



Научная статья

УДК 556.332.629

<https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-253-260>



Неотектонические условия формирования и локализация запасов подземных вод переуглубленных участков долины реки Китой

Анна Игоревна Кураничева^а, Юрий Константинович Ланкин^б, Ольга Олеговна Наумова^с

^{а-с}АО «Урангеологоразведка» АО «Росгеология», Ангарская экспедиция, г. Иркутск, Россия

^аИнститут земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Кураничева Анна Игоревна, kuranicheva.ai@mail.ru

Резюме. Цель настоящего исследования заключалась в выявлении основных неотектонических особенностей формирования переуглубленных долин, где происходит локализация пресных подземных вод. Объектом и предметом исследования стало Китойское месторождение питьевых подземных вод, расположенное в переуглубленной долине р. Китой, сложенной констративным аллювием, гидрогеологические и гидрогеохимические условия данного месторождения. Исследование переуглубленной аллювиальной дислокации выполнено на основании анализа работ, осуществленных за период с 1956 по 2020 гг. на Китойском месторождении пресных подземных вод, расположенном на южной оконечности Сибирской платформы в пределах Иркутско-Черемховской равнины. В ходе работы было изучено происхождение дислокации, образованной пересечением волн погружений и опусканий байкальского и саянского направлений, сопровождающихся локализацией подземных вод. Описываемая переуглубленная долина имеет мощность 9–39 м, представлена валуно-гравийно-галечниковым материалом с песчаным заполнителем. Средний коэффициент фильтрации по месторождению равен 122 м/сут., средний коэффициент водопроводимости – 3400 м²/сут., за его пределами показатели уменьшаются. Качественный состав подземных вод удовлетворяет стандартам, но на некоторых участках возможна повышенная минерализация, высокое содержание железа и марганца, обусловленное подтоком подземных вод из низезалегающих юрских водоносных горизонтов. Авторами выполнено обобщение изменения эффективной мощности водоносного горизонта и анализ благоприятных условий для формирования пресных подземных вод в пределах депрессионной структуры с целью хозяйственно-питьевого водоснабжения населения.

Ключевые слова: Китойское месторождение питьевых подземных вод, переуглубленные участки долины реки Китой, констративный аллювий

Для цитирования: Кураничева А. И., Ланкин Ю. К., Наумова О. О. Неотектонические условия формирования и локализация запасов подземных вод переуглубленных участков долины реки Китой // Науки о Земле и недропользование. 2021. Т. 44. № 3. С. 253–260. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-253-260>.

Original article

Neotectonic formation and localization conditions of groundwater reserves in over-deepened sections of the Kitoy River valley

Anna I. Kuranicheva^а, Yuri K. Lankin^б, Olga O. Naumova^с

^{а-с}JSC Urangeo of JSC Rosgeo, Angarsk Expedition, Irkutsk, Russia

^аInstitute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

Corresponding author: Anna I. Kuranicheva, kuranicheva.ai@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to identify the main neotectonic formation features of over-deepened valleys where fresh groundwater is localized. The object and the subject of the study is the Kitoy deposit of drinking groundwater located in the U-shape valley of the Kitoy river, which is composed of constrictal alluvium, as well as hydrogeological and hydrogeochemical conditions of the deposit. The study of the over-deepened alluvial dislocation is carried out based on the analysis of the works performed at the Kitoy fresh groundwater deposit for the period from 1956 to 2020. The deposit is located at the southern margin of the Siberian platform within the Irkutsk-Cheremkhovo plain. The article studies the origin of the

© Кураничева А. И., Ланкин Ю. К., Наумова О. О., 2021



dislocation formed by the intersection of waves of pitching and subsidence of the Baikal and Sayan directions accompanied by the groundwater localization. The described over-deepened valley is 9-39 m thick. It is represented by boulder-gravel-pebble material with sandy aggregate. The average filtration coefficient for the deposit is 122 m/day, the average water permeability coefficient is 3400 m²/day, whereas beyond its limits the indicators decrease. The qualitative composition of groundwater meets the standards, but some areas feature increased mineralization, high content of iron and manganese due to the inflow of groundwater from the underlying Jurassic aquifers. The authors made a generalization on the variations of the effective thickness of the aquifer and analyzed the favorable conditions for the formation of fresh groundwater within the depression structure for the purpose of water supply for drinking and household uses.

