

Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

Научная статья

УДК 556.3

doi: 10.17072/2079-7877-2024-1-71-86

## УРОВНИ ЗАЛЕГАНИЯ, УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ И ГИДРОХИМИЯ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ БЕССТОЧНОЙ ОБЛАСТИ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОЙ ЧАСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

Елена Сергеевна Орлова<sup>1</sup>, Валентина Ивановна Заносова<sup>2</sup>, Ирина Дмитриевна Рыбкина<sup>3</sup><sup>1,3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Барнаул, Россия<sup>2</sup> Алтайское краевое отделение ВОО «Русское географическое общество», г. Барнаул, Россия<sup>1</sup> morana-11@mail.ru, SPIN-код: 3040-2193, Author ID: 231014<sup>2</sup> SPIN-код: 4737-6560, Author ID: 69022<sup>3</sup> irina@iwerp.ru, SPIN-код: 7315-8700, Author ID: 424585

**Аннотация.** Собрана и обобщена информация о подземных водах бессточной области Обь-Иртышского междуречья в границах Алтайского края. Подробно описаны грунтовые воды данной территории, которые приобретают в настоящее время все больший вес в водоснабжении сельских населенных пунктов. В работе использовались литературные, фондовые, картографические источники информации и результаты экспедиционных исследований. В советское время для степной части края были проведены масштабные работы по поиску и разведке подземных вод для целей народнохозяйственного потребления и орошения, велся мониторинг. К бессточной области приурочены Кулундинская низменность и часть Приобского плато. Подземные воды имеют разнообразный химический состав, который зависит от глубины залегания горизонта, литологического состава слагающих пород и других локальных особенностей. Питание грунтовых вод в основном осуществляется за счет зимних осадков: в теплый период осадки выпадают редко и почти все испаряются. В течение года колебание уровня грунтовых вод составляет один-два метра, за многолетний период (с начала наблюдений в 1970–1980 гг.) от двух до трех метров в зависимости от природных особенностей территории. На основе полученных данных составлена карта-схема глубины залегания грунтовых вод в границах выделов ландшафтного районирования (на уровне типов местностей).

**Ключевые слова:** грунтовые воды, Западно-Сибирский артезианский бассейн, бессточная область, питание подземных вод

**Финансирование:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-55-75002 (Разработка рекомендаций в целях устойчивого совместного использования почв и грунтовых (подземных) вод: принятие решений при поддержке и участии заинтересованных сторон) и в рамках государственного задания № 0306-2021-0002 (Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий).

**Для цитирования:** Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д. Уровни залегания, условия питания и гидрохимия водоносных горизонтов бессточной области Обь-Иртышского междуречья (на примере степной части Алтайского края) // Географический вестник = Geographical bulletin. 2024. № 1(68). С. 71–86. doi: 10.17072/2079-7877-2024-1-71-86

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2024-1-71-86

## LEVELS OF DEPOSITION, RECHARGE CONDITIONS AND HYDROCHEMISTRY OF AQUIFERS OF THE OB-IRTYSH INTERFLUVE (A CASE STUDY OF THE STEPPE PART OF THE ALTAI TERRITORY)

Elena S. Orlova<sup>1</sup>, Valentina I. Zanosova<sup>2</sup>, Irina D. Rybkina<sup>3</sup><sup>1,3</sup> Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the RAS, Barnaul, Russia<sup>2</sup> Altai Regional Branch of the Russian Geographical Society, Barnaul, Russia<sup>1</sup> morana-11@mail.ru, SPIN-code: 3040-2193, Author ID: 231014

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

<sup>2</sup> SPIN-code: 4737-6560, Author ID: 69022<sup>3</sup> irina@iwep.ru, SPIN-code: 7315-8700; Author ID: 424585

**Abstract.** Information about the groundwater of the drainless region of the Ob-Irtysh interfluvium within the boundaries of the Altai Territory has been collected and summarized. The paper describes in detail ground waters of this area, which are currently gaining increasing importance in the water supply of rural settlements. The study used literary, stock, cartographic sources of information, and the results of expedition research. In Soviet times, large-scale works were performed for the steppe part of the region to search for and explore underground waters for the purposes of national economic consumption and irrigation, and monitoring was carried out. The Kulundinsky lowland and part of the Priobskiy plateau are located in the drainless region. Groundwater has a diverse chemical composition which depends on the depth of the horizon, the lithological composition of the rocks, and other local features. Groundwater is replenished due to winter precipitation: in the warm period, precipitation is rare and almost all evaporate. During the year, the fluctuation of the groundwater level is one to two meters, for a long-term period – from two to three meters, depending on the natural features of the territory. Based on the studied data, a map-diagram of the depth of groundwater occurrence within the boundaries of landscape zoning areas has been compiled.

**Keywords:** groundwater, West Siberian artesian basin, drainless region, groundwater recharge

**Funding:** The research was carried out with the financial support of the RFBR under scientific project No. 21-55-75002 and state assignment No. 0306-2021-0002.

**For citation:** Orlova, E.S., Zanosova, V.I., Rybkina, I. D. (2024). Levels of deposition, recharge conditions and hydrochemistry of aquifers of the Ob-Irtysh interfluvium (a case study of the steppe part of the Altai Territory). *Geographical Bulletin*. No. 1(68). Pp. 71–86. doi: 10.17072/2079-7877-2024-1-71-86

### Введение и актуальность

В гидрогеологическом отношении территория Обь-Иртышского междуречья расположена на юго-восточной окраине Западно-Сибирского артезианского бассейна, являющегося одним из крупнейших бассейнов мира, в котором аккумулируются огромные ресурсы подземных вод. Артезианский бассейн представляет собой сложную водонапорную систему с разнообразными гидродинамическими и гидрохимическими условиями. Отдельные участки рассматриваемой территории существенно различаются между собой глубинами залегания подземных вод, степенью их минерализации, водообильностью водоносных горизонтов, естественными и эксплуатационными ресурсами.

В структуре бассейна выделяются верхнемел-четвертичный и юрско-верхнемеловой гидрогеологические этажи, разделенные мощным (до 400 м) региональным водоупором существенно глинистых отложений верхнего мела-эоцена (славгородская, ганькинская и люлинворская свиты). Практическую ценность представляют водоносные горизонты верхнего этажа, грунтовые и межпластовые воды которого тесно связаны между собой в единую гидравлическую систему со свободным водообменом, а также воды верхней части нижнего этажа меловых отложений ипатовской, леньковской и покурской свит, характеризующиеся затрудненным водообменом [16].

В силу отсутствия ресурсов речного стока, требуемого количества и качества, исследуемые горизонты грунтовых и напорных вод представляют повышенный интерес в целях водоснабжения населения и объектов экономики в пределах степной части Алтайского края. Именно они используются для централизованного водоснабжения населенных пунктов, а также орошения и сельскохозяйственного водоснабжения. При этом химический состав вод существенно варьирует от ультрапресных до фактически рассолов в зависимости от геологического строения территорий, гидролого-климатических условий, положения в рельефе и других природных факторов.

Грунтовые воды являются первым от поверхности постоянно существующим водоносным горизонтом, залегающим на водоупорном пласте. Они, как правило, безнапорные, распространены практически повсеместно, легкодоступны для хозяйственного использования и наиболее подвержены загрязнению с поверхности. Уровень грунтовых вод колеблется от нуля до нескольких десятков метров и определяется действием гидролого-климатических особенностей региона, а также спецификой залегания, типом и мощностью четвертичных отложений,

*Гидрология**Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.*

величиной зоны аэрации. Воды обладают изменчивым режимом, испытывают сезонные и многолетние колебания, связанные с их питанием и разгрузкой, хозяйственным освоением [14]. Между тем грунтовые воды имеют важное народнохозяйственное значение и в последние годы широко используются местным населением в коммунально-бытовых и питьевых целях. В большинстве случаев их использование происходит в небольших сельских населенных пунктах. В крупных поселениях и райцентрах действуют водозаборные скважины, эксплуатирующие напорные водоносные горизонты. В настоящее время остро стоит вопрос о возможности применения грунтовых вод в хозяйственно-питьевых целях, особенностях их пополнения и условий питания, которые также определяют общий режим увлажнения степных территорий.

