

УДК 556.3

О.Л. Магальяс

Геохимическая зональность подземных вод водоносных комплексов Алтайского края

O.L. Magalyas

Geochemical Zonality of Groundwater Aquifer Systems in the Altai Territory

На основании схем гидрохимических типов минерализованных вод, составленных ОАО «Алтайская гидрогеологическая экспедиция», проанализировано распределение гидрохимических комплексов и выделены зоны подземных вод различного химического состава.

Ключевые слова: водоносный комплекс, водоносный горизонт, подземные воды, химический состав, минерализация.

On the basis of schemes of saline water hydrochemical types made by «Altai Hydrogeological Expedition» the author analyzes the distribution of hydrochemical systems and selects groundwater areas of different chemical composition.

Key words: aquifer system, aquifer, groundwater, chemical composition, mineralization.

В разное время многие ученые занимались изучением подземных вод: И.С. Зекцер [1], В.А. Николаев [2], Е.В. Посохов [3] и мн. др. Химический состав подземных вод Алтайского края также рассматривался исследователями (Ю.Н. Акуленко [4]). Но до сих пор подземные воды являются слабоизученными вследствие их труднодоступности.

В настоящее время накоплено большое количество информации о наличии подземных вод разной

степени минерализации, от пресных до рассолов. Ю.Н. Акуленко и В.И. Бивалькевич [5] приводят схему гидродинамических и гидрохимических зон Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна, отражающую самые общие черты их распространения (рис. 1). Согласно ей для Кулундинской аллювиальной равнины для зоны затрудненного водообмена характерны гидрокарбонатно-натриевые воды с минерализацией до 1,5 г/л, для Приобского плато –

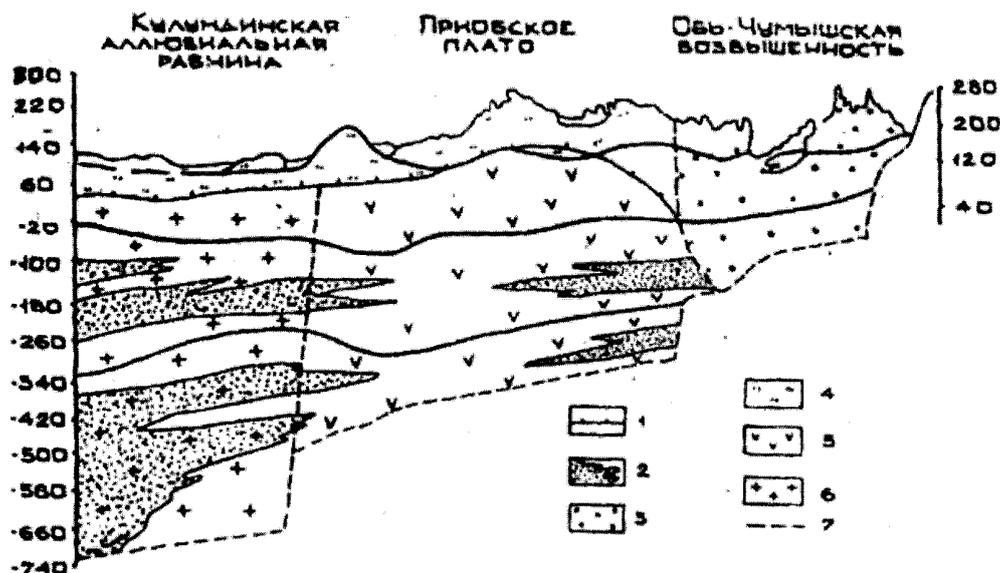


Рис. 1. Гидродинамические и гидрохимические зоны Кулундино-Барнаульского артезианского бассейна (по И.С. Зекцеру):

1 – граница между поверхностью и зонами интенсивного и затрудненного водообмена; 2 – боковая раскрытость водоносных горизонтов в зоне затрудненного водообмена; 3 – гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией до 1 г/л; 4 – гидрокарбонатные воды смешанного катионного состава с минерализацией до 1 г/л; 5 – гидрокарбонатно-сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридные воды смешанного катионного состава с минерализацией 1-5 г/л; 6 – гидрокарбонатно-натриевые воды с минерализацией до 1,5 г/л; 7 – граница гидрохимических зон

сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные (1–5 г/л). Для зоны интенсивного водообмена, отвечающей позиции Обь-Чумышской возвышенности, свойственны гидрокарбонатно-кальциевые воды (до 1 г/л). А для верхних горизонтов зоны интенсивного водообмена всего левобережья р. Оби (Кулундинская равнина и Приобское плато) присущи воды смешанного катионного состава (с минерализацией до 1 г/л).

