

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 556.332.629

EDN: FSDJJ

DOI: 10.21285/2686-9993-2024-47-3-280-288

Условия формирования месторождений пресных подземных вод
Иркутского артезианского бассейнаА.И. Кураничева^{a✉}^aИнститут земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

Резюме. Цель данного исследования заключалась в представлении результатов детализации гидрогеологических условий крупной гидрогеологической структуры – Иркутского артезианского бассейна II порядка. Для выделения территорий с различными условиями формирования месторождений пресных подземных вод и выявления границ крупных низменностей и возвышенностей рельефа в сопоставлении с геологической структурой использовался метод морфоструктурного анализа. Для обобщения автором привлечены данные по 45 месторождениям пресных питьевых подземных вод, разведанных на территории Иркутского артезианского бассейна II порядка с эксплуатационными запасами более 500 м³/сут. К крупным возвышенностям рельефа в пределах тектонических впадин приурочены месторождения пресных подземных вод в юрских терригенных породах, а к тектоническим поднятиям приурочены месторождения как в кембрийских карбонатных, так и в юрских и ордовикских терригенных отложениях. Месторождения восполняются за счет естественных ресурсов. Питание эксплуатационных горизонтов крупных месторождений в кембрийских и ордовикских породах происходит за счет привлекаемых ресурсов. В пониженных частях рельефа месторождения пресных подземных вод формируются только в четвертичных аллювиальных отложениях за счет инфильтрации из рек (привлекаемых ресурсов). Решающее влияние на формирование естественных ресурсов и динамических запасов, на локализацию подземного стока оказали неотектонические движения, обеспечив распределение и локализацию поверхностного и подземного стока. К тому же при выявлении перспективных участков поисков пресных подземных вод целесообразно опираться на закономерности распределения запасов пресных подземных вод уже разведанных месторождений в пределах выявленных морфоструктур.

Ключевые слова: Иркутский артезианский бассейн, месторождение пресных вод, естественные ресурсы, привлекаемые ресурсы

Для цитирования: Кураничева А.И. Условия формирования месторождений пресных подземных вод Иркутского артезианского бассейна // Науки о Земле и недропользование. 2024. Т. 47. № 3. С. 280–288. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2024-47-3-280-288>. EDN: FSDJJ.

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION
OF SOLID MINERALS, MINERAGENCY

Brief report

Formation conditions of fresh groundwater
deposits in Irkutsk artesian basinAnna I. Kuranicheva^{a✉}^aInstitute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract. The purpose of the research is to give a detailed description of hydrogeological conditions of the Irkutsk artesian basin, which is a large hydrogeological structure of the second order. The method of morphostructural analysis has been used to distinguish the territories with different formation conditions of fresh groundwater deposits as well as to identify the boundaries of large lowlands and uplands in comparison with the geological structure. To make a generalization, the author uses the data on 45 deposits of fresh drinking groundwater explored on the territory of the Irkutsk artesian basin of the second order with the operational reserves of more than 500 m³/day. Deposits of fresh groundwater in Jurassic terrigenous rocks are confined to large relief elevations within tectonic depressions while the deposits in both Cambrian carbonate and Jurassic-Ordovician terrigenous



sediments are confined to tectonic uplifts. The deposits are replenished by natural resources. The production horizons of large deposits in Cambrian and Ordovician rocks are fed by attracted resources. In the lowlands the deposits of fresh groundwater are formed only in Quaternary alluvial deposits, due to infiltration from rivers (attracted resources). Neotectonic movements are the ones that had a dominant influence on the formation of natural resources and dynamic reserves as well as on underground flow localization as they ensured the distribution and localization of surface and underground flow. It is also noted that when identifying promising areas for searching for fresh underground water, it is advisable to rely on the distribution patterns of fresh underground water reserves of already explored deposits within the identified morphostructures.

Keywords: Irkutsk artesian basin, fresh groundwater deposit, natural resources, attracted resources

For citation: Kuranicheva A.I. Formation conditions of fresh groundwater deposits in Irkutsk artesian basin. *Earth sciences and subsoil use*. 2024;47(3):280-288. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2024-47-3-280-288>. EDN: FSIDJJ.

Введение

Пресные питьевые подземные воды представляют собой одно из важнейших полезных ископаемых, обеспечивающих развитие социальной сферы и экономики исследуемой территории. Вследствие чего водоснабжение остается главным условием жизни городских агломераций и крупных населенных пунктов. Главным базовым и промышленным узлом Иркутской области является зона городов Шелехов – Иркутск – Ангарск – Усолье-Сибирское – Саянск, вытянутая вдоль Транссибирской магистрали по всему Иркутскому артезианскому бассейну II порядка (далее: Иркутский артезианский бассейн), который является наиболее крупной структурой Ангаро-Ленского артезианского бассейна I порядка [1].