Целью работы является всесторонний анализ и обобщение существующих материалов по объекту исследования для выявления закономерностей между глубиной залегания грунтовых вод и ландшафтными особенностями территории, а также оценка гидрохимического состояния. Для достижения цели сопоставлены литературные, архивные, мониторинговые и фондовые источники данных. Выполнены натурные обследования ключевых участков и скважин, построена картосхема глубин залегания грунтовых вод с привязкой к ландшафтной структуре территории.

**Материалы и методы**

Систематическое изучение подземных вод степных районов Алтайского края началось с 1930–1940-х гг. В бессточной области края гидрогеологические исследования изначально были ориентированы на поиск и разведку подземных вод для целей водоснабжения населенных пунктов, сельскохозяйственных объектов, орошения земель. Вопросам гидрогеологического строения территории, основным параметрам химического состава водоносных комплексов посвящены работы многих авторов. Среди них известные ученые и исследователи – И.И. Биль, М.И. Кучин, П.И. Белов, Е.В. Лобова, А.В. Шнитников, Ф.С. Бояринцев, П.Ю. Никольская, О.М. Топоров, Д.И. Абрамович, Е.В. Михайлова, С.Г. Бейром, М.А. Кузнецова, О.В. Постникова, К.Ф. Филатов, В.В. Артомохина, Ю.Н. Акуленко, Ю.И. Винокуров, И.М. Земскова и др.

В период с 1949 по 1972 г. проведены геологические и гидрогеологические съёмки масштаба 1:200 000 и поисковые работы на воду для водоснабжения населенных пунктов. По итогам данных работ изданы гидрогеологические карты, охватывающие территорию Бурлинского, Благовещенского, Баевского, Завьяловского, Егорьевского, Волчихинского, Крутихинского, Новичихинского и других районов Алтайского края.

С 1933 г. и по настоящее время ведется кадастр подземных вод, который содержит краткие сведения о буровых скважинах на территории РФ. Данный ресурс является наиболее полным источником исходной информации. На территории бессточной области кадастр начал пополняться с 1969 г. Наибольшее количество записей внесено в 1970–1980-х гг., в настоящее время в нем содержится более 10 000 записей [11, 20].

Кроме того, коллективом авторов обобщены полевые и фактурные материалы в виде опубликованных монографий и научных изданий с подробным описанием всех водоносных комплексов (Гидрогеология СССР, 1969). Выпущен Атлас Алтайского края (1978), где представлены обобщенные карты подземной гидросферы. Активное изучение подземных вод бессточной области связано с оценкой природно-мелиоративных условий территории. В период 1965–1975 гг. проводились детальные площадные гидрогеологические исследования масштаба 1:50 000, в это время были изучены зона аэрации, грунтовые воды и первый от поверхности напорный водоносный горизонт.

В 1980–1983 гг. выполнена перспективная оценка эксплуатационных запасов подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна (Бородавко, Рыжковский, 1980) и проведено гидрогеологическое районирование территории масштаба 1:500 000 по условиям

*Гидрология**Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.*

сельскохозяйственного водоснабжения и орошения земель подземными водами (Курова и др., 1983).

Комплексные региональные исследования бессточной области проводились в связи со строительством Кулундинского канала. Для целей мелиорации Алейской оросительной системы в 1989–1991 гг. проведены гидрогеологические и инженерно-геологические съемки масштаба 1:50 000. Режимные наблюдения за подземными водами были организованы Степной экспедицией Западно-Сибирского геологического управления в 1949–1954 гг. С 1961 г. наблюдения проводила Кулундинская гидрорежимная партия, позже – Алтайская гидрогеологическая экспедиция [2, 12, 13, 19]. В настоящее время гидродинамический и гидрохимический режимы подземных вод на территории края изучаются по государственной опорной наблюдательной сети (ГОНС) и по локальным (объектным) наблюдательным сетям (ЛНС, ОНС), принадлежащим недропользователям. Изучение осуществляет ФГБУ «Гидроспецгеология».

В настоящей работе исследование глубин залегания грунтовых вод основывалось на данных собственных экспедиционных исследований, Атласа Алтайского края, согласно электронному каталогу учетных карточек буровых скважин, информационным бюллетеням Геологических фондов, архивным и опубликованным отчетам, монографиям и материалам, посвященным развитию мелиорации в Алтайском крае [1, 2, 3, 4, 8, 11].

Для получения новой количественной информации и понимания механизмов формирования состава подземных вод и особенностей питания водоносных горизонтов в рамках экспедиционных работ отобраны пробы подземных вод (в том числе грунтовых) для определения их качества и содержания основных компонентов. Всего обследовано 15 водозаборных сооружений подземных вод, расположенных в восьми административных районах Алтайского края. В 14 населенных пунктах изучены уровни грунтовых вод по имеющимся колодцам. Из глубоких артезианских скважин взято 7 проб на гидрохимический анализ. Образцы грунтовых вод отбирались в небольших сельских населенных пунктах с учетом различий геологического строения территории (11 проб).

Качество вод определялось в соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [17, 18]. Учитывались следующие показатели: удельная электропроводность, общая жесткость, массовые концентрации кальция, магния, натрия, калия, хлорид-ионов, сульфат-ионов, гидрокарбонат-ионов, железа, марганца.

Гидрохимический анализ проб воды выполнен в Химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН.

**Результаты и их обсуждение**

Анализ опубликованных материалов показывает, что изучаемая территория имеет разные условия дренированности – от весьма слабо дренированной Кулундинской степи до слабо дренированной в пределах Приобского плато (рис. 1). При этом глубина залегания вод зависит от рельефа местности и гидролого-климатических характеристик. В этой связи различаются и режимы питания подземных горизонтов. Так, в условиях слабой расчлененности рельефа не обеспечивается интенсивный поверхностный сток поступающих атмосферных осадков и может формироваться их повышенная инфильтрация. Однако незначительные количества выпадающих осадков настолько малы, что, как правило, их поступление в грунтовые воды несущественно, а в более глубокие подземные горизонты и вовсе затруднительно. Наряду с этим наблюдаются процессы повышенного испарения. Положение в рельефе формирует разные

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

типы режима питания грунтовых вод: склоновый, речной (гидрологический) и междуречный. Глубины залегания грунтовых вод, как правило, небольшие, что и определяет значительную роль испарения в их формировании и повышенную общую минерализацию. Скорость движения грунтового потока незначительна [9, 10].

В пределах исследуемой области ведущим фактором формирования грунтовых вод становится соотношение количества атмосферных осадков и испарения, то есть степень увлажнения. По этой характеристике территория, приуроченная к Кулундинской низменности, относится к зоне недостаточного увлажнения, а Приобское плато – к зоне умеренного увлажнения [9, 10].