Полученные за последнее время данные позволяют существенно уточнить и детализировать эти представления. Следует отметить, что размещение подземных вод различной минерализации на территории края и по различным водоносным горизонтам имеет очень сложную структуру. В настоящей статье с учетом гидрогеологических карт, построенных сотрудниками ОАО «Алтайская гидрогеологическая экспедиция» (В.В. Девятаевой, О.В. Кулюкиной), дан анализ распределения по территории Алтайского края подземных вод разного химического состава и степени минерализации.

Как известно, Алтайский край занимает юго-восточную часть Западно-Сибирской низменности в области сочленения с горами Южной Сибири. Территория края располагается в пределах двух крупных структурно-тектонических единиц: Алтае-Саянской горноскладчатой геосинклинальной области и прилегающих к ней юго-восточных окраин Западно-Сибирской платформы.

Общей чертой водовмещающих структур Саяно-Алтайского бассейна, несмотря на различия в их возрасте, степени обводненности и метаморфизма, является наличие трещинных ультрапресных, чаще безнапорных вод в зоне наиболее активного водообмена и напорных трещинно-жильных вод ниже областей разгрузки [6].

Платформенная область в границах Алтайского края в гидрогеологическом отношении представляет собой краевую зону сложного Западно-Сибирского бассейна пластовых вод. В его строении выделяются два структурных этажа: нижний – складчатый палеозойский фундамент с напорными трещинными и трещинно-жильными водами, тяготеющими в основном к тектоническим разломам и зоне древнего выветривания; верхний – эпипалеозойский платформенный чехол, содержащий преимущественно напорные пластово-поровые воды в осадочных породах кайнозоя и мезозоя.

Вдоль Алтае-Саянского горного обрамления располагаются внешние области питания этого артезианского бассейна. Здесь происходит глубинная разгрузка трещинных вод фундамента, что является причиной формирования области пьезомаксимумов водоносных горизонтов. Это, как правило, зона активной динамики подземных вод, характеризующаяся при наличии хорошо проницаемых отложений осадочного чехла значительными уклонами, скоростями движения подземных вод, прямой вертикальной зональностью. В случае, когда палеозойский фундамент перекрыт преимущественно глинистыми породами чехла, образуется зона замедленного водообмена.

По мере погружения пород фундамента под осадочный чехол в предгорные части артезианских бассейнов и межгорные артезианские бассейны минерализация и химический состав вод палеозойской зоны становятся все более сложными [7].

Внутренние области питания бассейна связаны с наиболее высокими формами рельефа (водораздельные пространства Кулундинской равнины, Приобского плато и Обь-Чумышской возвышенности). На высоких положительных формах рельефа наблюдается снижение

Характеристика водоносных комплексов

Водоносный комплекс	Свиты, входящие в состав водоносных комплексов	Преобладающий литологический состав водоносного горизонта	Мощность толщи, м	Глубина залегания, м	Водообильность, л/с	Минерализация, г/л
Неогеновый	Павлодарская, таволжанская, рубцовская, бещеульская	Разнозернистые пески, гравий	10–50	40–150	0,2–2	1
Верхне-олигоценый	Крутихинская, батуровская, знаменская	Пески, гравий, галька	0,5–75	60–230	0–0,5	1–7
Палеоцен-олигоценый	Журавская, новомихайловская, атлымская, юрковская, остроновская	Пески, гравийно-галечниковые отложения	20–40	120–370	1–3	0,2–4,9
Меловой	Сымская, ипатовская	Пески	20–60	400–500	0,5–3	0,2–39

