

И. Я. ПАНТЕЛЕЕВ, С. М. ГОЛУБЕВ

**ПОДЗЕМНЫЕ  
ВОДЫ  
АЛЖИРА**

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОЛОВНОЙ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(СОЮЗОРГТЕХВОДСТРОИ)

И. Я. ПАНТЕЛЕЕВ,  
С. М. ГОЛУБЕВ

551.49  
556.3

# ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ АЛЖИРА

РЕДАКТОР  
АКАДЕМИК АН БССР Г. В. БОГОМОЛОВ

2713



МОСКВА «НЕДРА» 1978



Ministry of Land Reclamation and Water Economy of the USSR  
All—Union Head Designing & Technological Institute  
„Sojuzorgtekhvodstroj“

I. Y. PANTELEEV, S. M. GOLOUBEV

# GROUND WATERS OF AIGERIA

EDITED BY ACADEMICIAN ACAD. OF SCI. BSSR,  
G. V. BOGOMOIOV



MOSCOW "NEDRA" 1978

Ministère de la bonification et des eaux de l'U.R.S.S.  
Institut principal de toute l'U.R.S.S. de projets et de technologie  
„Soiuzorgtekhvodstroï“

I. Y. PANTELEIEV, S. M. GOLOUBEV

# LES EAUX SOUTERRAINES DE L'ALGERIE

SOUS LA RÉDACTION DE G. V. BOGOMOLOV, ACADÉMICIEN  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE LA R. S. S. DE BIÉLORUSSIF.



MCSCAU "NEDRA" 1978

Пантелеев И. Я., Голубев С. М. Подземные воды Алжира. М., «Недра», 1978, 212 с., с ил. (Союзоргтехводстрой).

Работа представляет собой первую краткую сводку основных сведений о подземных водах Алжирской Народной Демократической Республики. Она составлена по результатам гидрогеологических исследований, выполненных при участии советских специалистов на территории этой страны. В работе использованы публикации прежних лет. Выделенные 28 гидрогеологических районов нанесены на карту и последовательно описаны с оценкой перспективности каждого из них для разведки и практического использования подземных вод в целях водоснабжения, обводнения и орошения.

Кроме того, приведены краткие сведения о наиболее значительных и перспективных источниках минеральных и термальных вод.

Табл. 40, ил. 39, список лит. — 56 назв.

Книга рассчитана на гидрогеологов, ведущих исследование в специфических условиях пустыни. Она будет полезной для студентов, изучающих природные условия зарубежных стран.

Территории Алжира принадлежит важное место в геологическом строении Северной Африки. Здесь хорошо выражены два структурных элемента—цепь Атласских гор альпийской складчатости на севере Алжира и твердый допалеозойский цоколь Сахарской платформы на юге страны. Наличие их определяет характер рельефа, растительности, гидрогеологических условий и животного мира.

Природные условия этой страны, в том числе и особенности ее водных ресурсов, неоднократно менялись в результате геологической истории развития Северной Африки. В настоящее время имеются неоспоримые факты, указывающие на наличие влажного климата в Сахаре в отдельные периоды четвертичного времени.

Цепь Атласских гор, идущая параллельно Средиземному морю, протягивается к югу от него на 350 км, дальше располагается знаменитая пустыня мира — Сахара. В цепи гор выделяются Тельльский и Сахарский Атласы. Между ними, как в желобе, располагаются межгорные плиты и впадины. Эти горные массивы с отметками до 2500 м препятствуют передвижению влажных воздушных масс из района Средиземного моря к югу, в связи с чем в районах Сахары количество атмосферных осадков не превышает 100—150 мм в год. Нередки случаи, когда в центральных районах Сахары в течение ряда лет совершенно не выпадают атмосферные осадки.

В районах Атласских гор, наоборот, наблюдается повышенное количество годовых осадков, достигающее 1200—1500 мм/год. Наличие карста и трещиноватых пород в зоне горных массивов создает благоприятные условия для проникновения атмосферных осадков и вод поверхностного стока в глубокие зоны земной коры и их движения в пустынные районы юга страны.

Здесь в районах Сахары благодаря большой разности гипсометрических отметок (в северной части Сахары они снижаются до 600—300 м и менее) создаются благоприятные условия для формирования напорных пресных вод с величиной давления выше поверхности земли до 50—80 м, а местами значительно более (до 300 м). По площади распространения напорных вод Сахарский артезианский бассейн — один из наиболее крупных на земном шаре. Он располагается на территории Марокко, Алжира и Туниса. Общая площадь его свыше 1 млн. км<sup>2</sup>, в том числе около 600 тыс. км<sup>2</sup> в Алжире.