Keywords: Kitoi portable groundwater deposit, over-deepened sections the Kitoi river valley, constrictal alluvium

For citation: Kuranicheva A. I., Lankin Y. K., Naumova O. O. Neotectonic formation and localization conditions of groundwater reserves in over-deepened sections of the Kitoi River valley. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2021;44(3):253-260. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-253-260>.

Введение

Современное водоснабжение населения г. Ангарска осуществляется за счет поверхностных вод р. Ангары, которые испытывают высокую антропогенную нагрузку и подвержены загрязнению. Выше города по течению реки расположены различные предприятия и городская агломерация г. Иркутска, что является причиной постоянного ухудшения качества поверхностных вод. В маловодные годы уровень реки сильно падает до такой степени, что частично оголяется оголовок водозабора. Такие случаи наблюдались в 2017–2019 гг. Этот факт может вызвать в определенные периоды прекращение добычи воды. Особенно опасно прекращение поставки воды в систему водоснабжения города в зимний период, так как это может вывести ее из строя и послужить основанием для возникновения чрезвычайной ситуации. Поэтому для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Ангарска нужен надежный источник воды с хоро-

шим качеством, не подверженный загрязнению. Таким источником является Китойское месторождение питьевых подземных вод [1, 2].

Общая величина разведанных и оцененных по тринадцати участкам запасов подземных вод в районе г. Ангарска составляет 223,929 тыс. м³/сут. (таблица).

Большая часть участков (восемь из тринадцати) разведана по результатам эксплуатации действующих небольших водозаборов и используется недропользователями для водоснабжения конкретных водопотребителей. Сумма этих запасов составляет всего 16,229 тыс. м³/сут. Наиболее перспективным источником питьевого и хозяйственного водоснабжения г. Ангарска является Китойское месторождение питьевых подземных вод.

К данному месторождению питьевых подземных вод относятся пять участков, из них четыре (Нижнекитойский-1, Зорикитойский, Золотниковский, Верхнекитойский-1) выделены в пределах Китойского месторождения

Месторождения питьевых подземных вод, разведанные в районе г. Ангарска Portable groundwater deposits explored in the area of the city of Angarsk

Название месторождения подземных вод (МПВ)	Запасы подземных вод, тыс. м ³ /сут.
Китойское МПВ, Нижнекитойский-1 участок МПВ	35,567
Китойское МПВ, Зорикитойский участок МПВ	0,016
Китойское МПВ, Золотниковско-китойский участок МПВ	0,017
Китойское МПВ, Верхнекитойский-1 участок МПВ	53,4
Китойское МПВ, Второй участок МПВ	118,7
Космонавтское МПВ	0,3
Одинское МПВ	6,5
Малоеловский участок МПВ	0,174
Юго-Восточное МПВ	0,726
Суховское МПВ, Суховский-1 участок МПВ	0,8
НПС-Ангарское МПВ	0,044
Звездный участок МПВ	0,285
Савватеевское МПВ	7,4
Итого	223,929



в 2014 г. Его запасы составляют 207,667 тыс. м³/сут., еще 80 тыс. м³/сут. исключены из государственного баланса, так как по ним невозможно организовать зоны санитарной охраны.

Материалы и методы исследования

Месторождение расположено в предгорной части долины р. Китой в 16 км западнее г. Ангарска (рис. 1). Локализация ресурсов пресных подземных вод на данном участке недр связана с особенностями неотектонического развития рассматриваемой территории.

Истоки р. Китой начинаются в горноскладчатой зоне Саянского хребта. Затем долина выходит на южную оконечность Сибирской платформы и в пределах Иркутско-Черемховской равнины сливается с долиной р. Ангары.

Согласно С. С. Воскресенскому и М. Г. Гроссвальду, вдоль предгорья Саян выделяется две зоны современного (неотектонического) прогибания, простирающиеся параллельно подножию Восточного Саяна. Это Бельская и Ангарская зоны. Китойское место-

рождение питьевых подземных вод расположено в пределах Бельской неотектонической зоны. Она проходит от р. Олхи через средние течения Иркутта, Китоя, Большой и Малой Белой до наибольшего расширения долин р. Оки и Зимы. Ангарская зона простирается примерно вдоль линии городов Иркутск – Черемхово – Залари – Зима. Для обеих зон в долинах рек с наибольшим неотектоническим опусканием характерно широкое развитие пойм, низких надпойменных речных и озерных террас с формированием на многих участках толщи констративного аллювия (переуглубленные участки долин с вложенными террасами), где происходит локализация подземных вод. Зоны опусканий разделены пологим волнообразным поднятием, где преимущественно распространен генетически перстративный аллювий небольшой мощности. Шарниры зон несколько раз погружаются и воздымаются, что связано с наличием волн погружений и опусканий, параллельных хребтам байкальского направления и пересекающих саянское направление почти под прямым