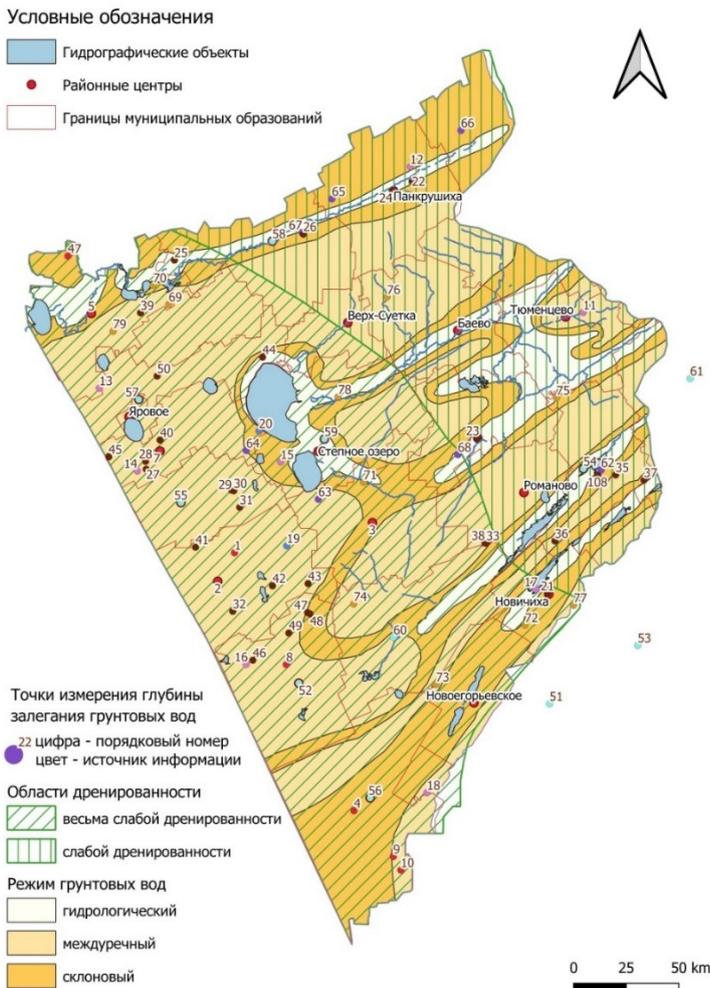


Рис. 1. Схема районирования территории Алтайского края по особенностям режима грунтовых вод (нумерация точек измерения глубин приведена в табл. 2) [9]

Fig. 1. The zoning scheme of the Altai Territory according to the peculiarities of the groundwater regime (numbering of depth measurement points is given in Table 2) [9]

На территории Обь-Иртышского междуречья в границах Алтайского края грунтовые воды приурочены к четвертичным, плиоценовым и неогеновым отложениям (касмалинская, краснодубровская, кулундинская свиты). Более глубокие водоносные горизонты, каптируемые скважинами на изучаемой территории, приурочены к плиоценовым, неогеновым, олигоценым, палеоценовым, меловым отложениям (кочковская, знаменская, новомихайловская, атлымская свиты) [1].

В пределах Кулундинской аллювиальной равнины водоносный горизонт современных отложений имеет ограниченное распространение, он объединяет подземные воды аллювиальных, озерных и эоловых осадков, в которых содержатся безнапорные грунтовые воды. Водовмещающими породами являются суглинки, супеси, иловатые суглинки с редкими и маломощными прослоями тонкозернистых и мелкозернистых песков. Уровень вод находится на глубине 0,5–5 м, увеличивается до 9 м на водораздельных пространствах одновременно с увеличением мощности покровных отложений, которые в большинстве своем безводны, иногда содержат верховодку или представляют собой единую с нижележащими отложениями водовмещающую толщу. Водообильность отложений очень низкая.

Наибольшую водохозяйственную ценность имеют горизонты свит: кулундинской, касмалинской, краснодубровской. Водоносный горизонт кулундинской свиты имеет повсеместное распространение и вскрывается на глубинах от 2 до 18 м. Он сложен разнозернистыми песками с гравием и галькой. Мощность водоносного слоя колеблется от 3–5 на востоке до 25–30 м на западе распространения свиты. Горизонт напорно-безнапорный, статические уровни вод устанавливаются на глубинах 2–

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

10 м, преимущественно 2–5 м. Пески горизонта характеризуются довольно высокой водообильностью, хотя и невыдержанной по площади.

Воды касмалинской свиты приурочены к ложбинам древнего стока. Водовмещающими породами являются пески, от тонко- до крупнозернистых, и супеси, в основании которых иногда встречаются щебень и гравий. Водоносный горизонт выдержан по простиранию. Мощность обводненных отложений касмалинской свиты колеблется от 1,5 до 52 м, составляя чаще 8–20 м. Глубина залегания вод изменяется от 1,2 до 32 м, наибольшая глубина залегания наблюдается в древней долине р. Бурлы. Уровни подземных вод устанавливаются на глубинах 1,5–17 м и часто имеют свободную поверхность.

Краснодубровская свита имеет спорадическое распространение в пределах Приобского плато. Приурочено оно к линзам и горизонтам песков и супесей в толще лесовидных суглинков. Общая мощность отложений свиты на наиболее высоких участках Приобского плато достигает 120 м. Глубина залегания кровли отдельных водоносных линз и прослоев составляет 5–82 м, реже 100–112 м (Мамонтовский, Ребрихинский, Романовский районы). Максимальные глубины залегания приурочены к наиболее высоким гипсометрическим отметкам поверхности. Мощности водоносных песков изменяются от 1,5 до 30 м, преобладают 4–9 м. Уровни в скважинах устанавливаются на глубинах от 0,4 до 36 м [1].

Все горизонты грунтовых вод исследуемой территории представляют собой гидродинамически единый водоносный комплекс, на режим которого преимущественно влияют климатические и гидрологические условия. Грунтовые воды могут существовать только при наличии источников их питания, которые можно разделить на четыре часто тесно связанных между собой вида:

1. Инfiltrация атмосферных осадков, которые или прямо проникают через зону аэрации до грунтовых вод, или увлажняют почвенный слой до появления гравитационных вод. Последние могут попадать на поверхность подвешенных капиллярных вод. Уровень грунтовых вод при этом повышается, особенно в низинных местах, где инfiltrация происходит более интенсивно.

2. Инfiltrация вод рек, озер, и других поверхностных водотоков и водоемов в паводковые периоды. В межень, наоборот, грунтовые воды питают реки и озера.

3. Подпитывание грунтовых вод за счет более глубоко залегающих подземных вод, что может быть установлено путем тщательного анализа гидрогеологических условий.

4. Конденсационные воды формируются в порах и трещинах слагающих пород за счет разности упругости водяных паров, находящихся в различных зонах аэрации, образуются путем конденсации водяных паров воздуха и частичного внутригрунтового испарения в виде тонких, как правило, пресных небольших линз, налегающих на соленые воды нижележащих горизонтов.

В режиме уровня грунтовых вод исследуемой территории отмечается весенний подъем и летне-осенний спад, максимальный уровень достигается от середины мая до конца июня, а минимальный – в декабре-марте. Весной подъем начинается в конце марта, когда средняя суточная температура воздуха становится выше 5 °С и начинается таяние снега. Просачивание талых вод происходит через мерзлые почвы, полное оттаивание которых происходит к середине мая.

Амплитуда колебания составляет 1–2 м в течение года и зависит от литологического состава водовмещающих пород и мощности зоны аэрации, водности года и других факторов (рис. 2–3).

Области питания потоков подземных вод совпадают с площадью их распространения. Для них характерно преобладание площадного питания через верхнюю границу бассейна и вертикальный водообмен.

Следует отметить, что существующая система водоснабжения населенных пунктов главным образом базируется на использовании подземных вод глубоких водоносных горизонтов.

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

Все имеющиеся скважины в центрах административных районов и крупных сельских поселениях поднимают воду с глубин нескольких десятков метров и более, а в отдельных случаях – нескольких сотен метров. Что, собственно, подтверждается анализом литературных источников и открытых интернет-данных по имеющимся скважинам (рис. 4).

