Подземные воды по их качеству и назначению подразделяются на питьевые и технические (пресные и слабосолоноватые), минеральные (лечебные), промышленные (содержащие извлекаемые концентрации полезных компонентов) и теплоэнергетические.

В сфере федеральных интересов находятся в основном питьевые и минеральные воды; удовлетворение текущих и перспективных потребностей населения России их качественными запасами имеет огромное значение как для социальной стабильности, так и для поддержания здоровья нации.

Пресные подземные воды – наиболее надёжный источник обеспечения населения питьевой водой высокого качества, защищенный от загрязнения с поверхности; минеральные воды – доступное и эффективное лечебное и профилактическое средство. Поэтому в «Долгосрочной государственной программе изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья» были учтены именно эти типы подземных вод. Очень важным фактором, отличающим подземные воды от других видов полезных ископаемых, является динамичность запасов и ресурсов, зависимость их качества от изменчивых природных и антропогенных факторов.

Основная ресурсная база всех типов подземных вод (пресных питьевых и технических, минеральных, теплоэнергетических и промышленных) была создана благодаря широкомасштабным геологоразведочным работам, выполненным за счёт госбюджетных средств до начала 1990-х годов.

## Питьевые и технические подземные воды

Государственным Центром “Геомониторинг” в России на 1.01.2007 г. учтены прогнозные ресурсы подземных вод в количестве 869,1 млн куб.м/сут (317,2 куб.км/год). По результатам оценки обеспеченности населения ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, которая выполнена в 1994-2000 гг. организациями Министерства природных ресурсов России, общая величина прогнозных ресурсов составляет около 1100 млн куб.м/сут (350 куб.км/год). Однако в связи с тем, что апробация этих прогнозных ресурсов в установленном порядке не была проведена, обе величины носят справочный характер.

Основная часть ресурсов (77,2%) сосредоточена в четырёх федеральных округах: Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном, причём наибольшее количество – в Сибирском (28,9%).

Наиболее высоким значением модуля прогнозных ресурсов характеризуется Центральный федеральный округ (113,5 куб.м/сут на кв.км). Средний модуль прогнозных ресурсов России составляет 50,9 куб.м/сут, а отдельных её субъектов – от 0,6 куб.м/сут до 681,5 куб.м/сут на кв.км. Обеспеченность федеральных округов ресурсами подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевых нужд, варьирует от 1,8 куб.м/сут до 24,1 куб.м/сут на чел. Однако осреднение показателей обеспеченности населения ресурсами подземных вод по столь крупным таксонам не отражает реальной картины, так как не только в разных субъектах, но и внутри каждого из них эти показатели заметно различаются.

Большая часть Восточной Сибири и Дальнего Востока находится в зоне практически сплошного распространения многолетнемерзлых пород, мощность которых достигает нескольких сотен метров. В этих районах прогнозные ресурсы пресных и слабосолоноватых подземных вод могут концентрироваться только в таликовых зонах современных и погребенных долин, в которых в меженные периоды происходит сработка емкостных запасов подземных вод с последующим их восполнением в паводок. При этом могут формироваться достаточно крупные месторождения, такие, например, как Талнахское и Егорлахское, используемые для водоснабжения г. Норильск.

В ряде субъектов Российской Федерации существенную часть прогнозных ресурсов представляют береговые (инфильтрационные) воды. Например, в Астраханской области на береговые водозаборы приходится 80%, а в Карачаево-Черкесии – 98% прогнозных ресурсов.

По введенной в действие с января 2008 г. Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод рассмотренные выше прогнозные ресурсы соответствуют ресурсному потенциалу, так как они включают и утвержденные запасы. Учитывая, что подсчет их выполнен в разное время по разным методикам, актуальна задача оценки ресурсного потенциала подземных вод России на современном уровне с апробацией и постановкой на учет.

Запасы подземных вод (ранее они назывались эксплуатационными запасами), прошедшие государственную экспертизу, на 1.01.2008 г. составили 93,8 млн куб.м/сут на 6371 месторождении (участке), учитываемых в системе государственного мониторинга состояния недр на 1.01.2008 г.

За 2007 г. государственная экспертиза запасов проведена на 434 месторождениях и участках, итоговый прирост запасов составил 1,3 млн куб.м/сут. За последние 10-15 лет средний годовой прирост числа месторождений подземных вод составляет 100-180.