В связи с постоянно возрастающим развитием промышленного производства и ростом населения городов из года в год увеличивается потребность в обеспечении их качественными питьевыми водами. Поэтому для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимы надежные источники воды с хорошим качеством, неподверженные загрязнению. Поверхностные воды испытывают высокую антропогенную нагрузку и чаще всего подвержены загрязнению. Выше крупных населенных пунктов и по течению рек нередко бывают расположены различные предприятия и другие городские агломерации, что является причиной постоянного ухудшения качества поверхностных вод [1–6]. Поэтому для водоснабжения населенных пунктов широко

используются месторождения питьевых подземных вод.

Материалы и методы исследования

Сформулирована гипотеза о ведущей роли морфоструктурного фактора и закономерностей соотношения «геологическая структура – рельеф». Привлечение данных морфологического анализа рельефа и геолого-структурных условий (морфоструктурного анализа) является эффективным методом для выделения территорий с различными условиями формирования месторождений пресных подземных вод Иркутского артезианского бассейна [7, 8]. Данные территории соответствуют тектонической схеме структур кайнозойского и мезозойского этапов активизации юга Сибирской платформы^{1,2}. В процессе выполненной работы методами морфоструктурного анализа уточнены границы возвышенностей и низменностей рельефа в более крупном масштабе, которые сопоставлены с геологическими структурами мезозойского этапа тектонической активизации Иркутского артезианского бассейна.

С учетом сложившихся взглядов на неотектонические (масштаб – 1:4000000 и мельче [9–10]³), гидрогеологические карты (карты 1:4000000 [11] и 1:1000000⁴), автором, на основе топографических и геолого-структурных карт, выполнен морфоструктурный анализ Иркутского артезианского бассейна для выделения территорий с различными гидрогео-

¹ Галимова Т.Ф., Пашкова А.Г., Поваринцева С.А., Перфильев М.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000 (третье поколение), Ангаро-Енисейская серия. Лист N-47 (Нижеудинск). Объяснительная записка. СПб., 2012. 652 с.

² Галимова Т.Ф., Пермяков С.А., Бобровский В.Т. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000 (третье поколение), Ангаро-Енисейская серия. Лист N-48 (Иркутск). Объяснительная записка. СПб., 2009. 574 с.

³ Флоренсов Н.А. Новейшие движения земной коры // Атлас Иркутской области / под ред. И.П. Заруцкой М.; Иркутск: Главное управление геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР, 1962. 182 с.

⁴ Попов А.И. Подземные воды // Атлас Иркутской области / под ред. И.П. Заруцкой М.; Иркутск: Главное управление геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР, 1962. 182 с.



логическими условиями в крупном масштабе 1:200000, так как выявить закономерности таких территорий на картах мелкого масштаба весьма затруднительно.

На итоговой схеме представлены месторождения пресных подземных вод Иркутского артезианского бассейна в границах распространения мезозойских отложений. Для этого были использованы фондовые материалы, которые вынесены на итоговую морфоструктурную схему масштаба 1:200000. Таким образом были выделены территории по морфоструктурным признакам со схожими условиями формирования месторождений пресных подземных вод. Привлечены и проанализированы данные по 45 месторождениям пресных питьевых подземных вод, разведанных на территории Иркутского артезианского бассейна с запасами более 500 м³/сут.^{5,6}. Не учитывались запасы подземных вод, списанные с государственного баланса в связи с недостаточной

для категоризации геолого-гидрогеологической изученностью, связанной с отсутствием обоснования источника формирования ресурсов подземных вод. Запасы подземных вод, списанные из-за невозможности организации зон санитарной охраны в связи с застройкой территории месторождений, автором учитывались, так как эти факторы не влияют на формирование запасов.

Общая схема была собрана в демонстрационную графику масштаба 1:1500000. В итоге получена уточненная на основе морфоструктурного анализа схема территорий Иркутского артезианского бассейна с различными гидрогеологическими условиями формирования месторождений пресных подземных вод в границах развития структур мезозойского этапа тектонической активизации. Выделенные территории в соответствии с морфоструктурной типизацией (рис. 1) приведены на рис. 2, 3, где показаны границы крупных пони-

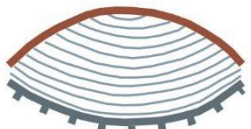
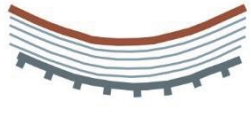
Характер морфоструктур	Характер геологических плективных дислокаций	Типовая схема	Тип морфоструктур
Положительные	Положительные		Прямая
	Отрицательные		Обращенная
Отрицательные	Положительные		Обращенная
	Отрицательные		Прямая



Рис. 1. Схема типизации морфоструктур (согласно источнику [13]):

1 – морфоструктура (поверхность рельефа); 2 – геологическая структура;

3 – лито-фациальные (стратиграфические) толщи

Fig. 1. Morphostructure typification diagram (according to [13]):

1 – morphostructure (relief surface); 2 – geological structure; 3 – lithofacies (stratigraphic) strata

⁵ Сводные данные о состоянии ресурсной базы подземных вод по территории Иркутской области в 2020 году. Томск: СРЦ ГМСН, 2021. С. 11.