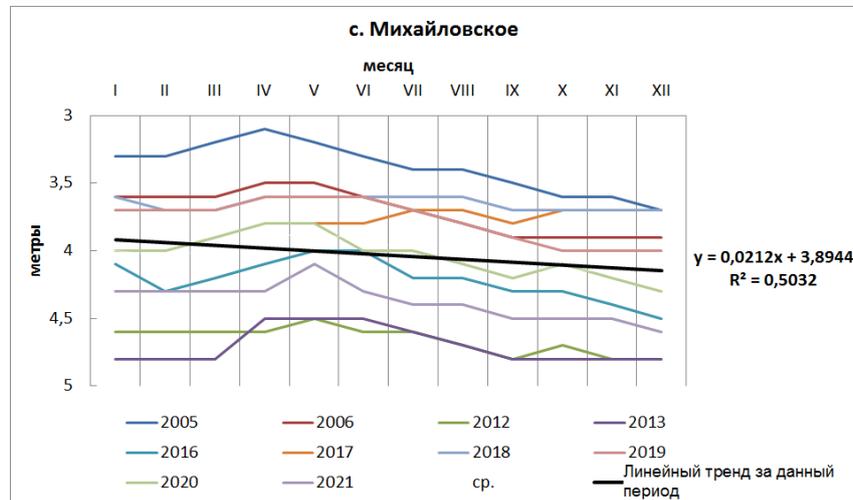


Рис. 2. Годовые графики уровня грунтовых вод в зоне недостаточного увлажнения в области слабой и весьма слабой дренированности [8, 9, 10]

Fig. 2. Annual charts of the groundwater level in the zone of insufficient moisture in the area of weak and very weak drainage [8, 9, 10]

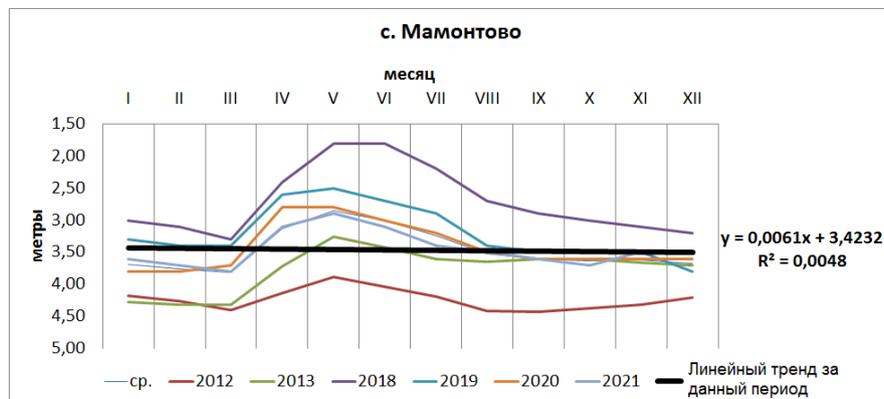


Рис. 3. Годовые графики колебания уровня грунтовых вод в зоне умеренного увлажнения в области слабой и средней дренированности [8, 9, 10]

Fig. 3. Annual charts of ground water level fluctuations in the zone of moderate humidification in the area of weak and medium drainage [8, 9, 10]

По данным экспедиционного выезда 2022 г. установлено, что глубины колодцев и скважин, каптирующих грунтовые воды в хозяйствах населения, в основном не превышают 6 м (табл. 1). В некоторых районах для индивидуальных скважин используются более глубокие горизонты (до 20–30 м и более). Например, в с. Шимолино Благовещенского района население использует третий водоносный горизонт, вскрывающийся на глубине 17 м. Централизованное водоснабжение, как указано выше, организовано из более глубоких водоносных горизонтов – до 800 м [11].

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

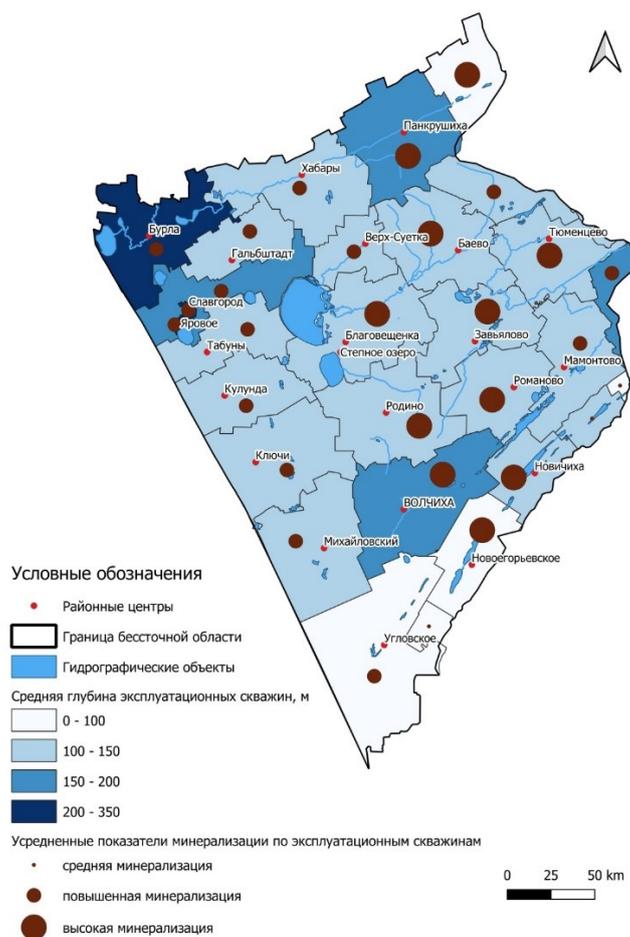


Рис. 4. Средняя глубина эксплуатационных скважин по муниципальным образованиям  
(на основе данных Кадастра буровых скважин [11, 20])

Fig. 4. Average depth of production wells by municipalities (based on data from the Drilling Well Cadaster [11, 20])

Таблица 1

Характеристика колодцев, отобранных для наблюдений за глубиной залегания грунтовых вод  
в степной зоне Алтайского края

Район	Населенный пункт (село, поселок)	Количество населения, человек	Источник	Уровень воды от поверхности, м	Примечания
Новичихинский	Мамонтово	118	колодец	3,4	
	Токарево	653	индивидуальная скважина	18,0	
	Токарево		колодец	3,8	колодец-журавль
Егорьевский	Новосоветский	24	колодец	0,3	вблизи уреза воды реки Кормихи
Волчихинский	Новокормиха	359	колодец	1,8	колодец-журавль
Родинский	Новотроицк	560	колодец	5,2	
Бурлинский	Асямовка	94	колонка	не определена	металлическая колонка во дворе заброшенного дома
	Устьянка	934	колодец	5,2	
	Волчий-Ракит	64	колодец	3,2	
Баевский	Верх-Пайва	612	колодец	5,9	
Мамонтовский	Гришинское	772	колодец	6,1	
Благовещенский	Шимолино	701	индивидуальная скважина	17,0	вода плохого качества, третий горизонт

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

Грунтовые воды, приуроченные к ложбинам древнего стока, являются преимущественно пресными с минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$ , по составу гидрокарбонатные кальциевые и натриевые, мягкие и умеренно-жесткие. Но вблизи соленых озер и в устьевых частях рек Кулундинской равнины минерализация вод повышается до  $3\text{--}10 \text{ г/дм}^3$ , а состав меняется на хлоридно-, реже сульфатно-натриевый. Связано это, как правило, с поверхностным засолением почвы и выщелачиванием солей.

Грунтовые воды Кулундинской аллювиальной равнины преимущественно пресные с минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$ , в Табунском, Кулундинском районах их минерализация может достигать  $3 \text{ г/дм}^3$ . По анионному составу воды гидрокарбонатные, по катионному – изменяются от кальциевого и натриево-кальцевого до смешанного состава. Жесткость мягкая и средняя.