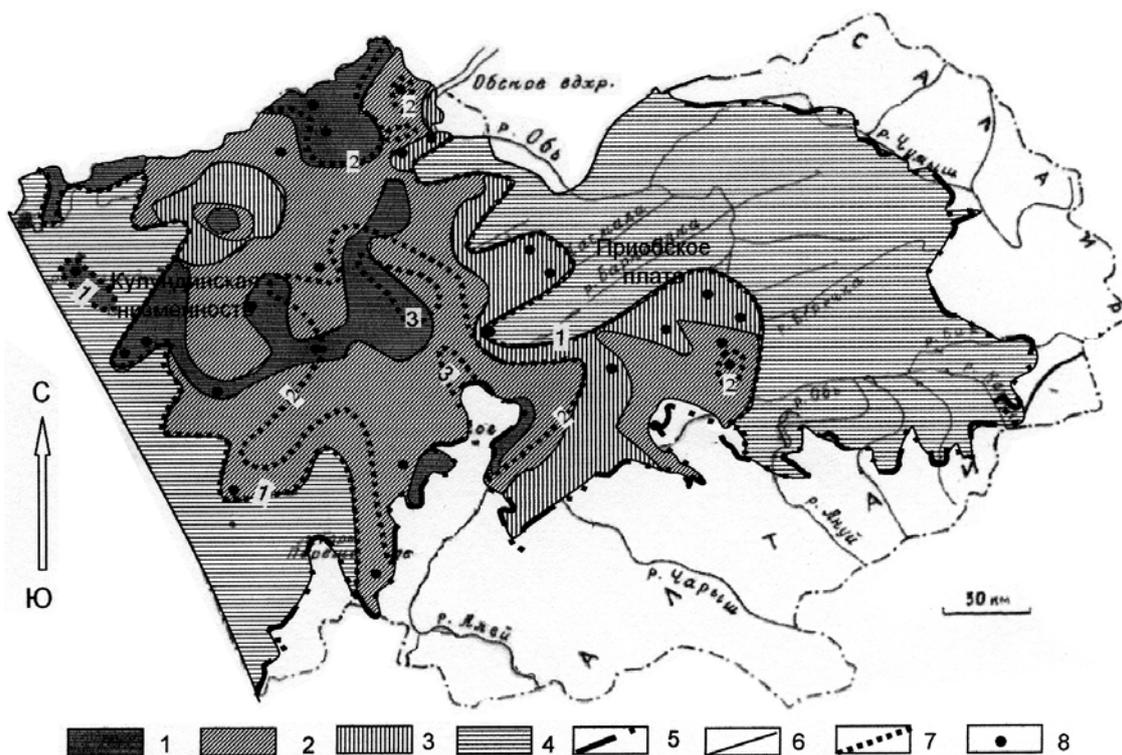


Рис. 2. Схема гидрохимической зональности подземных вод неогенового водоносного комплекса:
 1–4 – анионный состав подземных вод: 1 – хлоридные, 2 – сульфатные, 3 – гидрокарбонатные, 4 – пресные; 5–7 – границы:
 5 – водоносных комплексов, 6 – зоны распространения вод разной минерализации, 7 – минерализации (г/л);
 8 – скважины, вскрывающие водоносный горизонт

пъезометрической поверхности горизонтов с глубиной, что свидетельствует о нисходящем движении подземных вод. Источником питания бассейна являются в основном атмосферные осадки и в меньшей степени поверхностные воды. В связи с этим формирование химического состава происходит под влиянием экзогенных факторов: климата (главным образом степени увлажненности), рельефа, речной сети.

В общем случае для всех водоносных горизонтов бассейна характерно увеличение минерализации воды по направлению от периферии бассейна к центру, а также от долин рек к возвышенным частям Приобского плато.

Вертикальная геохимическая зональность определяется условиями водообмена. Зона свободного водообмена, где наиболее сильно сказывается воздействие гидрометеорологических факторов и формируются пресные воды, имеет мощность от 300–400 м в области дренирующего влияния Оби и в предгорных районах, до 500 м на водоразделах Приобского плато и Кулундинской равнины. В зоне затрудненного водообмена, расположенной ниже, минерализация подземных вод возрастает. В вертикальном разрезе Западно-Сибирского артезианского бассейна выделяется ряд водоносных комплексов (см. таблицу).