⁶ Отчет по объекту «Оценка состояния месторождений питьевых и технических подземных вод в нераспределенном фонде недр с целью приведения их запасов в соответствие с действующим законодательством на территории Республики Бурятия, Забайкальского края и Иркутской области». Томск: ОАО «Томскеомониторинг», 2014.



жений рельефа (отрицательных морфоструктур) на общем фоне возвышенностей рельефа (положительных морфоструктур). Верхней границей служит рельеф, так как результаты неотектонических движений подчеркиваются особенностями современного рельефа, представляющего собой сочетание денудационных возвышенностей и аккумулятивных низменностей [12]. Нижней границей служит подошва юрских отложений (см. рис. 1).

Результаты исследования и их обсуждение

В соотношении «рельеф – геологическая структура» выявлены определенные закономерности формирования месторождений пресных подземных вод за счет естественных и привлекаемых ресурсов. Ниже представлены такие закономерности для крупных возвышенностей (положительных морфоструктур) и низменностей (отрицательных морфоструктур) в соотношении со структурой подошвы мезозойских отложений (см. рис. 1). В пределах положительных морфоструктур формирование запасов происходит за счет естественных и привлекаемых ресурсов, в пределах отрицательных – преимущественно за счет привлекаемых ресурсов.

1. Формирование месторождений за счет естественных ресурсов подземных вод:

1.1. В междуречьях крупных рек (Ангара, Иркут, Китой, Ока и других), являющихся возвышенностями рельефа (положительной морфоструктуры):

В пределах положительных геологических структур по подошве юрских отложений. Формирование запасов месторождений происходит за счет естественных ресурсов юрских терригенных отложений:

– в юрских терригенных отложениях (это месторождения Муринское, Оекское, Малоко-тинское, Кировское, Мхатское, Каранцайское, Бурдаковское, Каролокское);

– в кембрийских карбонатных и ордовикских карбонатно-терригенных отложениях, формирование запасов подземных вод обусловлено вертикальным перетоком подземных вод из юрских терригенных отложений (это месторождения Мальтинское, Заларинское, Тыретское, Кутуликское, Алгатуйское, Анзаводское, Промплощадка Азейского, Анганорское);

– в кембрийских карбонатных отложениях, выходящих на дневную поверхность (место-

рождения Нотское, Боминское, Саган-Жалгайское).

За счет ресурсов подземных вод в юрских отложениях при их перетоке в кембрийские и ордовикские отложения формируются месторождения пресных подземных вод на фоне окружающих солоноватых вод, непригодных для питьевого водоснабжения (см. рис. 2).

1.2. В пределах отрицательных геологических структур по подошве юрских отложений. Формирование запасов месторождений подземных вод происходит за счет естественных ресурсов в юрских терригенных отложениях. Эти месторождения: Еловское, Юго-Восточное, Булагат-Малоеловское, Вдовинское, Максимовско-Пионерское, Суховское, Тельмино-Биликтуйское, Одинское, Мегетское, Кондитерское, Держинское, Пивоваренское, Завод Родник, Новолисихинское, Усть-Кудинское.

Формирование месторождений за счет привлекаемых ресурсов подземных вод:

2. В долинах крупных рек, пересекающих возвышенности рельефа (положительные морфоструктуры).

В пределах положительных геологических структур по подошве юрских отложений.

Формирование запасов крупных месторождений происходит за счет привлекаемых ресурсов в кембрийских карбонатных и ордовикских карбонатно-терригенных отложениях. Это такие месторождения, как Прибрежно-Аларское, Среднебельское, Хайтинское, Свирское, Красноярское.

3. В долинах крупных рек, пересекающих низменности рельефа (отрицательные морфоструктуры):

3.1. В пределах отрицательных геологических структур по подошве юрских отложений.

Формирование запасов подземных вод крупных месторождений происходит за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных отложениях вблизи русел рек. При вскрытии юрских терригенных отложений наблюдается резкое ухудшение качества подземных вод. Это месторождения Баушинское, Китойское, Иркутское.