Для водораздельных участков характерны воды спорадического распространения (верховодка, родники). Воды чаще пресные с минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$ , которая в пределах распространения солонцов и солончаков повышается до  $4,7 \text{ г/дм}^3$  (Романовский район). По химическому составу воды гидрокарбонатные, реже сульфатные, среди катионов преобладает кальций, реже натрий. По жесткости воды чаще всего мягкие и умеренные [1].

Гидрохимический анализ подземных вод глубоких водоносных горизонтов показывает, что они имеют разнообразный химический состав, который зависит от глубины залегания горизонта, состава слагающих пород и др. локальных особенностей. Кочковская свита имеет повсеместное распространение в пределах степной части, за исключением Кулундинской аллювиальной равнины. Минерализация вод колеблется в пределах  $1\text{--}3 \text{ г/дм}^3$ . По составу воды в основном пресные гидрокарбонатные кальциевые, но при изменении минерализации – сульфатные натриевые и сульфатные магниевые, при повышении – сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые. Для отдельных районов характерно увеличение минерализации вод до  $4\text{--}6,4 \text{ г/дм}^3$  (Каменский, Угловский районы). Воды неогенового комплекса разнообразны по минерализации. Но на большей части Кулундинской аллювиальной равнины общая минерализация вод не превышает  $1 \text{ г/дм}^3$ . Состав вод также изменяется в широком диапазоне – от гидрокарбонатного кальциевого до хлоридно-сульфатного натриевого. Минерализация подземных вод знаменской свиты изменяется от пресных на Кулундинской равнине до солоноватых на Приобском плато. Воды умеренно жесткие и жесткие, гидрокарбонатно-кальциевые. Воды нижне-среднеолигоценых отложений в основном пресные с общей минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$ , которая может повышаться до  $2,5 \text{ г/дм}^3$  (в Панкрушихинском, Завьяловском, Алейском и Поспелихинском районах). Пресные воды имеют гидрокарбонатный кальциевый, реже гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый или натриевый состав, при повышении минерализации – сульфатно-хлоридный натриевый. Воды мелового комплекса пресные. Минерализация их не превышает  $1 \text{ г/дм}^3$ , иногда до  $1,7 \text{ г/дм}^3$  (Благовещенский район). Состав вод гидрокарбонатный кальциевый [1, 6, 7].

В ходе экспедиционных работ нами были взяты пробы воды из эксплуатационных скважин, используемых для хозяйственно-питьевых нужд населения (рис. 5).

Проба № 1 отобрана из эксплуатационной скважины в с. Новогорьевское Егорьевского района. Скважина используется для централизованного водоснабжения села, глубина составляет 200 м. Вода солоноватая с минерализацией около  $3 \text{ г/дм}^3$ , по химическому составу хлоридная со смешанным катионным составом, с высоким содержанием ионов марганца. Жесткость воды высокая ( $17 \text{ }^\circ\text{Ж}$  при ПДК  $10 \text{ }^\circ\text{Ж}$ ), наблюдается превышение концентрации ионов марганца ( $0,7 \text{ мг/дм}^3$  при ПДК  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ).

Проба № 2 отобрана из эксплуатационной скважины глубиной около 200 м в с. Ярославцев Лог Родинского района. Вода солоноватая с минерализацией  $1,2 \text{ г/дм}^3$ , средней жесткости ( $4 \text{ }^\circ\text{Ж}$ ), по химическому составу хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая.

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

Проба № 3 отобрана из индивидуальной скважины глубиной 17 м в с. Шимолино Благовещенского района. Каптирует третий водоносный горизонт, а в процессе эксплуатации подмешиваются воды других горизонтов, что ухудшает качество воды. Вода солоноватая с минерализацией 1,3 г/дм<sup>3</sup>, повышенной жесткости (8 °Ж), по химическому составу хлоридно-гидрокарбонатная со смещенным катионном составом.

Проба № 4 отобрана из эксплуатационной скважины глубиной 45 м в с. Самбор Табунского района. Водохозяйственная инфраструктура требует ремонта. Не все население использует для водоснабжения данное водозаборное сооружение, предпочитая индивидуальные скважины. Вода пресная с минерализацией 0,7 г/дм<sup>3</sup>, средней жесткости (4 °Ж), по химическому составу гидрокарбонатная со смещенным катионном составом и повышенным содержанием железа.

Проба № 5 отобрана из самоизливающейся скважины в с. Бурла Бурлинского района. Скважина не оборудована и не обслуживается, зона санитарной охраны отсутствует. Вода пресная с минерализацией 0,9 г/дм<sup>3</sup>, очень мягкая (0,8 °Ж), по химическому составу сульфатно-гидрокарбонатная натриевая.

Проба № 6 отобрана из эксплуатационной скважины глубиной 747 м в с. Михайловка Бурлинского района. Вода пресная с минерализацией 0,9 г/дм<sup>3</sup>, средней жесткости (4 °Ж), по химическому составу хлоридно-гидрокарбонатная магниевно-натриевая.

Проба № 7 отобрана из эксплуатационной скважины в с. Долгово Новичихинского района. Скважина используется для централизованного водоснабжения села, глубина составляет 64 м. Вода пресная, средней жесткости (5 °Ж). По химическому составу гидрокарбонатная магниевно-натриевая, с повышенным содержанием марганца.

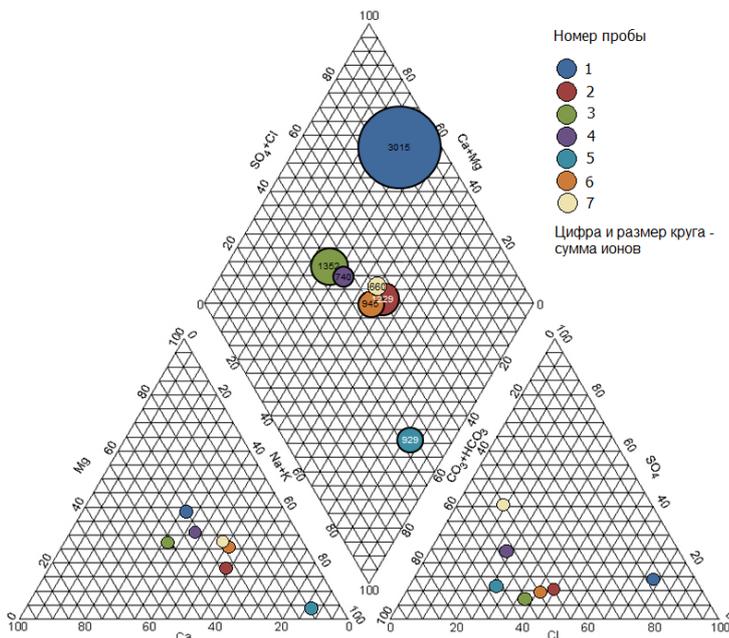


Рис. 5. Гидрохимический состав глубоких скважин по данным экспедиционных исследований  
Fig. 5. Hydrochemical composition of deep wells according to expedition research data

Вода из эксплуатационных скважин сел Новогорьевское, Ярославцев Лог не соответствует нормативным требованиям по показателям минерализации и содержанию железа. В воде из индивидуальной скважины в с. Шимолино также наблюдается несоответствие по минерализации. Вода из скважин в селах Самбор, Бурла, Михайловка и Долгово по химическим показателям соответствует нормативам качества воды, используемой для хозяйственно-питьевого водоснабжения. После анализа результатов экспедиционных исследований, а также литературных источников и архивных материалов обследованные уровни залегания грунтовых вод сопоставлены с ландшафтной структурой территории (рис. 6). Для этого подготовлена карта-схема на основе ландшафтного районирования Алтайского края [15], на которой отмечены данные, полученные при оценке природных условий

в целях орошения территорий по источникам информации [2, 5, 13], и имеющиеся мониторинговые данные по единичным скважинам [1, 3, 4, 8, 9, 10]. Описание используемых данных и точек наблюдения приведено в табл. 2.