Подавляющая часть (более 95%) запасов подземных вод – это воды для питьевого водоснабжения населения. Около 5% приходится на запасы, предназначенные для технологического обеспечения объектов промышленности или орошения земель.

Преобладающая часть запасов подземных вод разведана в Центральном, Приволжском и Сибирском федеральном округах, на долю которых приходится более 65% суммарных эксплуатационных запасов. Максимальным количеством запасов подземных вод располагают такие субъекты Российской Федерации, как г. Москва и Московская область, Краснодарский край, Самарская и Нижегородская области, Республика Башкортостан, Красноярский край, Иркутская, Оренбургская области, Хабаровский край, Владимирская область, Ставропольский край, Читинская, Кемеровская, Новосибирская и Воронежская области, Республика Северная Осетия-Алания, Волгоградская область. Суммарные запасы перечисленных субъектов федерации составляют более 50% российских. Подавляющая часть запасов этих субъектов предназначена для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения.

Минимальными значениями разведанных запасов (менее 40 тыс.куб.м/сут) характеризуются территории малонаселенных Пермского края, Ненецкого, Усть-Ордынского, Эвенкийского муниципального и Корякского автономного округов, а также Астраханской области, Республик Карелия, Калмыкия, Ингушетия и Татарстан.

Разведанные запасы питьевых подземных вод по федеральным округам и субъектам федерации распределены неравномерно; в пересчете на одного человека обеспеченность запасами в федеральных округах составляет от 343 до 773 л/сут, в Дальневосточном федеральном округе она превышает 1000 л/сут.

К слабо обеспеченным разведанными запасами подземных вод питьевого качества относятся такие территории Российской Федерации, как Республика Карелия, западная и юго-западная части Архангельской области, Вологодская, Новгородская, Ивановская области, Республики Калмыкия и Ингушетия, большая часть Ростовской области, Волгоградская область, Республика Чувашия и Удмуртская республика, Пермский край, Курганская область и южная часть Тюменской области, Омская область и отдельные регионы республики Якутия (Саха).

К высоко обеспеченным разведанными запасами подземных вод относится подавляющая часть регионов Дальнего Востока (520-3715 л/сут на человека), что обусловлено, прежде всего, малочисленностью населения. Из них существенно выделяются три субъекта Дальневосточного ФО: Еврейская АО – 3,7 тыс.л/сут, Магаданская область – 3,6 тыс.л/сут, Чукотский АО – 3,2 тыс.л/сут на человека.

Однако более половины месторождений подземных вод до сих пор не осваивается и находится в нераспределенном фонде недр. Большая часть из них требует переоценки или не может быть освоена вообще в связи с изменившейся экономической и экологической ситуацией (удаленность от потребителя, застроенность территории месторождения, загрязнение подземных вод и т. д.) и возросшими требованиями к качеству воды.

Более реальную обеспеченность территории России разведанными запасами иллюстрирует помещенная ниже карта, при составлении которой из общей суммы запасов исключены запасы месторождений, которые вероятнее всего не будут осваиваться.

Отношение величины эксплуатационных запасов к прогнозным ресурсам характеризует степень изученности (разведанности) прогнозных ресурсов. Она меняется от 4,1% (Уральский ФО) до 39,4% (Южный ФО) и составляет в среднем по России 10,6%.

Прирост балансовых запасов за последние 10 лет составил 10,4 млн куб.м/сут. Реальный годовой прирост вновь разведанных запасов оценивается в 1-1,2 млн куб.м/сут. Однако в связи со списанием с баланса части ранее разведанных запасов фактический прирост запасов подземных вод оказывается несколько меньше.

По приросту запасов на один рубль, вложенный в их оценку (величина, обратная стоимости 1 куб.м/сут запасов вод), который с известной долей условности можно использовать в качестве экономического критерия, самая низкая экономическая эффективность поисково-оценочных работ на подземные воды отмечается в Дальневосточном и Уральском федеральных округах, самая высокая – в Южном. Частично это связано с разницей в стоимости буровых работ и транспорта на этих территориях.

В 2007 г. геологоразведочные работы (ГРР) на подземные воды выполнялись за счет средств федерального бюджета на 117 объектах, на 47 из них работы были завершены, в том числе ГРР для обеспечения водоснабжения городов Тула, Петрозаводск, Вологда, Великий Новгород, Астрахань, Ставрополь, Дербент, Избербаш (Республика Дагестан) и др., а также ряда населенных пунктов районного масштаба.