Рис. 1. Схема расположения Китойского месторождения подземных вод
Fig. 1. Location map of the Kitoy groundwater deposit



углом. Эти две системы волновых движений при взаимодействии создали своеобразную решетчатую морфоструктуру Иркутско-Черемховской равнины (рис. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

В местах пересечения зон опусканий саянского и байкальского направлений образуются наибольшие кайнозойские депрессии: Зиминско-Окинская, Среднебельская, Китайская и другие [3–6]. Китайское месторождение приурочено к одному из переуглубленных участков долины р. Китой, сложенных констративным аллювием мощностью от 9 до 39 м, представленным валуно-гравийно-галечниковым материалом с песчаным заполнителем, имеющим высокие фильтрационные показатели (рис. 3, 4). Кратное увеличение эффективной мощности водоносного горизонта в пределах депрессионной структуры сформировало особо благоприятные условия

для локализации пресных подземных вод, которые позволяют вести водоотбор из скважин в усиленном режиме¹ [1, 7–16].

Рассматриваемый участок недр расположен вблизи предгорья Саян, откуда направлен мощный подземный сток, который локализуется в волновых депрессиях Бельской зоны, за счет чего сформировано Китайское месторождение питьевых подземных вод [17, 18]. Воды бывают не только пресные по составу, но и – далее от Присяянья – соленые, так как там происходит разгрузка соленых, солоноватых вод нижележащих юрских водоносных горизонтов, что согласуется с данными гидрохимии геоэкологических исследований и картографирования масштаба 1:200000.

Граница между неогеновыми и четвертичными отложениями проводится условно. В толще неогеновых отложений нельзя выделить отдельные водоносные горизонты, можно лишь отметить ряд особенностей, свойственных данному комплексу [19, 20].

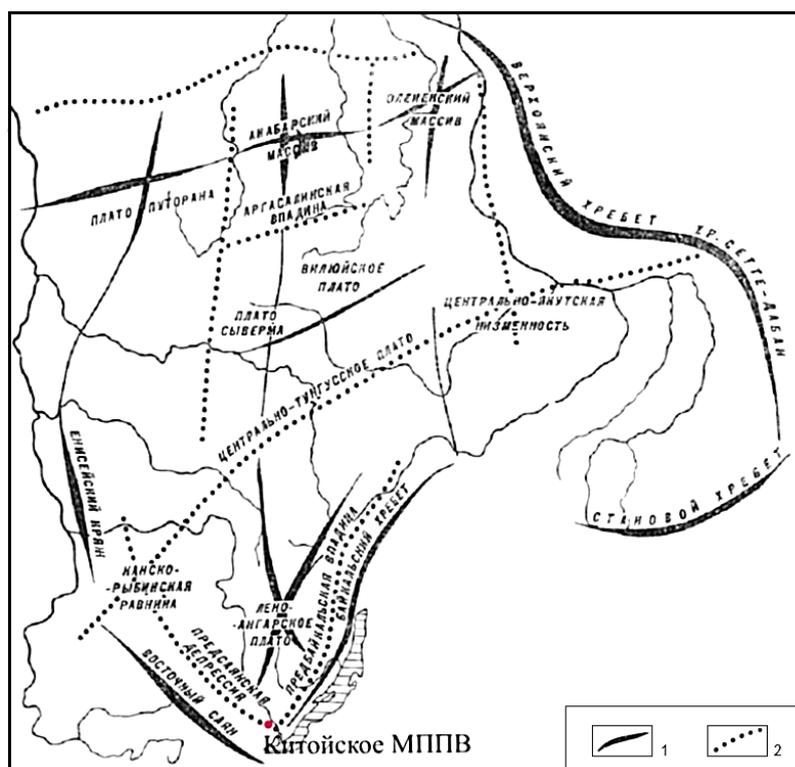


Рис. 2. Волны Мезозойско-Кайнозойских поднятий (1) и опусканий (2), под влиянием которых были оформлены главные особенности морфоструктуры Восточно-Сибирской возвышенной платформенной равнины (по О. М. Адаменко, 1971)

Fig. 2. Waves of Mesozoic-Cenozoic uplifts (1) and subsidence (2) under the influence of which the main morphostructural features of the East Siberian elevated platform plain were formed (according to O. M. Adamenko, 1971)

¹ Климентов П. П., Богданов Г. Я. Общая гидрогеология: учебник для вузов. М.: Недра, 1977. 357 с.