3.2. В пределах положительных геологических структурах по подошве юрских отложений. Формирование запасов подземных вод крупных месторождений происходит за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных отложениях. Это месторождения Зиминское,



Типовая схема формирования пресных подземных вод	Обозначение на схеме	Тип морфоструктур	Схема морфоструктур	Источник формирования запасов	Условия формирования пресных подземных вод	Месторождения
		Положительная прямая		Естественные ресурсы подземных вод	1. Между речья крупных рек (Ангара, Иркут, Китой, Ока и другие) возвышенности рельефа (положительные морфоструктуры). 1.1. Положительные геологические структуры по подшоше юрских отложений. Формирование запасов месторождений за счет естественных ресурсов юрских терригенных отложений. – в юрских терригенных отложениях; – в кембрийских карбонатных отложениях, обусловленное вертикальным перетоком подземных вод из юрских терригенных отложений; – в кембрийских карбонатных отложениях, выходящих на дневную поверхность. 1.2. Отрицательные геологические структуры по подшоше юрских отложений. Формирование запасов месторождений за счет естественных ресурсов в юрских терригенных отложениях.	Боминское, Саян-Жагайское, Муринское, Малтыгинское, Запаринское, Тыретьское, Обское, Малолютинское, Нотское, Кировское, Мхатское, Кулулукское, Каранайское, Бурдаковское, Карполюкское, Промплощадка Азейского, Ангарское, Алаулуйское, Анзаводское
		Положительная обратная		Естественные ресурсы подземных вод	2. Долины крупных рек, пересекающие возвышенности рельефа (положительные морфоструктуры). Положительные геологические структуры по подшоше юрских отложений. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в кембрийских карбонатных и ордовикских карбонатно-терригенных отложениях.	Еловское Юго-Восточное, Булагат-Малоеловское, Вдовинское, Максимова-Пионерское, Суховское, Тельмино-Биликтуйское, Одинокое, Мелетское, Кондигерское, Дзержинское, Пивоваренское, Завод Родник, Новолисийское, Усть-Кудинское
		Положительная прямая		Привлекаемые ресурсы пресных подземных вод	3. Долины крупных рек, пересекающие низменности рельефа (отрицательные морфоструктуры). 3.1. Отрицательные геологические структуры по подшоше юрских отложений. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных отложениях вблизи русел рек. При вскрытии юрских терригенных отложений резкое ухудшение качества подземных вод. 3.2. Положительные геологические структуры. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных месторождениях. При вскрытии кембрийских пород ухудшается качество подземных вод, но образуются месторождения технических вод.	Прибрежно-Аларское, Среднебельское, Хайтинское, Свиное, Краснояровское
		Отрицательная прямая		Привлекаемые ресурсы пресных подземных вод	3. Долины крупных рек, пересекающие низменности рельефа (отрицательные морфоструктуры). 3.1. Отрицательные геологические структуры по подшоше юрских отложений. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных отложениях вблизи русел рек. При вскрытии юрских терригенных отложений резкое ухудшение качества подземных вод. 3.2. Положительные геологические структуры. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных месторождениях. При вскрытии кембрийских пород ухудшается качество подземных вод, но образуются месторождения технических вод.	Китойское, Иркутское, Баушинское
		Отрицательная обратная		Привлекаемые ресурсы пресных подземных вод	3. Долины крупных рек, пересекающие низменности рельефа (отрицательные морфоструктуры). 3.1. Отрицательные геологические структуры по подшоше юрских отложений. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных отложениях вблизи русел рек. При вскрытии юрских терригенных отложений резкое ухудшение качества подземных вод. 3.2. Положительные геологические структуры. Формирование запасов крупных месторождений за счет привлекаемых ресурсов в аллювиальных месторождениях. При вскрытии кембрийских пород ухудшается качество подземных вод, но образуются месторождения технических вод.	Черемуховый Куст, Зиминское, Бобышевское



Рис. 2. Соотношение ресурсов и локализации месторождений пресных подземных вод Иркутского артезианского бассейна:

1 – зона солоноватых вод с минерализацией более 1 г/дм³; 2 – зона пресных вод с минерализацией менее 1 г/дм³; 3 – поверхность рельефа (морфоструктура); 4 – геологическая структура; 5 – лито-фацальные (стратиграфические) толщи; 6–9 – условия, аналогичные территории: 6 – 1.1, 7 – 1.2, 8 – 3.1, 9 – 3.2

Fig. 2. Correlation between resources and fresh groundwater deposits localization in the Irkutsk artesian basin:

1 – saline water zone with mineralization of more than 1 g/dm³; 2 – fresh water zone with mineralization of less than 1 g/dm³; 3 – relief surface (morphostructure); 4 – geological structure; 5 – lithofacies (stratigraphic) strata; 6–9 – conditions similar to the territory: 6 – 1.1, 7 – 1.2, 8 – 3.1, 9 – 3.2