Динамика запасов, добычи и использования подземных вод в 1997-2007 гг., млн куб.м/сут

В период 2005-2007 гг. по 92 объектам ГРР проводились с целью водообеспечения населенных пунктов, не имеющих защищенного источника водоснабжения или не обеспеченных качественными питьевыми водами. Для городов Тамбов, Саранск, Грозный, Аргун, Гудермес обосновывались существующие системы водоснабжения с переоценкой запасов.

В 2007 г. планировалось получить следующий прирост запасов подземных вод в результате завершенных геологоразведочных работ:

* за счет средств федерального бюджета, по питьевым водам – 1990,1-2114,1 тыс.куб.м/сут;
* за счет всех источников финансирования, по питьевым и техническим водам – 2725 тыс.куб.м/сут.

В 2007 г.–первой половине 2008 г. государственную экспертизу прошли 28 объектов, из них по 25 утверждены балансовые запасы категорий С1+С2 – 1206,8 тыс.куб.м/сут, по трем объектам – забалансовые запасы категорий С1+С2 – 45,3 тыс.куб.м/сут. Отчеты по завершенным объектам находятся на рассмотрении, в их числе отчеты о результатах работ по поискам подземных вод для водоснабжения таких крупных городов, как Волгоград, Ростов, Мурманск, Астрахань, Ростов, испытывающих дефицит качественной питьевой воды.

Геологоразведочные работы на основном числе завершенных объектов профинансированы из внебюджетных источников, преимущественно из средств крупных промышленных предприятий. Среди разведанных ими месторождений преобладают мелкие, с запасами до 1-2 тыс.куб.м/сут; в 2005-2007 гг. такие месторождения составили около 70%.

С 2008 г. предусматривается проведение геологоразведочных работ на теплоэнергетические воды на Камчатке, где их освоение имеет социальное и геополитическое значение.

Наибольшее количество подземной воды по-прежнему добывается и используется в Центральном, Приволжском и Сибирском федеральных округах, наименьшее – в Дальневосточном. По количеству добываемой воды лидируют Московская область, Краснодарский край, Кемеровская и Свердловская области. За последнее десятилетие тенденция к уменьшению добычи подземных вод сохраняется во всех федеральных округах. Степень освоения запасов (отношение добычи подземных вод к запасам) в России остаётся на уровне 33%.

Из общего количества добываемых подземных вод потребляется в среднем 82%; без использования сбрасывается 18% добытой воды. За последние десять лет это соотношение практически не изменилось. Общее количество использованной воды продолжает уменьшаться в среднем на 1-1,2 млн куб.м/сут ежегодно.

Структура использования подземных вод практически не меняется: на хозяйственно-питьевое водоснабжение расходуется 76%, на промышленно-техническое – 22% добываемых вод.

В среднем по России общее потребление подземных вод на одного человека (удельное потребление) составляет 170 л/сут. Наибольшее количество воды потребляется в Центральном ФО (234 л/сут), наименьшее - в Северо-Западном ФО (69 л/сут).

Эксплуатация подземных вод сопровождается снижением их уровня и напора, а также ухудшением качества и загрязнением. В Центральном федеральном округе сформировалось несколько региональных воронок депрессии. Наиболее обширная охватывает Московскую и смежные области, понижение в центре воронки депрессии достигает 130 м. На отдельных участках Московской области наблюдается снижение уровня ниже кровли водоносного горизонта, т.е. происходит истощение и загрязнение подземных вод.

Прогнозные ресурсы, эксплуатационные запасы и добыча подземных вод в федеральных округах Российской Федерации на 1.01.2007 г.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Федеральный округ | Прогнозные ресурсы | Эксплуатационные запасы, тыс.куб.м в сутки | Добыча и извлечение, тыс.куб.м в сутки |
| всего, тыс.куб.м в сутки | средний модуль, куб.м/сут на кв.км | всего | эксплуатируемых |  |  |  |  |
| Центральный | 74055 | 113,5 | 27445,6 | 9332,8 | 12,6 | 1362 | 850 |  |
| Северо-Западный | 117704 | 70,1 | 4902 | 1742,1 | 1,5 | 449 | 250 |  |
| Южный | 39849 | 67,6 | 15715,2 | 3895,7 | 9,8 | 613 | 203 |  |
| Приволжский | 84738 | 81,7 | 16175,4 | 5081,9 | 6 | 1034 | 541 |  |
| Уральский | 142575 | 79,7 | 5801,6 | 2843,1 | 2 | 860 | 491 |  |
| Сибирский | 250902 | 49,1 | 15399,6 | 5548,1 | 2,2 | 984 | 347 |  |
| Дальневосточный | 159232 | 25,6 | 7045,3 | 1345,7 | 0,8 | 535 | 293 |  |
| Российская Федерация, всего | 869055 | 50,9 | 92484,6 | 29789,4 | 3,4 | 5837 | 2957 |  |