Рис. 3. Гидрогеологическая карта Китойского месторождения питьевых подземных вод
Fig. 3. Hydrogeological map of the Kitoy potable groundwater deposit

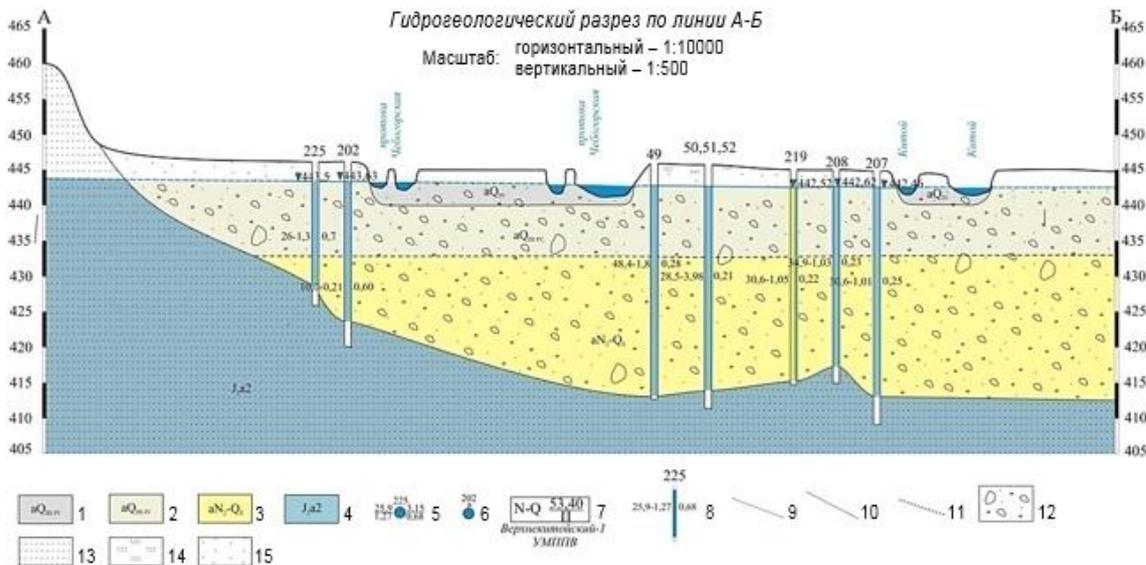


Рис. 4. Гидрогеологический разрез Китойского месторождения питьевых подземных вод:

1 – водоносный горизонт современных аллювиальных отложений (валуны, галечники, пески); 2 – водоносный горизонт современных верхнечетвертичных аллювиальных отложений (галечники, пески, гравий); 3 – водоносный горизонт неоген-четвертичных аллювиальных отложений; 4 – второй водоносный ааленский комплекс (песчаники); 5 – гидрогеологическая скважина: сверху – номер скважины; слева в числителе – дебит, л/сут., в знаменателе – понижение, м; справа в числителе – статический уровень, м, в знаменателе – минерализация, г/дм³; 6 – наблюдательная скважина; 7 – участок с утвержденными в территориальной или государственной комиссии по запасам полезных ископаемых эксплуатационными запасами подземных вод: слева дроби – индекс геологического возраста водоносного подразделения; цифры в числителе – общие запасы суммы категорий (в 10³ м³/сут.), в знаменателе – достигнутый водоотбор на определенную дату и индекс типа воды по ее использованию, П – питьевая; 8 – гидрогеологическая скважина на разрезе: закрашка соответствует химическому составу воды в опробованном интервале глубины; слева – дебит, л/с, и понижение уровня воды, справа – минерализация подземных вод, г/л; 9 – предполагаемая граница водоносного неоген-четвертичного горизонта; 10 – предполагаемый уровень подземных вод; 11 – уровень подземных вод; 12 – валунно-галечные отложения с песчаным заполнителем; 13 – песчаники; 14 – супесь; 15 – пески



Fig. 4. Hydrogeological section of the Kitoy deposit of drinking groundwater:

1 – aquifer of modern alluvial deposits (boulders, pebbles, sands); 2 – aquifer of modern Upper Quaternary alluvial deposits (pebbles, sands, gravel); 3 – aquifer of Neogene-Quaternary alluvial deposits; 4 – second Aalenian aquifer complex (sandstones); 5 – hydrogeological well: at the top – the well number; on the left in the numerator – flow rate, l/day, in the denominator – decrease, m; on the right in the numerator – the statistical level, m, in the denominator – mineralization, g/dm³; 6 – observation well; 7 – the site with operational reserves of groundwater approved by the Territorial or State Committee on Mineral Reserves: on the left of the fraction – index of the aquifer subdivision geological age; numbers in the numerator – total reserves of the sum of the categories (in 10³ m³/day), in the denominator – achieved water intake for a certain date and the index of the water type according to its use, П – drinking water; 8 – hydrogeological well in the section: the shading corresponds to the chemical composition of water in the sampled depth interval; on the left – flow rate, l/s, and lowering of the water level, on the right – groundwater salinity, g/l; 9 – prospective boundary of the aquiferous Neogene-Quaternary horizon; 10 – estimated groundwater level; 11 – groundwater level; 12 – boulder-pebble deposits with sandy filler; 13 – sandstones; 14 – sandy loam; 15 – sands

Согласно результатам ревизионно-заверочных работ 1993 г., средний коэффициент фильтрации по месторождению равен 122 м/сут., средний коэффициент водопроницаемости – 3400 м²/сут. Такие высокие показатели выявлены на территории месторождения, за его пределами они уменьшаются [1]. По качеству воды месторождения удовлетворяют стандартам. На некоторых его участках возможна повышенная минерализация, высокое содержание железа, марганца, может быть использована водоподготовка.

Заключение

Таким образом, авторы обращают внимание на то, что образование подобных месторождений подземных вод происходит за счет неотектонических волновых колебаний. Проведенный анализ также позволил предположить, что есть и другие участки Бельской зоны современного прогибания, на территории которых могут находиться такие же переуглубленные дислокации с водами достаточного количества и качества, которые могут быть использованы в водоснабжении.

Список источников

1. Ткаченко И. А. Китойское месторождение подземных вод // Естественные ресурсы подземных вод юга Восточной Сибири / Е. В. Пиннекер, Б. И. Писарский, Б. М. Шенькман [и др.]; отв. ред. И. С. Зекцер. Наука: Новосибирск, 1976. С. 110–113.
2. Месторождения подземных вод Иркутской области. Методика поисков, разведки и оценки запасов: сб. статей / ред. Е. В. Пиннекер, П. И. Трофимчук. Л.: Недра, 1974. 205 с.
3. Воскресенский С. С. Условия формирования и сохранения поверхностей выравнивания на Средне-Сибирском плоскогорье // Ученые записки Московского государственного университета. Геоморфология. 1956. № 182. С. 9–27.
4. Воскресенский С. С., Гроссвальд И. Г. Об отражении новейшей тектоники в геоморфологии Юго-Восточного Присаянья // Ученые записки Московского государственного университета. Геоморфология. 1956. № 182. С. 169–175.
5. Адаменко О. М., Долгушин И. Ю., Ермолов В. В., Исаева Л. Л., Козловская С. Ф., Леонов Б. Н. [и др.]. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Плоскогорья и низменности Восточной Сибири / отв. ред. Н. А. Флоренсов. М.: Наука, 1971. 320 с.
6. Проблемы геоморфологии и неотектоники орогенных областей Сибири и Дальнего Востока: материалы Всесоюз. Совещ. по геоморфологии и неотектоники Сибири и Дальнего Востока / ред. Н. А. Флоренсов, Л. К. Зятькова, О. В. Кашменская [и др.]. Т. II. Новосибирск: Наука, 1968. 366 с.
7. Пиннекер Е. В., Писарский Б. И., Ломоносов И. С., Колдышева Р. Я., Диденко А. А., Шерман С. И. Гидрогеология Прибайкалья. М.: Наука, 1968. 170 с.
8. Пиннекер Е. В. Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна. М.: Наука, 1966. 332 с.
9. Степанов В. М. Введение в структурную гидрогеологию. М.: Недра, 1989. 229 с.
10. Гидрогеология СССР / вед. ред. В. Г. Ткачук; зам. вед. ред. Е. В. Пиннекер, П. И. Трофимчук. Т. XIX. Иркутская область / ред. А. В. Сидоренко. М.: Недра, 1968. 496 с.
11. Дэвис С., де Уист Р. Гидрогеология. Т. II / пер с англ. М.: Мир, 1970. 254 с.
12. Church M., Ferguson R. I. Morphodynamics: rivers beyond steady state // Water Resources Research. 2015. Vol. 51. Iss. 4. P. 1883–1897. <https://doi.org/10.1002/2014WR016862>.
13. Wright N., Crosato A. The hydrodynamics and morphodynamics of rivers // Treatise on Water Science. 2011. Vol. 2. P. 135–156. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53199-5.00033-6>.
14. Syvitski J. P. M., Slingerland R. L., Burgess P., Murray A.B., Wiberg P., Tucker G., Voinov A. Morphodynamic models: an overview // River, coastal and estuarine morphodynamics / eds. C. A. Vionnet, M. H. Garcia, E. M. Latrubesse, G. M. E. Perillo. London: Taylor & Francis, 2010. P. 3–20.
15. Auge M. Hydrogeology of plains. Cham: Springer, 2016. 73 p.