*Гидрология*  
Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

Таблица 2

Характеристика дополнительных точек наблюдений по литературным источникам  
и архивным (фондовым) данным  
Characterization of additional observation points from literature sources and archival (stock) data

<i>Тип местности по ландшафтной карте Алтайского края [15]</i>	<i>Ср. глубина залегания</i>	<i>Муниципальное образование</i>	<i>Номер на карте / глубина залегания</i>	<i>Источник информации*</i>
Высокие древние озерные террасы плоские	20	Благовещенский	59/20	[8]
Высокие древние озерные террасы пониженные плоские и слабоволнистые	4,4	Благовещенский, Ключевской, Михайловский, Славгородский, Табунский	2/3, 15/7, 20/6, 44/4, 47/6, 48/2, 49/3	[1], [2], [3], [4]
Плоская озерно-займищная дельтовая равнина	3	Бурлинский, Хабарский	25/3, 47/3, 69/3	ЭИ 2022 г., [1], [2]
Плоские и слабоволнистые водораздельные поверхности плато	57	Мамонтовский	36/57	[1]
Плоские и слабоволнистые поверхности ложбин древнего стока высокого уровня с озерными понижениями	1	Панкрушихинский	22/1	[1]
Плоские пологоволнистые водораздельные поверхности плато	3	Новичихинский	77/3	ЭИ 2022 г.
Пологие слаборасчлененные склоны плато	7,25	Новичихинский, Романовский, Угловский	9/9, 21/3, 33/3, 38/14	[1], [2]
Пониженные сильно заозеренные равнины дельт ложбин древнего стока	2	Михайловский	46/2	[1]
Склоны озерных котловин пологие, местами слабо выраженные	5,4	Бурлинский, Ключевской, Кулундинский, Родинский, Славгородский, Табунский	1/4, 13/4, 19/4, 29/6, 30/3, 31/4, 42/4, 57/18, 63/3, 64/4	[1], [2], [3], [4], [8], [11]
Слабоволнистые останцы плато	17,5	Михайловский, Угловский	8/20, 10/15	[2]
Днища ложбин древнего стока плоские и плосковолнистые	5	Завьяловский, Мамонтовский, Новичихинский	17/10, 23/2, 54/3, 68/5	[1], [3], [8], [11]
Долины малых рек	3,75	Благовещенский, Бурлинский, Хабарский	5/3, 58/4, 70/5, 78/3	ЭИ 2022 г., [2], [8]
Озерно-аллювиальные равнины	7,5	Бурлинский, Ключевской, Кулундинский, Родинский, Славгородский, Табунский	3/11, 7/8, 14/14, 27/8, 28/2, 32/3, 39/6, 40/14, 41/6, 43/4, 45/5, 50/6, 55/9, 71/5, 79/12	ЭИ 2022 г., [1], [2], [3], [8]
Пологосклонные балочные системы долины и балки с широкими днищами и водотоками	7,4	Баевский, Волчихинский, Мамонтовский, Панкрушихинский, Тюменцевский, Хабарский	11/17, 24/3, 26/5, 35/14, 67/5, 74/2, 76/6	ЭИ 2022 г., [1], [3], [11]
Равнины дельт ложбин древнего стока	8,6	Егорьевский, Михайловский, Угловский	4/16, 16/5, 18/7, 56/14, 73/1	ЭИ 2022 г., [2], [3], [8]
Склоны ложбин древнего стока	7,1	Волчихинский, Крутихинский, Мамонтовский, Михайловский, Новичихинский, Панкрушихинский	12/18, 37/15, 52/4, 60/4, 62/3, 65/5, 66/5, 72/4, 75/6, 108/7	ЭИ 2022 г., [1], [3], [8], [11]

\*ЭИ 2022 – Экспедиционные исследования авторов в 2022 г.

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

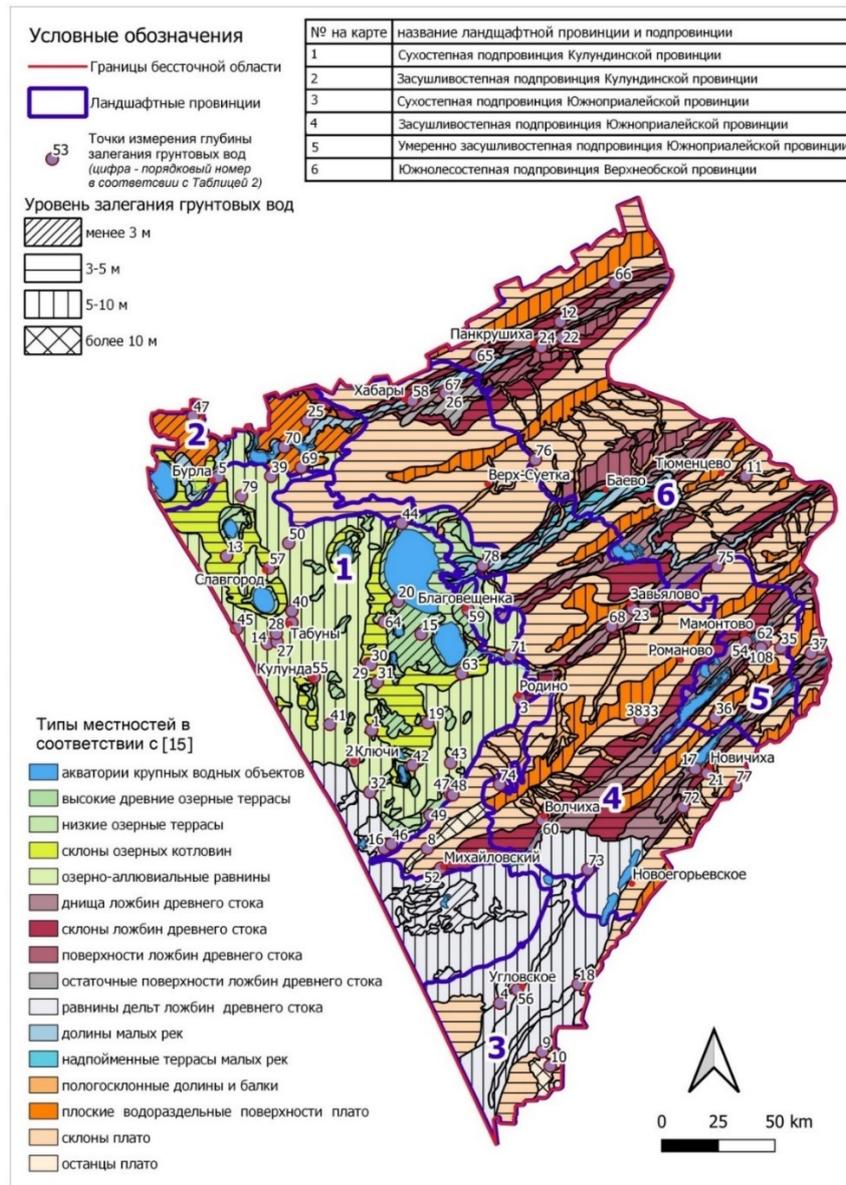


Рис. 6. Глубина залегания грунтовых вод бессточной области Обь-Иртышского междуречья в границах Алтайского края (нумерация точек согласно табл. 2)

Fig. 6. Depth of groundwater occurrence in the drainless region of the Ob-Irtysh interfluve within the boundaries of the Altai Territory (points are numbered according to Table 2)

В соответствии с ландшафтным районированием (рис. 6) наибольшие глубины залегания грунтовых вод приурочены к останцам плато, которые в геологическом отношении являются дочетвертичными образованиями. На равнинах озерно-аллювиальных и дельт ложбин древнего стока залегание грунтовых вод может колебаться от 5 м метров и более. Наименьшие глубины характерны для речных долин и днищ ложбин древнего стока.