Региональная воронка депрессии сформировалась в районе КМА и охватывает территорию Белгородской, Курской, Орловской и Брянской областей. Понижение уровня в центре воронки депрессии составляет 80-90 м. Региональные воронки депрессии зафиксированы в Тульской, Ленинградской, Новосибирской, Томской, Тюменской областях, Республике Мордовия, Алтайском крае. Локальные воронки депрессии формируются практически вокруг всех областных центров, промышленных районов, крупных месторождений полезных ископаемых.

Уменьшение добычи подземных вод, начавшееся в 1990-е годы, привело к замедлению темпов понижения уровней (напоров) подземных вод, к их стабилизации и даже восстановлению. Реабилитация состояния подземных вод охватила также районы, где законсервированы или ликвидированы шахты.

В объёме вод, используемых в системах коммунального водоснабжения городов, преобладают поверхностные воды, однако среди населённых пунктов городского типа число тех, что снабжаются подземными водами, больше; так, около 69% (2028) городов и посёлков используют преимущественно (более чем на 90%) подземные воды, ещё 12% (354) имеют смешанные источники водоснабжения и лишь 19% (576) снабжаются преимущественно поверхностными водами, при этом на их долю приходится более 90% водопотребления.

Уменьшение доли использования подземных вод происходит с увеличением населения города. Так, преимущественно подземными водами обеспечивается 79% городов с населением до 50 тысяч человек, 55% – с населением от 50 тыс.чел. до 100 тыс.чел., 32% – с населением более 100 тыс.чел. В то же время лишь 28% наиболее крупных городов (с населением более 250 тыс.чел.) снабжаются подземными водами, а ещё 34% имеют смешанные источники водоснабжения.

Таким образом, большое количество городов и посёлков (около 600), в том числе большинство крупных городов, практически не используют в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения подземные воды. К городам, где поверхностные воды являются практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Омск, Волгоград, Челябинск, Ростов и другие. Так как поверхностные воды по существу не защищены от возможного загрязнения, население этих городов находится под постоянной угрозой выхода питьевых водозаборов из строя. К этой группе примыкают и города, имеющие подземные источники водоснабжения, но эксплуатирующие первый от поверхности водоносный горизонт, связанный с поверхностными водами и недостаточно защищённый от загрязнения (Красноярск, Воронеж, Владикавказ, Улан-Удэ и др.).

Под воздействием антропогенной нагрузки происходит ухудшение качества и загрязнение подземных вод. Качество подземных вод не всех месторождений отвечает современным нормативным требованиям, предъявляемым к питьевым водам. Так, признаки неполного соответствия качества подземных вод питьевым целям отмечены в 62% разрабатываемых и в 51% неразрабатываемых месторождений, а также в 50% водозаборов, расположенных на участках с неоцененными запасами. При этом в 85% водозаборов такое несоответствие связано с природными условиями формирования качества подземных вод и в 24% – с техногенным их загрязнением. В связи с этим на 10% водозаборов производится специальная водоподготовка. Количество выявленных очагов загрязнения подземных вод постоянно растёт. В среднем ежегодно выявляется около 335 новых очагов загрязнения.

Наибольшее количество участков загрязнения подземных вод выявлено в Приволжском (37%), Сибирском (25%); Южном (11%) и Центральном (10%) федеральных округах.

Структура загрязнения, то есть соотношение выявленных очагов с разным химическим составом загрязняющих веществ и разными источниками загрязнения, в течение последних лет практически остается стабильной. Загрязняющими подземные воды веществами являются соединения азота (нитраты, нитриты, аммиак, соединения аммония), нефтепродукты, сульфаты и хлориды, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, кобальт, никель, ртуть или сурьма, фенолы. Источниками загрязнения остаются промышленные предприятия, сельскохозяйственные и коммунальные объекты.