16. Treatise on geomorphology / ed. J. F. Shroder. San Diego: Academic Press, 2013. 6386 p.

17. Подземный сток на территории Сибири и методы его изучения: сб. статей / отв. ред. Б. М. Шенькман. Новосибирск: Наука, 1979. 135 с.

18. Степанов Ю. Г., Гета Р. И., Синюкевич В. Н. [и др.]. Водные ресурсы и водный баланс бассейна реки Ангары / отв. ред. М. Н. Шимараев. Новосибирск: Наука, 1983. 253 с.

19. Пиннекер Е. В., Писарский Б. И., Шварцев С. Л., Богданов Г. Я., Борисов В. Н., Караванов К. П. Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. Новосибирск: Наука, 1980. 225 с.

20. Возраст и генезис переуглублений на шельфах и история речных долин: сб. стат. / отв. ред. М. Н. Алексеев, Н. И. Николаев, В. Л. Яхимович. М.: Наука, 1984. 217 с.

References

1. Tkachenko I. A. The Kitoy deposit of groundwater. In: Zektser I. S. (ed.). *Estestvennye resursy podzemnykh vod yuga Vostochnoi Sibiri = Natural resources of underground waters in the south of Eastern Siberia*. Nauka: Novosibirsk; 1976. p.110–113. (In Russ.).

2. Pinneker E. V., Trofimchuk P. I. *Deposits of groundwater in the Irkutsk region. Prospecting, exploration and assessment methods of reserves*. Leningrad: Nedra; 1974. 205 p. (In Russ.).

3. Voskresenskii S. S. Formation and preservation conditions of peneplains on the Central Siberian Plateau. *Uchenye zapiski Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Geomorfologiya*. 1956;182:9–27. (In Russ.).

4. Voskresenskii S. S., Grossval'd I. G. On latest tectonics reflection in geomorphology of the Southeastern Cis-Sayan region. *Uchenye zapiski Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Geomorfologiya*. 1956;182:169–175. (In Russ.).

5. Adamenko O. M., Dolgushin I. Yu., Ermolov V. V., Isaeva L. L., Kozlovskaya S. F., Leonov B. N., et al. *Development history of Siberian and the Far East relief. Plateau and lowlands of Eastern Siberia*. Moscow: Nauka; 1971. 320 p. (In Russ.).

6. Florensov N. A., Zyat'kova L. K., Kashmenskaya O. V., et al. *Problems of geomorphology and neotectonics of orogenic regions of Siberia and the Far East: materials of the All-Union Meeting on geomorphology and neotectonics of Siberia and the Far East*. Vol. 2. Novosibirsk: Nauka; 1968. 366 p. (In Russ.).

7. Pinneker E. V., Pisarskii B. I., Lomonosov I. S., Koldysheva R. Ya., Didenko A. A., Sherman S. I. *Hydrogeology of the Baikal region*. Moscow: Nauka; 1968. 170 p. (In Russ.).

8. Pinneker E. V. *Brines of the Angara-Lena artesian basin*. Moscow: Nauka; 1966. 332 p. (In Russ.).

9. Stepanov V. M. *Introduction to structural hydrogeology*. Moscow: Nedra; 1989. 229 p. (In Russ.).

10. Tkachuk V. G., Pinneker E. V., Trofimuk P. I. *Hydrogeology of the SSSR*. Vol. 19. *The Irkutsk region*. Moscow: Nedra; 1968. 496 p. (In Russ.).