Неогеновый водоносный комплекс. Глубина залегания комплекса изменяется в среднем от 40 до 150 м. Региональное погружение комплекса наблюдается в северно-западном направлении. Минимальные суммар-

ные мощности (от 10 м) характерны для периферийных частей распространения комплекса, максимальные (более 50 м) – для Приобского плато. Преобладают площади с суммарной мощностью водовмещающих пород до 50 м. Водоносный комплекс носит напорный характер. Пъезометрическая поверхность водоносного комплекса от предгорий и водораздельных пространств плавно снижается в направлении долины Оби и Кулундинской аллювиальной равнины. Водообильность отложений, объединенных в комплекс, неравномерная, наиболее характерны удельные дебиты 0,2–2 л/сек.

Основными областями питания горизонтов являются внешние области. На юге по контуру распространения водоносного комплекса питание осуществляется за счет перетекания из вышележащих водоносных горизонтов верхнеогенового и четвертичного возраста, а также за счет подтока со стороны палеозойского фундамента. К внутренним областям питания относятся водораздельные пространства Приобского плато и Обь-Чумышской возвышенности, где отмечается перетекание из вышележащих водоносных горизонтов, а также пополнение путем инфильтрации атмосферных осадков через перекрывающую толщу.

Воды с минерализацией более 1 г/дм³ занимают значительную часть Приобского плато и Кулундинскую равнину, за исключением пограничных с Казахстаном территорий (рис. 2). Наибольшие значения минерализации (до 5–7 г/дм) отмечены

в центральной части этой зоны (Завьяловский, Романовский районы), где воды имеют преимущественно сульфатно-хлоридный магниевый-натриевый состав. По направлению от центра к периферии величина минерализации уменьшается, соответственно изменяется и тип вод – через хлоридно-сульфатный и гидрокарбонатно-сульфатный различного катионного состава до сульфатно-гидрокарбонатного кальциево-магниевый-натриевого в восточном направлении и до хлоридно-гидрокарбонатного в западном.

Верхнеолигоценый водоносный комплекс. Глубина залегания комплекса изменяется от 60–80 до 200–230 м. Водовмещающими породами являются пески различного гранулометрического состава и гравийно-галечниковые отложения. Подземные воды высоконапорные. Зона самоизливающихся вод приурочена в основном к озерным котловинам Кулундинской равнины. Водообильность верхнеолигоценого комплекса по площади неодинакова. Наиболее высокая в юго-западной части Приобского плато.

Формирование химического состава происходит под влиянием двух основных факторов: выщелачивания легкорастворимых солей из водовмещающих толщ и процессов смещения вод выше- и нижележащих горизонтов.

Зона повышенной минерализации довольно обширна и занимает восточную часть Кулундинской равнины. Преобладают хлоридно-сульфатные магниевый-натриевые воды с минерализацией до 3 г/дм³. Более высокие значения минерализации (до 7 г/дм³) отмечаются на участке, протягивающемся от южной границы водовмещающей толщи на север; воды здесь имеют хлоридный натриевый, сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный магниевый-натриевый состав. Восточная часть Приобского плато занята гидрокарбонатно-сульфатными, хлоридно- и сульфатно-гидрокарбонатными кальциево-магниевый-натриевыми водами с минерализацией 1–2 г/дм³.

Палеоцен-олигоценый водоносный комплекс. Глубина залегания комплекса изменяется от 120–160 до 370 м. Водовмещающие породы – пески различного гранулометрического состава и гравийно-галечниковые отложения. Мощность водовмещающих пород составляет в среднем 20–40 м. Подземные воды высоконапорные. Палеоцен-олигоценый комплекс является наиболее водообильным в сравнении с другими комплексами, содержащими напорные воды. Причем в разрезе комплекса горизонты делятся на высоководообильные – атлымский и юрковский и малопродуктивные – островновский.