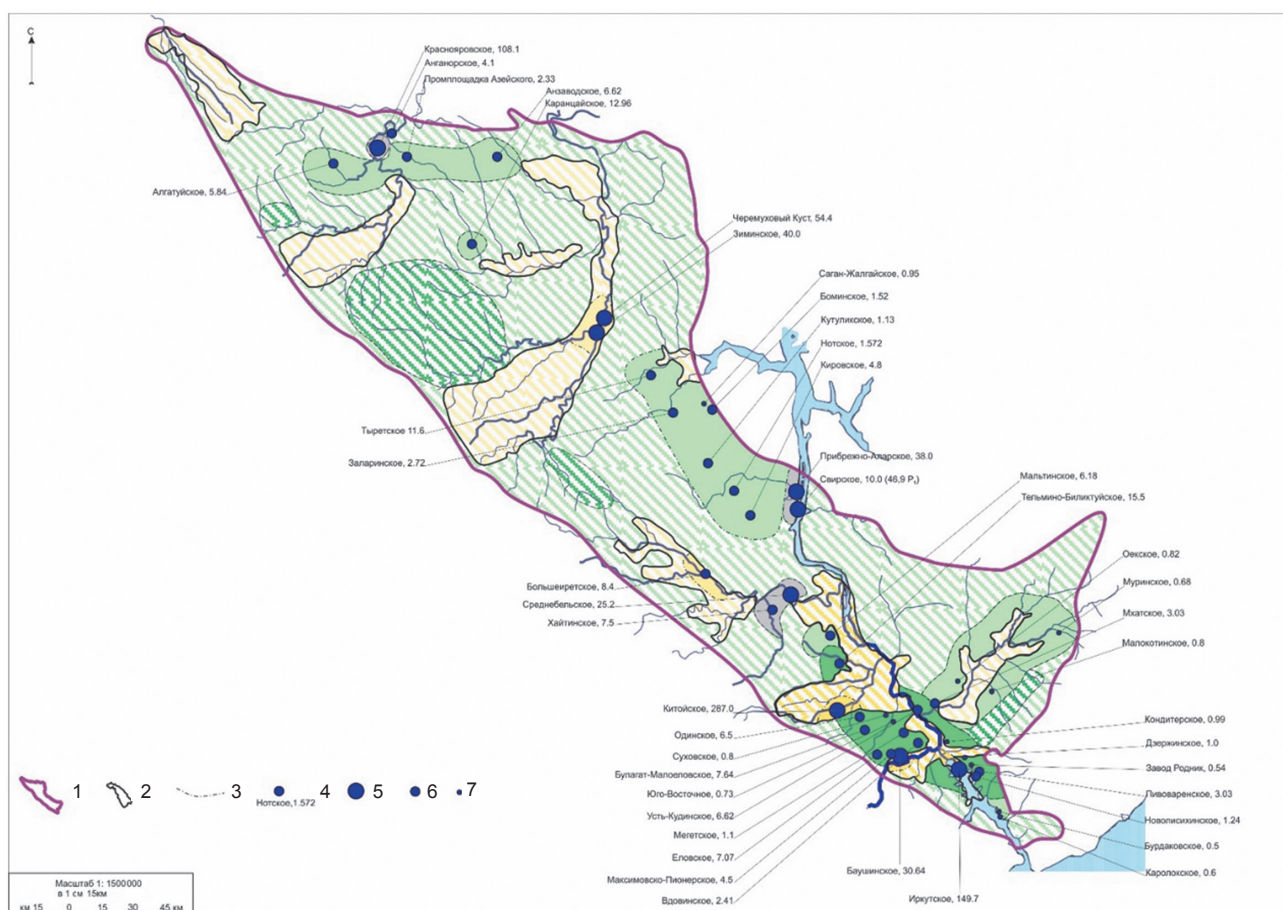


Рис. 3. Морфоструктурно-гидрогеологическая схема Иркутского артезианского бассейна с месторождениями пресных подземных вод:

1 – граница Иркутского артезианского бассейна; 2 – крупные понижения рельефа (отрицательные морфоструктуры); 3 – граница территорий с различными условиями формирования подземных вод; 4 – месторождение пресных подземных вод, запасы тыс. m^3 ; 5–7 – месторождения пресных подземных вод с запасами: 5 – более 20 тыс. m^3 , 6 – 1–20 тыс. m^3 , 7 – менее 1 тыс. m^3

Fig. 3. Morphostructural-hydrogeological diagram of the Irkutsk artesian basin with fresh groundwater deposits:

1 – boundary of the Irkutsk artesian basin; 2 – large relief depressions (negative morphostructures); 3 – boundary of territories with different conditions of groundwater formation; 4 – a fresh groundwater deposit, reserves, thousand m^3 ; 5–7 – fresh groundwater deposits with the reserves of: 5 – more than 20,000 m^3 , 6 – 1,000–20,000 m^3 , 7 – less than 1,000 m^3

Черемуховый Куст, Большеиретское. При вскрытии кембрийских пород наблюдается ухудшение качества пресных подземных вод, но образуются месторождения технических вод, к примеру, Конноостровское.

Результаты выполненного анализа территории с различными гидрогеологическими условиями позволяют установить, что месторождения пресных подземных вод Иркутского артезианского бассейна в границах мезозойского цикла тектонической активизации и их обеспеченность ресурсами обусловлены природным фактором, зависящим от соотношения «рельеф – геологическая структура».