11. Davis S. N., R. J. M. *Hydrogeology*. Vol. 2. 1966. 254 p. (Russ. ed.: *Gidrogeologiya*. Moscow: Mir, 1970. 254 p.).

12. Church M., Ferguson R. I. Morphodynamics: rivers beyond steady state. *Water Resources Research*. 2015;51(4):1883-1897.

<https://doi.org/10.1002/2014WR016862>.

13. Wright N., Crosato A. The hydrodynamics and morphodynamics of rivers. *Treatise on Water Science*. 2011;2:135-156. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53199-5.00033-6>.

14. Syvitski J. P. M., Slingerland R. L., Burgess P., Murray A.B., Wiberg P., Tucker G., Voinov A. Morphodynamic models: an overview. In: Vionnet C. A., Garcia M. H., Latrubesse E. M., Perillo G. M. E. (eds.). *River, coastal and estuarine morphodynamics*. London: Taylor & Francis; 2010. p.3–20.

15. Auge M. *Hydrogeology of plains*. Cham: Springer; 2016. 73 p.

16. Shroder J. F. *Treatise on geomorphology*. San Diego: Academic Press; 2013. 6386 p.

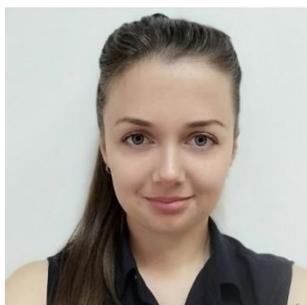
17. Shen'kman B. M. *Groundwater runoff in Siberia and its study methods*. Novosibirsk: Nauka; 1979. 135 p. (In Russ.).

18. Stepanov Yu. G., Geta R. I., Sinyukevich V. N., et al. *Water resources and water balance of the Angara river basin*. Novosibirsk: Nauka; 1983. 253 p. (In Russ.).

19. Pinneker E. V., Pisarskii B. I., Shvartsev S. L., Bogdanov G. Ya., Borisov V. N., Karavanov K. P. *Fundamentals of hydrogeology. General hydrogeology*. Novosibirsk: Nauka; 1980. 225 p. (In Russ.).

20. Alekseev M. N., Nikolaev N. I., Yakhimovich V. L. *Age and genesis of overdeeping on the shelves and the history of river valleys*. Moscow: Nauka; 1984. 217 p. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors



Кураничева Анна Игоревна,
гидрогеолог второй категории,
АО «Урангеологоразведка» АО «Росгеология», Ангарская экспедиция,
г. Иркутск, Россия,
аспирант,
Институт земной коры СО РАН,
г. Иркутск, Россия,
kuraničeva.ai@mail.ru.



Anna I. Kuranicheva,
Second Category Hydrogeologist,
JSC Urangeo of JSC Rosgeo, Angarsk Expedition,
Irkutsk, Russia,
Postgraduate Student,
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, Russia,
kuranicheva.ai@mail.ru.



Ланкин Юрий Константинович,
руководитель,
Иркутский территориальный центр
государственного мониторинга геологической среды,
АО «Урангеологоразведка» АО «Росгеология», Ангарская экспедиция,
г. Иркутск, Россия,
yur-lankin@yandexl.ru.

Yuri K. Lankin,
Head of Irkutsk Territorial Center of State Monitoring of Geological Environment,
JSC Urangeo of JSC Rosgeo, Angarsk Expedition,
Irkutsk, Russia,
yur-lankin@yandexl.ru.



Наумова Ольга Олеговна,
главный гидрогеолог,
Иркутский территориальный центр
государственного мониторинга геологической среды,
АО «Урангеологоразведка» АО «Росгеология», Ангарская экспедиция,
г. Иркутск, Россия,
jalo_1985@mail.ru.

Olga O. Naumova,
Chief Hydrogeologist,
Irkutsk Territorial Center of State Monitoring of Geological Environment,
JSC Urangeo of JSC Rosgeo, Angarsk Expedition,
Irkutsk, Russia,
jalo_1985@mail.ru.

Вклад авторов / Contribution of the authors

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.*

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 04.06.2021; одобрена после рецензирования 02.07.2021; принята к публикации 05.08.2021.

The article was submitted 04.06.2021; approved after reviewing 02.07.2021; accepted for publication 05.08.2021.