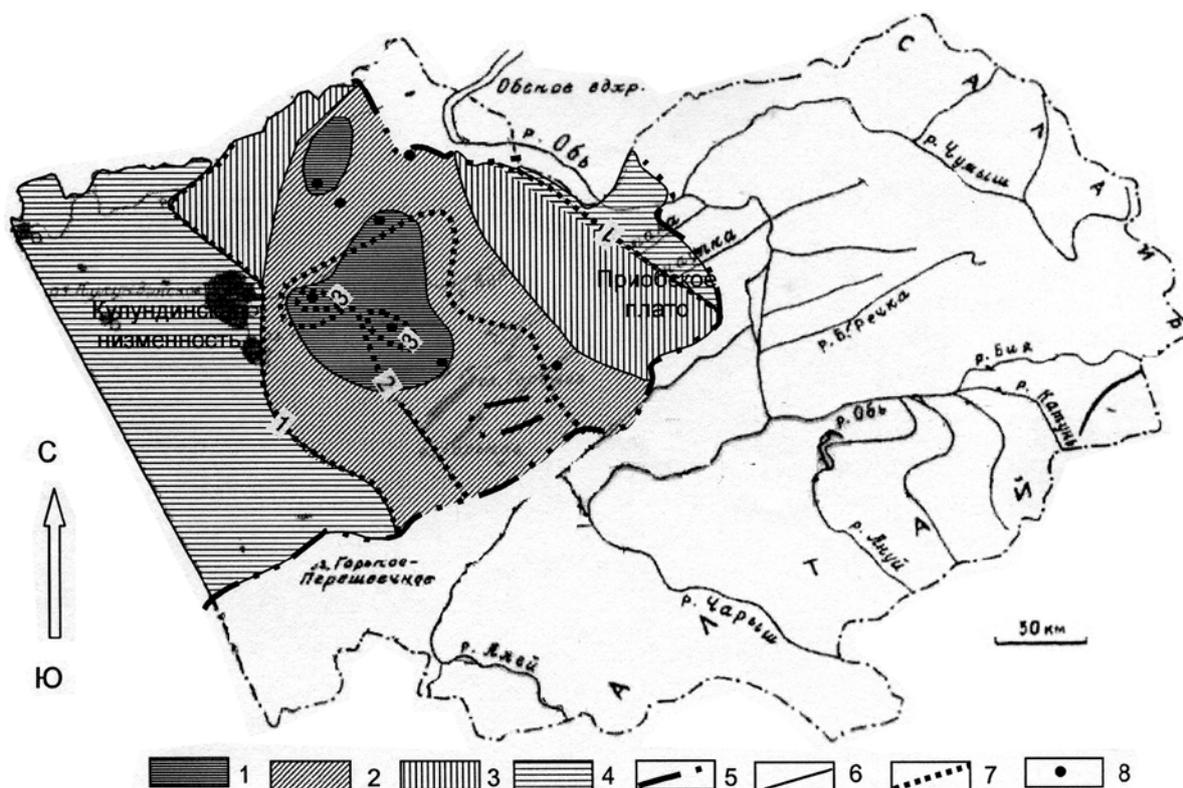


Рис. 3. Схема гидрохимической зональности подземных вод мелового водоносного комплекса:
 1–4 – анионный состав подземных вод: 1 – хлоридные, 2 – сульфатные, 3 – гидрокарбонатные, 4 – пресные; 5–7 – границы:
 5 – водоносных комплексов, 6 – зоны распространения вод разной минерализации, 7 – минерализации (г/л);
 8 – скважины, вскрывающие водоносный горизонт

Зона солоноватых вод выделяется в центральной и западных частях Приобского плато. По осевой части этой зоны от южных границ комплекса на северо-запад протягивается область распространения вод с минерализацией более 3 г/дм³, имеющих сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный натриевый, кальциево-натриевый и магниевый-кальциево-натриевый состав. Эта область окаймлена более обширной площадью, на которой воды имеют минерализацию 2–3 г/дм³ и хлоридно-сульфатный состав. Далее по направлению от центра происходит смена типа воды: в восточном направлении – на сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый, в западном – на хлоридно-гидрокарбонатный натриевый и кальциево-натриевый. Минерализация при этом снижается до 1–2 г/дм³.

В составе **мелового водоносного комплекса** глубина залегания изменяется от 400 до 500 м. Мощность водовмещающих пород (песков различного гранулометрического состава) варьирует в широких пределах, составляя в среднем 20–60 м. Подземные воды высоконапорные. Водообильность комплекса различна.