Загрязнение первого от поверхности водоносного горизонта, не являющегося в большинстве случаев источником централизованного водоснабжения, но широко используемого для нецентрализованного и, кроме того, играющего важную экологическую роль, широко развито в промышленно освоенных регионах. Источниками загрязнения служат накопители отходов и сточных вод, крупные полигоны твёрдых бытовых отходов, нефтепромыслы и нефтебазы, промышленные площадки и т.д. Участки загрязнения грунтовых вод связаны с предприятиями химической, энергетической, нефтехимической, нефтедобывающей и машиностроительной промышленности. Загрязнение более глубоких водоносных горизонтов, используемых для централизованного водоснабжения, зависит от степени их защищённости. Из общего количества разведанных месторождений 15% относятся к надёжно защищённым, 42% – к защищённым, 43% – к незащищённым. На территории России выявлено около 500 водозаборов с постоянным или эпизодическим загрязнением подземных вод, 25% из которых – с производительностью более 1 тыс.куб.м/сут. В большинстве групповых водозаборов загрязнение подземных вод отмечается лишь в отдельных скважинах и по интенсивности относится к незначительному (1-10 ПДК).

На территории Курской, Брянской, южной части Калужской и Тульской областей стали проявляться последствия Чернобыльской аварии в виде радиоактивных осадков на поверхности, которые со временем постепенно просачиваются в грунтовые и подземные воды. Проблемы радиационной безопасности обозначились на территории Тверской, Ивановской, Московской, Смоленской, Рязанской, Белгородской и Воронежской областей.

Наибольшую экологическую опасность представляет загрязнение подземных вод на водозаборах питьевого водоснабжения. В основном это водозаборы, состоящие из одиночных скважин с производительностью менее 1 тыс.куб.м/сут. Проблемными в этом отношении являются водозаборы г.Липецк, в подземных водах которых обнаружено нитратное загрязнение. На водозаборах Курской городской агломерации подземные воды не соответствуют санитарным нормам по содержанию марганца, железа, фенола, нефтепродуктов. На некоторых водозаборах отмечено несоответствие качества воды требованиям радиационной безопасности. В Смоленской области на водозаборах крупных городов выявилась тенденция к увеличению минерализации, общей жёсткости, содержания железа, марганца, стронция. В Пермском крае на участке Сухореченского водозабора обнаружено загрязнение стронцием. Неблагополучная ситуация с качеством подземных вод складывается на водозаборах Омской, Новосибирской и Томской областей.

Следует отметить, что специальных работ по изучению загрязнения подземных вод на большей части территории России недропользователи не ведут. Оценка качества подземных вод осуществляется по результатам разовых и разновременных опробований и по ограниченному набору компонентов. Современное состояние качества пригодных для использования подземных вод свидетельствует о необходимости усилить контроль над ним на основе обязательного мониторинга на всех объектах, где возможно негативное воздействие на подземные воды.

## Проблемы минерально-сырьевой базы питьевых подземных вод Российской Федерации

Анализ состояния ресурсной базы подземных вод как источника питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности позволяет сделать следующие выводы.

* Созданная ранее ресурсная база подземных вод в связи с изменившейся политической и экономической обстановкой в стране не отражает реальных возможностей перевода водоснабжения населенных пунктов и городов и, в первую очередь, крупных городов на защищенные подземные источники.
* В связи с этим в ряде регионов необходима переоценка общего ресурсного потенциала подземных вод и их прогнозных ресурсов. При этом требует решения вопрос об апробации и официальном учете прогнозных ресурсов.
* Одновременно необходимо выполнить работы по оценке состояния и возможности освоения месторождений нераспределенного фонда, переоценке запасов месторождений и снятию с государственного баланса запасов месторождений, освоение которых по каким-либо причинам будет признано невозможным. Результаты таких работ послужат основанием для обоснования и корректировки стратегических и ежегодных программ геологоразведочных работ на подземные воды и прогноза развития минерально-сырьевой базы подземных вод страны.
* Необходима разработка и реализация мер по приведению в соответствие с действующим законодательством Российской Федерации отбора подземных вод на участках недр, не имеющих запасов, прошедших государственную экспертизу и включенных в государственный учет (в количестве 15 млн куб.м/сут).
* Требуется корректировка новой Классификации запасов подземных вод и рекомендаций по ее применению, а также внесение изменений в порядок проведения государственной экспертизы запасов подземных вод на участках недр с действующими водозаборами (включая одиночные скважины) и в систему государственного учета ресурсной базы подземных вод.
* Для реализации закона «О недрах» необходима разработка нормативно-правовых документов, обеспечивающих резервирование источников питьевого водоснабжения, в том числе земель, на которых расположены резервные месторождения подземных вод, и выделение участков недр местного значения для геологического изучения и добычи подземных вод.
* Несмотря на неполное освоение разведанных ранее запасов подземных вод, для реального обеспечения водой населения и объектов промышленности требуется планомерное проведение геологоразведочных работ для создания ресурсной базы защищенных подземных источников крупных городов и других населенных пунктов.

