероводородных источников в перспективе могут использоваться как лечебно-столовые минеральные воды курорта «Янган-Тау».

*Работа выполнена по теме №0252-2014-0017.*

#### **Литература:**

- Абдрахманов Р.Ф.** Кургазак // Башкирская энциклопедия. — Уфа, 2007. — Т. 3. — С. 611–612.
- Абдрахманов Р.Ф.** Куселяровские сернистые источники // Башкирская энциклопедия. — Уфа, 2007. — Т. 3. — С. 622.
- Абдрахманов Р.Ф.** Пресные подземные и минеральные лечебные воды Башкортостана. — Уфа: Гилем, 2014. — 416 с.
- Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г.** Минеральные лечебные воды Башкортостана. — Уфа: Гилем, 1999. — 298 с.
- Акбашев Р.Ш.** Курорт Янгантау. — Уфа: Башкнигоиздат, 1986. — 176 с.
- Вахрушев Г.В.** Минеральные воды и грязи Башкирии. — Уфа: Башкнигоиздат, 1961. — 156 с.
- Гидрогеология СССР / Под ред. Е.А. Зубровой.** — М.: Недра, 1972. — Т. 15. — 344 с.
- Поволоцкая Н.П.** Методы анализа климата для курортных целей // Курортные ресурсы и их рациональ-

ное использование / ПНИИК и Ф. — Пятигорск, 1989. — С. 18–25.

**Пучков В.Н., Абдрахманов Р.Ф.** Особенности газогидро-геотермальных явлений горы Янгантау и прилегающих территорий // Литосфера. — 2003. — № 4. — С. 65–77.

#### **References:**

- Abdrahmanov R.F.** Kurgazak [Kurgazak] // Bashkirkaja enciklopedija [Bashkir encyclopedia], 2007. V. 3. P. 611–612. (In Russian).
- Abdrahmanov R.F.** Kuseljarovskie sernistye istochniki [Kuselyarovskie sulfurous springs] // Bashkirkaja enciklopedija [Bashkir encyclopedia], 2007. V. 3. P. 622. (In Russian).
- Abdrahmanov R.F.** Presnye podzemnye i mineral'nye lechebnye vody Bashkortostana [Underground fresh and mineral water of Bashkortostan.]. Ufa, Gilem Publ., 2014. 416 p. (In Russian).
- Abdrahmanov R.F., Popov V.G.** Mineral'nye lechebnye vody Bashkortostana [Mineral medicinal waters of Bashkortostan]. Ufa, Gilem Publ., 1999. 298 p. (In Russian).
- Akbashev R.Sh.** Kurort Yangantau [The resort Yangantau]. Ufa, Bashknigoizdat Publ., 1986. 176 p. (In Russian).
- Vahrushev G.V.** Mineral'nye vody i grjazi Bashkirii [Mineral water and mud of Bashkortostan]. Ufa, Bashknigoizdat Publ., 1961. 156 p. (In Russian).
- Gidrogeologija SSSR** [Hydrogeology of the USSR] / *Pod red. E.A. Zubrovoj.* Moscow, Nedra Publ., 1972. V. 15. 344 p. (In Russian).
- Povolockaja N.P.** Metody analiza klimata dlja kurortologicheskij celej [Methods of climate analysis for spa purposes] // Kurortnye resursy i ih racional'noe ispol'zovanie [Spa resources and their rational use] / PNIИК i F, Pjatigorsk, 1989. P. 18–25. (In Russian).
- Puchkov V.N., Abdrahmanov R.F.** Osobennosti gazogidrogeotermal'nyh javlenij gory Jangantau i priliegajushhih territorij [Features of gas-hydrothermal geothermal phenomena of Yangantau mountain and surrounding territories] // Litosfera. 2003. No. 4. P. 65–77. (In Russian).

#### **Сведения об авторе:**

**Абдрахманов Рафил Фазылович**, доктор геол.-мин. наук, профессор, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: hydro@ufaras.ru

#### **About the author:**

**Abdrakhmanov Rafil Fazilovich**, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: hydro@ufaras.ru