Химический состав подземных вод складывается под влиянием процессов выщелачивания из морских и континентальных меловых отложений и за счет подтока и разбавления глубинными трещинными водами фундамента.

Воды повышенной минерализации приурочены к центральной части Приобского плато (рис. 3). Преимущественно они хлоридно-сульфатные магниевый-натриевые с минерализацией 1–3 г/дм³.

Обобщение новых, значительно более полных аналитических данных позволяет существенно уточнить представления Ю.Н. Акуленко и В.И. Бивалькевича [5] и приводит к выводам, что распределение подземных вод различного химического состава и минерализации по территории Алтайского края имеет более сложную структуру, зависящую от разнообразных факторов, а не только от структурной приуроченности к определенным региональным блокам. Выявляются значительные внутриблоковые и этажные неоднородности, обуславливаемые характером зоны питания (недостаточная, умеренная); степенью дренированности; гидрогеологическими условиями, на которые влияет глубина залегания водовмещающих отложений, их литологическим составом; наличием и мощностью перекрывающих глинистых образований.

Поскольку преобладающие катионы кулундинских минерализованных вод натрия, магния и кальция при доминирующей роли первого, основой для определения гидрохимической зональности является преимуще-

ственно анионный состав вод, на характеристике которого мы и остановились, рассмотрев в качестве типичных различные по структуре неогеновые и меловые водоносные комплексы.

Неогеновый подземный водоносный комплекс имеет очень сложное строение. Минерализованная часть вод комплекса приурочена к Кулундинской равнине. С запада и востока ее оконтуривают пресные подземные воды. Структура минерализованных вод комплекса характеризуется следующими особенностями. Воды хлоридного состава имеют наименьшее распространение по площади и в основном приурочены к центральной части комплекса, где образуют несколько обособленных пятен (примерно около 12% от общей площади минерализованной части комплекса), заключенных в доминирующий сульфатный ареал, за исключением крайней северо-западной части комплекса, где воды хлоридного состава непосредственно окружены гидрокарбонатными. Сами сульфатные воды (28%) слагают крупную осевую зону всех минерализованных вод. Гидрокарбонатные воды (11%) представлены в основном по восточной периферии общей зоны минерализованных вод, а также образуют небольшое пятно на северо-западе, в которое включены хлоридные воды. Общие контуры комплекса сложные, имеют заливчатые очертания, но в целом вытянуты в северо-западном направлении от подножия алтайских гор до Каменского вала.

В отличие от неогенового, меловой комплекс характеризуется относительной простотой строения. Хлоридные воды образуют два сближенных крупных пятна в центральной части всей минерализованной зоны комплекса, занимая 10% от ее площади. Сульфатные воды широким полем облекают хлоридные воды (36%), а гидрокарбонатные (20%) приурочены к фланговым участкам комплекса и окружены пресными водами. Это узкая полоса на северо-востоке вблизи Обского водохранилища и широкая на юго-западе (34%). В целом комплекс имеет более простые и ровные очертания и вытянут в северо-западном направлении, как и неогеновый, значительно уступая ему по площади.

Таким образом, для каждого горизонта характерны свои собственные особенности распределения минерализованных вод. Выделяются и общие закономерности. Так, хлоридные воды в основном приурочены к центральной части Кулундинской равнины. Сульфатные воды обычно окружают зоны хлоридных вод. Пресные воды преимущественно приурочены к зонам повышенного водообмена, а именно к восточной и западной границам водоносных горизонтов.

Библиографический список

1. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. – М., 2001.
2. Николаев В.А. Подземные воды юга Западной Сибири: формирование и проблемы рационального использования. – Новосибирск, 1987.
3. Посохов Е.В. Формирование химического состава подземных вод: основные факторы. – М., 1966.
4. Акуленко Ю.Н. Подземные воды Кулунды и их использование. – Барнаул, 1977.
5. Акуленко Ю.Н., Бивалькевич В.И. Проблемы орошения земель равнинного Алтая. – Барнаул, 1995.
6. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / под ред. Е.В. Пиннекера. – М., 1991.
7. Леонова Г.А. Эколого-геохимическая оценка соляных озер Алтайского края // География и природные ресурсы. – 2007. – Вып. 1.