Подземные воды распространены по всей территории России и являются одним из источников питания рек. Большая их часть непосредственно связана с речным стоком н озерными котловинами. Объем естественных ресурсов подземных вод оценивается в 787,5 км3/год, статические запасы составляют 28 тыс. км3.

На территории России разведано 3367 месторождений подземных вод, из них эксплуатируется лишь 48%. Эксплуатационные запасы разведанных месторождений составляют 28,5 км3/год. Степень их использования в среднем по России не превышает 33%, около половины использованной воды расходуется на хозяйственно-питьевые нужды.

Суммарный отбор подземных вод составляет всего лишь 4,5% от потенциальных эксплуатационных ресурсов (около 230 км3/год), т.е., несмотря на достаточно большие запасы пресных подземных вод, их использование остается невысоким. Из общего объема эксплуатационных ресурсов около половины (113 км3/год) не связаны с речным стоком.

Загрязнение подземных вод в большинстве случаев носит локальный характер.

ИСТОЧНИК, естественный выход подземных вод на земную поверхность. Подземные воды находятся в полостях, порах и трещинах горных пород в верхней части земной коры. Верхняя граница водонасыщенной зоны называется зеркалом, или уровнем, подземных вод. Там, где водоносные горизонты пересекаются с земной поверхностью, возникают источники. Поскольку глубина грунтовых вод меняется в зависимости от сезона и количества выпадающих осадков, источники могут внезапно исчезать, быть просачивающимися, капельными или бить ключом.

Источники на склонах холмов. В районах с расчлененным рельефом часть воды, которая просачивается в грунт в верхней части холма, может снова выйти на поверхность ниже по склону в виде источника, расположенного выше уровня водотока. Это происходит, если зеркало грунтовых вод находится выше уровня водотока. Источники возникают там, где вода при движении вниз встречает водоупорный горизонт, а затем выходит на поверхность в месте обнажения водопроницаемых пород. Расход воды источников на склонах холмов обычно невелик и изменчив.

Артезианские источники. Вода, поступающая в пористые проницаемые слои, перекрытые водонепроницаемыми породами, может под давлением фонтанировать в низко расположенных выходах, образуя артезианский источник. Иногда артезианские водоносные горизонты занимают значительную площадь, и тогда артезианские источники имеют высокий и довольно постоянный расход воды. Часть известных оазисов северной Африки приурочена к таким артезианским источникам. Там, где имеются разломы в земной коре, артезианские воды поднимаются из водоносных горизонтов вдоль линий разломов. В период между сезонами дождей они нередко иссякают.

Карстовые источники. Крупнейшие в мире источники часто связаны с выходом вод из карстующихся известняков. Содержащие углекислый газ просачивающиеся воды способны растворять известняки, поэтому во многих районах, сложенных известняками, распространены карстовые пещеры и каналы. В таких районах довольно часто встречаются подземные реки и очень крупные карстовые источники.

Горячие источники. Большинство горячих источников приурочено к вулканическим областям, в которых вода нагревается от горных пород, верхних слоев земной коры, расположенных вблизи вулканов, хотя, возможно, часть воды имеет магматическое происхождение. В некоторых горячих высокая температура воды обусловлена подъемом воды с больших глубин (ведь температура пород повышается примерно на 1° С с увеличением глубины на 30 м).

Минеральные источники. Вода минеральных источников содержит значительное количество растворенных химических веществ. Теплые и горячие источники обычно имеют более высокую минерализацию, поскольку химические реакции протекают более интенсивно при повышенных температурах.