Вся территория Алтайского края характеризуется устойчивым сезонным промерзанием зоны аэрации, для которой характерно наличие предвесенней межени, резкий подъем уровня весной, связанный с первым этапом питания, постепенный спад уровня до осени, осложненный отдельными дождями, небольшой второй подъем уровня осенью и затем постепенный, независимый спад уровня до весны [9].

Обширными областями питания, в пределах которых происходит формирование и интенсивная подпитка грунтовых вод, являются плакорные части Приобского плато, надпоймен-

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

ные террасы долины р. Оби и отчасти поверхности озерно-аллювиальных равнин Кулундинской низменности. Подпитывание грунтовых вод напорными незначительно и зависит от гранулометрического состава и мощности водоупоров. Зоной разгрузки для грунтового потока, направленного со склонов плато, являются днища ложбин древнего стока [13].

Следует отметить, что основную роль в питании грунтовых вод играют осадки, выпадающие в осенний период и весной. Величина инфильтрации зависит от характера и интенсивности выпадения осадков, а также водопроницаемости почвы и пород зоны аэрации. Наибольшее значение для питания грунтовых вод имеют неинтенсивные длительные обложные дожди, выпадающие при высокой относительной влажности воздуха. Летние осадки существенного влияния на питание водоносных горизонтов не оказывают, так как они испаряются, не достигнув уровня грунтовых вод.

Осадки, выпадающие в зимнее время, могут служить источником питания подземных вод преимущественно весной, после оттаивания замороженных за зиму пород и перехода твердых осадков в капельножидкое состояние. При оттепелях и положительной температуре почвенного слоя возможна инфильтрация осадков и в зимнее время. Величина инфильтрации зимних твердых осадков зависит от времени оттаивания почвы, рельефа местности, характера растительности, водопроницаемости почвы и некоторых других факторов.

Ложбины древнего стока характеризуются гидрологическим (приречным) режимом, на который оказывают влияние боковой приток со склонов, поверхностный сток, периодическое атмосферное переувлажнение, разгрузка в озера и реки (например, Кулунду), испарение с поверхности грунтовых вод и зеркала озер, транспирация. Питание вод данного типа характеризуется гидравлической связью грунтовых вод с рекой, роль атмосферных осадков здесь незначительна. В годовом цикле характерен четко выраженный весенний подъем, совпадающий по времени с паводком рек, и более плавный осенний, имеющий значительно меньшую амплитуду и обусловленный дополнительным питанием горизонта за счет инфильтрации осенних дождей. Амплитуда сезонных колебаний может составлять 0,6–2 м.

Для грунтовых вод со склоновым видом режима изменения уровней в течение года связаны с притоком со стороны водоразделов и в меньшей степени с атмосферными осадками. Колебания довольно значительны и растянуты во времени, так как подъемы уровней начинаются за счет инфильтрации осадков непосредственно в присклоновых участках, а затем за счет поступления воды со стороны водораздела. Амплитуда колебаний составляет от 0,1 до 2,2 м. В пределах высоких озерных террас существенное значение приобретает испарение, которое преобладает над инфильтрацией осадков и транспирацией и создает условия выпотного режима для грунтовых вод, залегающих от 1,7 до 3,5 м. В результате происходит интенсивное накопление солей в зоне аэрации и увеличивается минерализация грунтовых вод. Для склонов Приобского плато атмосферная инфильтрация невелика, в связи с чем для данной местности характерен транзитный режим питания.

На территориях с междуречным режимом изменения уровней подземных вод в течение года связаны только с атмосферными осадками. Для данного вида режима характерен четкий весенний подъем уровня до 1 м. Амплитуда колебаний уровня, в том числе и скорость спада после максимально высокого положения, зависит от величины и состава зоны аэрации: чем меньше мощность зоны аэрации и более легко проницаемый гранулометрический состав, тем быстрее снеговые талые воды достигают уровня грунтовых вод и вызывают его подъем. Высокие же фильтрационные свойства отложений зоны аэрации способствуют быстрому оттоку подземных вод в сторону областей разгрузки, поэтому подъем уровней обычно невелик и быстро сменяется их интенсивным спадом. На участках с мощной зоной аэрации преимущественно глинистого состава время инфильтрации талых вод до поверхности грунтовых горизонтов больше, весенний подъем уровней выражен менее четко, спад плавный, растянутый во времени [9, 10, 13].

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

## Выводы

Подземные воды имеют важное народнохозяйственное значение в бессточной области Обь-Иртышского междуречья. В последнее время происходит переход от системы централизованного водоснабжения с глубокими скважинами к индивидуальным скважинам, каптирующим первый от поверхности водоносный горизонт.

Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, речных и озерных вод, конденсационных вод и вод глубоких горизонтов. Условия и режим питания находятся в непосредственной зависимости от ландшафтной структуры территорий, рельефа местности, характера растительности, водопроницаемости почв, мощности и типа четвертичных отложений и других факторов.

На большей части исследуемой территории глубина залегания грунтовых вод колеблется от 5 до 15 м. Выполненный сопоставительный анализ полученных экспедиционных результатов с литературными и фондовыми данными подтверждает наличие взаимоувязанности глубин залегания грунтовых вод с ландшафтными особенностями территории. Так, наибольшие глубины залегания грунтовых вод соответствуют в ландшафтной структуре останцовым плато и водораздельным участкам, наименьшие – ложбинам древнего стока, приозерным котловинам и поймам рек. Промежуточное положение занимают склоны плато и речных долин, озерные террасы.

Качество вод, формируемое составом вмещающих пород, зачастую не соответствует нормативным требованиям по показателям минерализации, жесткости и содержанию железа и во многом определяет практическое применение водоносных горизонтов.

## Библиографический список

1. Авдеева Ю.П., Соцкова Е.А. Гидрогеологическая карта СССР условий водоснабжения рассредоточенного населения в особый период масштаба 1:500000 Алтайского края. Каталог водопунктов (колодцы и родники). Западно-Сибирское геологическое управление. 1972.
2. Акулёно Ю.Н. Основы мелиоративной гидрогеологии степного Алтая // Природные особенности мелиорации в степном Алтае. Красноярск, 1979. С. 3–101.
3. Алтайский край. Атлас. Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. Москва-Барнаул, 1978. Т. 1. 235 с.
4. Бейром С.Г., Михайлова Е.В. Грунтовые воды юго-восточной части Западно-Сибирской низменности. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 74–86
5. Бейром С.Г., Невечера И.К., Милушина Р.Е. Промежуточный научный отчет по работам за 1960, 1961 гг. «Орошение и обводнение Кулунды». Тема: «Формирование подземных вод Кулундинской степи и оценка их запасов». Новосибирск, 1962. 97 с.
6. Борзилов О.С. Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития Кулунды: дис. ... канд. с/х наук. Барнаул, 2014. 184 с.
7. Гидрогеология СССР. Том XVII Кемеровская область и Алтайский край. Западно-Сибирское геологическое управление / ред. М.А. Кузнецова, О.В. Постникова. М.: Недра, 1972. 399 с.
8. Ежегодные экологические доклады «Об охране окружающей среды в Алтайском крае» // Министерство природных ресурсов Алтайского края. URL: [https://minprirody.alregn.ru/doklady/eko\\_doklady/](https://minprirody.alregn.ru/doklady/eko_doklady/) (дата обращения 21.01.2023).
9. ОАО «Алтайская гидрогеологическая экспедиция». с. Боровиха, 2007. 225 с.
10. Информация по ведению мониторинга подземных вод на территории Алтайского края. (Ответ по запросу из Управления по недропользованию по Алтайскому краю). 2014.
11. ИС «Недра». URL: [http://altfi.narod.ru/index/kadastr\\_burovykh\\_skvazhin/0-26](http://altfi.narod.ru/index/kadastr_burovykh_skvazhin/0-26) (дата обращения 12.01.2023).
12. Карабицина Л.П., Дым Л.С. Информационный отчет о работах, проведенных на объекте 3.3 «Региональное гидрогеологическое и геоэкологическое изучение территории Алтайского края и Республики Алтай за 2001–2002 гг.» Т. 1–2. АлтФ ФБУ «ТФГИ по СФО». 2002. 139 с.
13. Кулундинский канал. Ландшафтно-индикационная оценка природных условий в зоне влияния и прогноз их изменений / Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М., Булатов В.И., Пудовкина Т.А. и др. Иркутск, 1985. 198 с.
14. Ланге О.К. Гидрогеология. М.: Высшая школа, 1969. 368 с.
15. Ландшафтная карта Алтайского края. Масштаб 1:500000 / науч. рук. Ю.И. Винокурова. Барнаул. ИВЭП СО РАН. 2016.
16. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / И.М. Земскова [и др.]. М.: Недра, 1991. 262 с.
17. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2. М., 2021. 496 с.