В пределах крупных отрицательных морфоструктур (низменности рельефа) хозяйственно-питьевое водоснабжение подземными водами можно осуществлять преимущественно за счет привлекаемых ресурсов в обводненных хорошо промытых аллювиальных отложениях вблизи рек. Водные ресурсы имеют транзитный характер в виде рек. Естественные ресурсы незначительны, с подземными водами плохого качества. Поэтому добыча пресных питьевых подземных вод в достаточных объемах возможна только из четвертичных аллювиальных отложений, которые находятся на уровне основного базиса дренирования за счет привлекаемых ре-



сурсов (инфильтрации из рек). Если отступить от русел рек первые сотни метров, то фильтрационные показатели эксплуатационного горизонта за счет плохой промытости водовмещающих пород значительно уменьшаются, качество воды не отвечает питьевым требованиям. При углублении скважин в коренные породы вблизи рек вскрываются соленоватые и даже соленые воды. Это характерно для месторождений подземных вод в крупных понижениях рельефа, так как водоносные комплексы коренных пород залегают ниже основного базиса дренирования. Сами крупные понижения рельефа (отрицательные морфоструктуры), имеющие площадь в десятки квадратных километров или километровую ширину долин в таких местах, не обладают естественными ресурсами, которые могли бы быть использованы для водоснабжения как по объему, так и по качеству воды. В целом, в пределах крупных понижений рельефа (отрицательных морфоструктур) в коренных породах существуют купола соленоватых и соленых вод и даже могут быть встречены рассолы. Например, в ряде скважин Китойского месторождения пресных подземных вод при переуглублении скважин в коренные породы (на глубине 26–30 м) вскрыты воды, по своему составу отличающиеся от состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса. Минерализация превышает 3 г/л, наблюдается высокое содержание железа и марганца. В некоторых случаях жесткость подземных вод превышает 7 мг-экв/л⁷. На территории Зиминского месторождения водопроницаемость аллювиальных отложений вблизи русла реки превышает 300–400 м²/сут., а в 200–300 м от него уменьшается до 30–60 м²/сут., минерализация под-

земных вод с глубиной увеличивается от 0,9 до 2–3 г/дм³⁸.

В пределах крупных положительных морфоструктур (возвышенности рельефа, междуречий) основные водоносные комплексы в междуречьях крупных рек залегают выше основного базиса дренирования, в зоне интенсивного водообмена. Месторождения пресных подземных вод формируются за счет естественных ресурсов. В долинах рек формирование месторождений происходит за счет привлекаемых ресурсов, так как долины рек могут пересекать как понижения рельефа (к примеру, долины рек Зима, Ока около г. Зимы; река Китой в районе г. Ангарска), так и возвышенности рельефа (долина реки Ангара около г. Свирска и Черемхово, реки Ии в районе г. Тулуна и севернее).

Заключение

Таким образом, формирование месторождений подземных вод на рассматриваемой территории обусловлено соотношением «рельеф – геологическая структура». Обе составляющие, являющиеся результатом современного тектонического развития региона, предопределили распределение как естественных, так и привлекаемых ресурсов пресных подземных вод в верхней гидродинамической зоне.

Именно для обоснования объектов, перспективных для первоочередных геологоразведочных работ на подземные воды, с целью ускорения качественного водоснабжения крупных населенных пунктов и промышленных центров региона видится прикладное, народно-хозяйственное значение изложенной работы.

Список источников

1. Аузина Л.И. Прогноз подпора подземных вод на территориях исторических центров городов Восточной Сибири // Науки о Земле и недропользование. 2021. Т. 44. № 1. С. 73–84. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-73-84>.
2. Алексеев С.В., Алексеева Л.П., Глотов В.Е., Иванова Т.П., Кулаков В.В., Ланкин Ю.К. [и др.]. Состояние питьевого водоснабжения на базе подземных вод в Сибири и на Дальнем Востоке // Подземные воды востока России: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России (XXII Совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока) (г. Новосибирск, 18–22 июня 2018 г.). Новосибирск: Изд-во НГУ, 2018. С. 4–20. EDN: UTRVFT.
3. Блохин Ю.И., Лунова Т.Е. Мониторинг промышленного загрязнения подземных вод на территории Иркутской области // Подземная гидросфера: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России (XX Совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока) (г. Иркутск, 18–22 июня 2012 г.). Иркутск: Географ, 2012. С. 445–449.

⁷ Золотых Т.И. Отчет о результатах работ по объекту «Доразведка участка Верхнекитойский-1 Китойского месторождения подземных вод для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения Ангарского городского округа», Иркутск: ТГФ, 2021.

⁸ Ланкин Ю.К., Лумпов И.А., Лумпова Ж.М. Отчет по переоценке эксплуатационных запасов Зиминского месторождения пресных подземных вод на действующем Шехолайском водозаборе по состоянию на 1 января 2005 года. Иркутск: ТГФ, 2005. С. 14–29.