## Гидрология

Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.

18. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 3. М., 2021. 75 с.

19. Цифровой каталог Государственных геологических карт РФ м-ба 1:1000000 (третье поколение). URL: [https://vsegei.ru/ru/info/pub\\_ggk1000-3/](https://vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/) (дата обращения 12.01.2023).

20. Электронный каталог учетных карточек буровых на воду скважин/ФГБУ «РОСГЕОЛФОНД». URL: <https://rfgf.ru/bur/> (дата обращения 14.06.2023).

## References

1. Avdeeva Ju.P., Sockova E.A. (1972) *Gidrogeologicheskaja karta SSSR uslovij vodosnabzhenija rassredotochennogo naselenija v osobij period masshtaba 1:500000 Altajskogo kraja. Katalog vodopunktov (kolodcy i rodniki). Zapadno-Sibirskoe geologicheskoe upravlenie.*

2. Akulenko Ju.N. (1979) *Fundamentals of reclamation hydrogeology of the steppe Altai // Prirodnye osobennosti melioracii v stepnom Altae, Krasnojarsk, pp. 3–101.*

3. Altajskij kraj. Atlas (1978) *Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii pri sovete ministrov SSSR, Moskva-Barnaul, T. 1, 235 p.*

4. Bejrom S.G., Mihajlova E.V. (1960) *Groundwater of the southeastern part of the West Siberian Lowland, Novosibirsk: Izdvo SO. AN SSSR, pp. 74–86.*

5. Bejrom S.G., Nevecherja I.K., Milushina R.E. (1962) *Interim scientific report on the works for 1960, 1961. «Irrigation and watering of Kulunda». Topic: «Formation of underground waters of the Kulunda steppe and assessment of their reserves», Novosibirsk, 97 p.*

6. Borzilov O.S. (2014) *Assessment of groundwater resources for the purposes of agricultural and industrial development of Kulunda, Diss. rabota na soiskanie uch. st. kand. Nauk, Barnaul, 184 p.*

7. *Hydrogeology of the USSR. Volume XVII Kemerovo Region and Altai Territory* (1972) *Zapadno-Sibirskoe geologicheskoe upravlenie, ed. M.A. Kuznecova, O.V. Postnikova, Nedra, Moscow, 399 p.*

8. Annual environmental reports «On environmental protection in the Altai Territory» // *Ministerstvo prirodnyh resursov Altajskogo kraja, available at: https://minprirody.alreg.ru/doklady/eko\_doklady/* (Accessed 21 January 2023).

9. *Informacionnyj bjulleten' o sostojanii geologicheskoy sredy na territorii Altajskogo kraja za 2006 god (2007), V. 9. OAO «Altajskaja gidrogeologicheskaja jekspedicija», Boroviha, 225 p.*

10. *Informacija po vedeniju monitoringa podzemnyh vod na territorii Altajskogo kraja (2014) (Otvét po zaprosu iz Upravlenija po nedropol'zovaniju po Altajskomu kraju).*

11. IS «Nedra», available at: [http://altfi.narod.ru/index/kadastr\\_burovykh\\_skvazhin/0-26](http://altfi.narod.ru/index/kadastr_burovykh_skvazhin/0-26) (Accessed 12 January 2023).

12. Karabicina L.P., Dym L.S. (2002) *Information report on the works carried out at the object 3.3 «Regional hydrogeological and geocological study of the territory of the Altai Territory and the Altai Republic for 2001-2002», T. 1–2, AltF FBU «TFGI po SFO», Russia, 139 p.*

13. *Kulundinsky Canal. Landscape-indicative assessment of natural conditions in the zone of influence and forecast of their changes* (1985) / Vinokurov Ju.L., Cimbalej Ju.M., Bulatov V.I., Pudovkina T.A. (ed.), Irkutsk, 198 p.

14. Lange O.K. (1969) *Hydrogeology, Vysshaja shkola, Moscow, 368 p.*

15. *Landscape map of the Altai Territory, 1:500 000 (2016), IWEP SB RAS, Barnaul.*

16. *Resources of fresh and low-mineralized groundwater in the southern part of the West Siberian Artesian Basin* (1991) / I.M. Zemskova, Ju.K. Smolencev, M.P. Polkanov (ed.), Nedra, Moscow, 262 p.

17. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (2021), Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2, Moscow.

18. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (2021) Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 3, Moscow.

19. Цифровой каталог Государственных геологических карт РФ м-ба 1:1000000 (третье поколение), available at: [https://vsegei.ru/ru/info/pub\\_ggk1000-3/](https://vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/) (Accessed 12 January 2023).

20. Электронный каталог учетных карточек буровых на воду скважин/ФГБУ «РОСГЕОЛФОНД», available at: <https://rfgf.ru/bur/> (Accessed 14 June 2023).

Статья поступила в редакцию: 17.07.2023, одобрена после рецензирования: 30.10.2023, принята к опубликованию: 14.03.2024.

The article was submitted: 17 July 2023; approved after review: 30 October 2023; accepted for publication: 14 March 2024.

*Гидрология**Орлова Е.С., Заносова В.И., Рыбкина И.Д.*

## Информация об авторах

## Information about the authors

**Елена Сергеевна Орлова**

младший научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водопользования, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук;

656038, Россия, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1

e-mail: morana-11@mail.ru

**Elena S. Orlova**

Junior Researcher, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;

1, Molodezhnaya st., Barnaul, 656038, Russia

**Валентина Ивановна Заносова**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Алтайское отделение ВОО «Русское географическое общество»;

656038, Россия, г. Барнаул, просп. Ленина, 54

**Valentina I. Zanosova**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Altai Regional Branch of the Russian Geographical Society,

54, prospekt Lenina, Barnaul, 656038, Russia

**Ирина Дмитриевна Рыбкина**

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водопользования,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук;

656038, Россия, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1

e-mail: irina@iwep.ru

**Irina D. Rybkina**

Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;

1, Molodezhnaya st., Barnaul, 656038, Russia

**Вклад авторов**

Орлова Е.С. – сбор материала, обработка материала, написание статьи, работа с ГИС, создание иллюстраций.

Заносова В.И. – сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста.

Рыбкина И.Д. – идея, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors**

Elena S. Orlova – collection of materials; data processing; writing of the article; work with GIS; creation of illustrations.

Valentina I. Zanosova – collection of materials; data processing; writing of the article; scientific editing of the text.

Irina D. Rybkina – the idea; data processing; writing of the article; scientific editing of the text.

The authors declare no conflict of interest.