4. Пиннекер Е.В., Ткачук В.Г., Трофимук П.И. Гидрогеология СССР. Т. 19. Иркутская область. М.: Недра, 1968. 471 с.
5. Шолохов П.А. Аспекты использования подземных вод юрских угленосных отложений в качестве источника водоснабжения (на примере г. Иркутска) // Подземная гидросфера: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России с междунар. уч. (XXIII Совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока) (г. Иркутск, 20–26 июня 2021 г.). Иркутск: Изд-во ИЗК СО РАН, 2021. С. 562. <https://doi.org/10.52619/978-5-9908560-9-7-2021-23-1-562-565>. EDN: GROPLX.
6. Шенькман Б.М. Гидрогеология промышленных зон Иркутской области // Подземная гидросфера: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России (XX Совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока) (г. Иркутск, 18–22 июня 2012 г.). Иркутск: Географ, 2012. С. 499–503.
7. Ткачук В.Г., Пиннекер Е.В. Подземные воды Иркутской области и их народнохозяйственное значение. Иркутск: Иркутское книжное издательство, 1959. 111 с.
8. Ланкин Ю.К., Наумова О.О., Верхозина Е.С. Роль новейшей тектоники в формировании ресурсов подземных вод юга Сибирской платформы // Подземная гидросфера: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России с международным участием (XXIV Совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока) (г. Екатеринбург, 21–28 июня 2024 г.). Екатеринбург: Изд-во ИГД УрО РАН, 2024. С. 284–287.
9. Лунева Т.Е., Ланкин Ю.К. Морфотектонические условия локализации ресурсов подземных вод в Ангара-Ленском артезианском бассейне // Подземная гидросфера: материалы Всерос. совещ. по подземным водам Востока России (XVIII Совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока) (г. Иркутск, 19–23 июня 2006 г.). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. С. 281–284.
10. Золотарев А.Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья. Новосибирск: Наука, 1974. 120 с.
11. 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. Плоскогогорья и низменности Восточной Сибири: монография. М.: Наука, 1971. 323 с.
12. Аузина Л.И., Ланкин Ю.К. Особенности проведения опытно-фильтрационных исследований в районах развития пластов с двойной пористостью // Науки о Земле и недропользование. 2021. Т. 44. № 2. С. 116–124. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-2-116-124>. EDN: NNSOYJ.
13. Мещеряков Ю.А. Морфоструктура равнинно-платформенных областей. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1960. 112 с.
14. Кураничева А.И., Ланкин Ю.К., Наумова О.О., Верхозина Е.С. Особенности формирования Свирского месторождения пресных подземных вод // Науки о Земле и недропользование. 2023. Т. 46. № 2. С. 190–200. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2023-46-2-190-200>. EDN: WUXDVG.

References

1. Auzina L.I. Predicting groundwater rise in historical centres of Eastern Siberian cities. *Earth sciences and subsoil use*. 2021;44(1):73-84. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-73-84>.
2. Alekseev S.V., Alekseeva L.P., Glotov V.E., Ivanova T.P., Kulakov V.V., Lankin Yu.K., et al. Drinking groundwater supply in Siberia and the Far East. In: *Podzemnye vody vostoka Rossii: materialy Vseros. soveshch. po podzemnym vodam Vostoka Rossii (XXII Soveshch. po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka) = Groundwater of the East of Russia: Proceedings of the All-Russian Conference on Groundwater of the East of Russia (The 22th Meeting on groundwater of Siberia and the Far East)*. 18–22 June 2018, Novosibirsk. Novosibirsk: Novosibirsk State University; 2018, p. 4-20. (In Russ.). EDN: UTRVFT.
3. Blokhin Yu.I., Luneva T.E. Monitoring industrial pollution of underground waters in the Irkutsk region. In: *Podzemnaya gidrosfera: materialy Vseros. soveshch. po podzemnym vodam Vostoka Rossii (XX Soveshch. po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka) = Underground hydrosphere: materials of All-Russian meeting on Groundwater of the East of Russia (The 20th Meeting on groundwater of Siberia and the Far East)*. 18–22 June 2012, Irkutsk. Irkutsk: Geograf; 2012, p. 445-449. (In Russ.).
4. Pinneker E.V., Tkachuk V.G., Trofimuk P.I. *Hydrogeology of the USSR. Vol. 19. Irkutsk region*. Moscow: Nedra; 1968, 471 p. (In Russ.).
5. Sholokhov P.A. Aspects of using groundwater from Jurassic coal-bearing deposits as a water supply source (on example of Irkutsk) In: *Podzemnaya gidrosfera: materialy Vseros. soveshch. po podzemnym vodam Vostoka Rossii s mezhdunarodnym uchastiem (XXIII Soveshch. po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka) = Underground hydrosphere: materials of All-Russian meeting on Groundwater of the East of Russia with international participation (The 23th Meeting on groundwater of Siberia and the Far East)*. 20–26 June 2021, Irkutsk. Irkutsk: Institute of the Earth's Crust of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; 2021, p. 562. (In Russ.). <https://doi.org/10.52619/978-5-9908560-9-7-2021-23-1-562-565>. EDN: GROPLX.
6. Shen'kman B.M. Hydrogeopurgology of industrial zones of the Irkutsk region. In: *Podzemnaya gidrosfera: materialy Vseros. soveshch. po podzemnym vodam Vostoka Rossii (XX Soveshch. po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka) = Underground hydrosphere: materials of All-Russian meeting on groundwater of the East of Russia (The 20th Meeting on groundwater of Siberia and the Far East)*. 18–22 June 2012, Irkutsk. Irkutsk: Geograf; 2012, p. 499-503. (In Russ.).
7. Tkachuk V.G., Pinneker E.V. *Groundwater of the Irkutsk region and its national economic significance*. Irkutsk: Irkutskoe knizhnoe izdatel'stvo; 1959, 111 p. (In Russ.).
8. Lankin Yu.K., Naumova O.O., Verkhosina E.S. The role of neotectonics in groundwater resources formation in the south of the Siberian Platform. In: *Podzemnaya gidrosfera: materialy Vseros. soveshch. po podzemnym vodam Vostoka*



Rossii s mezhdunarodnym uchastiem (XXIV Soveshch. po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka) = Underground hydrosphere: materials of All-Russian meeting on Groundwater of the East of Russia with international participation (The 24th Meeting on groundwater of Siberia and the Far East). 21–28 June 2024, Ekaterinburg. Ekaterinburg: Institute of Mining of Ural Branch of Russian Academy of Sciences; 2024, p. 284-287. (In Russ.).

9. Luneva T.E., Lankin Yu.K. Morphotectonic conditions for groundwater resource localization in the Angara-Lena artesian basin. In: *Podzemnaya gidrosfera: materialy Vse-ros. soveshch. po podzemnym vodam Vostoka Rossii (XVIII Soveshch. po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka) = Underground hydrosphere: materials of All-Russian Meeting on Groundwater of the East of Russia (The 18th Meeting on groundwater of Siberia and the Far East)*. 19–23 June 2006, Irkutsk. Irkutsk: Irkutsk State Technical University; 2006, p. 281-284. (In Russ.).

10. Zolotarev A.G. *Relief and recent structure of the Baikal-Patom Upland*. Novosibirsk: Nauka; 1974, 120 p. (In Russ.).

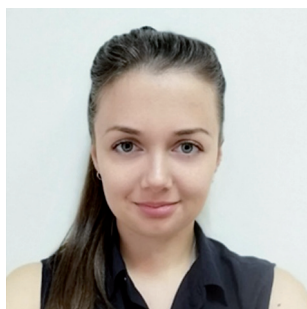
11. Adamenko O.M., Dolgushin I.Yu., Ermolov V.V., Isaeva L.L., Kozlovskaya S.F., Leonov B.N., et al. *History of relief development in Siberia and the Far East. Plateaus and lowlands of Eastern Siberia*. Moscow: Nauka; 1971, 323 p. (In Russ.).

12. Auzina L.I., Lankin Yu.K. Features of ground inflow testing in the areas of double porosity aquifer development. *Earth sciences and subsoil use*. 2021;44(2):116-124. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-2-116-124>. EDN: NNSOYJ.

13. Meshcheryakov Yu.A. *Morphostructure of flat-platform areas*. Moscow: Academy of Sciences of the USSR; 1960, 112 p. (In Russ.).

14. Kuranicheva A.I., Lankin Yu.K., Naumova O.O., Verkhovzina E.S. Formation features of the Svirsk fresh groundwater deposit. *Earth sciences and subsoil use*. 2023;46(2):190-200. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2023-46-2-190-200>. EDN: WUXDVG.

Информация об авторе / Information about the author



Кураничева Анна Игоревна,
инженер лаборатории геологии нефти и газа,
Институт земной коры СО РАН,
г. Иркутск, Россия,
kuranicheva.ai@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0004-2141-4410>

Anna I. Kuranicheva,
Engineer at Oil and Gas Geology Laboratory,
Institute of the Earth's Crust,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, Russia,
kuranicheva.ai@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0004-2141-4410>

Вклад автора / Contribution of the author

Автор выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение, подготовил рукопись к печати.

The author performed the research, made a generalization on the basis of the results obtained and prepared the copyright for publication.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by the author.

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 27.08.2024; одобрена после рецензирования 03.09.2024; принята к публикации 12.09.2024.

The article was submitted 27.08.2024; approved after reviewing 03.09.2024; accepted for publication 12.09.2024.