В изучении подземных вод Северной Африки и особенно Алжира много было сделано учеными этой страны и Франции.

Выявление пресных подземных вод на глубине под солеными открывает большие перспективы хозяйственного освоения этой знаменитой пустыни мира. Если до 1952 г. на территории Алжирской Сахары было пробурено глубоких скважин (500—1200 м) не более 15, то к настоящему времени организациями Алжира при технической помощи СССР число их доведено до 300.

Первые данные о подземных водах Алжира были опубликованы нами в 1953 г. после посещения Алжира и Туниса осенью 1952 г. во время XIX сессии Международного геологического конгресса. Позднее сведения о подземных водах Алжира нашли частичное освещение в работе участников Геологического конгресса И. П. Герасимова и М. Б. Горнунга (1958). Наиболее полная сводка по гидрогеологии Северной Африки, в том числе частично по Алжиру, имеется в работе А. И. Силина-Бекчурина (1962), которому удалось посетить пустынные районы Марокко и Туниса. Более планомерное изучение подземных вод Алжира началось с 1962 г., когда Алжир завоевал свою национальную независимость.

При технической помощи Советского Союза были начаты работы по изучению полезных ископаемых, в том числе и ресурсов подземных вод. Эти работы успешно выполнялись и выполняются инженерно-техническими работниками Гипроводхоза Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР на протяжении более 9 лет. За этот период осуществлены в большом объеме комплексные гидрогеологические исследования и бурение разведочно-эксплуатационных скважин на воду. По выполненным работам составлен ряд научных отчетов и опубликованы статьи.

Предлагаемая работа И. Я. Пантелеева и С. М. Голубева является результатом обобщения большого фактического материала, собранного авторами во время полевых исследований в Алжире. Это первая обзорная работа по подземным водам Алжира, составленная на основе новейших данных глубокого бурения, изучения химии подземных вод и производительности водоносных горизонтов. Она, бесспорно, имеет не только научное, но и большое практическое значение, так как может быть положена в основу составления карт естественных и эксплуатационных запасов подземных вод Алжира. Только при наличии таких карт будет возможно правильно планировать размещение эксплуатационных скважин для длительного получения заданного количества и качества подземных вод.

Учитывая большой интерес к освоению пустынных районов земного шара, мы выражаем твердую уверенность в том, что книга собранная авторами во время полевых исследований в Алжире. будет положительно встречена научной общественностью СССР и зарубежных стран.

*Академик АН БССР  
Г. В. Богомолов*

## Предисловие

Предлагаемая работа представляет собой первую сводку основных сведений о подземных водах Алжирской Народной Демократической Республики. Эти сведения частично заимствованы из наиболее крупных публикаций и отчетов, предоставленных научными и производственными организациями Алжира, но главные материалы получены в результате выполнения гидрогеологических исследований, начатых в Алжире по соглашению между СССР и АНДР в 1964 г. и осуществляемых при техническом содействии Советского Союза с участием советских специалистов.

Упомянутые исследования охватили обширные территории преимущественно в безводных или маловодных районах страны — южные склоны Западного и Восточного Телля, Высокие равнины, Сахарский Атлас, центральные и восточные районы Алжирской Сахары. На этих территориях выполнен большой объем разведочно-эксплуатационного бурения (рис. 1) на подземные воды (более 100 скважин) с комплексом геолого-структурных, геофизических, опытных гидрогеологических, физико-химических и почвенно-мелиоративных исследований. В ряде районов проводились детальная комплексная геолого-гидрогеологическая съемка, длительные наблюдения за режимом источников, проектирование технических устройств для рационального использования выявленных ресурсов подземных вод в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения.

Предварительное обобщение материалов гидрогеологических работ в виде отчетов проводилось при участии В. Н. Любашина, А. М. Чеховских и др. (1966 г.), С. М. Голубева, Б. И. Фомина и др. (1967 г.), М. В. Бабаева, В. Л. Белого и др. (1970, 1972 гг.), В. Ф. Жабина, В. А. Зоря и др. (1971 г.). В указанных работах принимал участие в качестве консультанта И. Я. Пантелеев.

Научная обработка собранного материала позволила составить первую схему гидрогеологического районирования страны и нанести на карту 28 районов, обладающих своими особенностями формирования и распространения подземных вод. Вследствие различной полноты и неравнозначности фактических данных по выделенным гидрогеологическим районам описание их водоносности выполнено с различной степенью детальности. В целях разгрузки карты гидрогеологического районирования составленная для нее схематизированная геологическая основа представлена отдельно. Дополненная некоторыми сведениями о подземных водах, она трансформирована в схематическую карту распространения основных водоносных комплексов на территории Алжира. Для наиболее

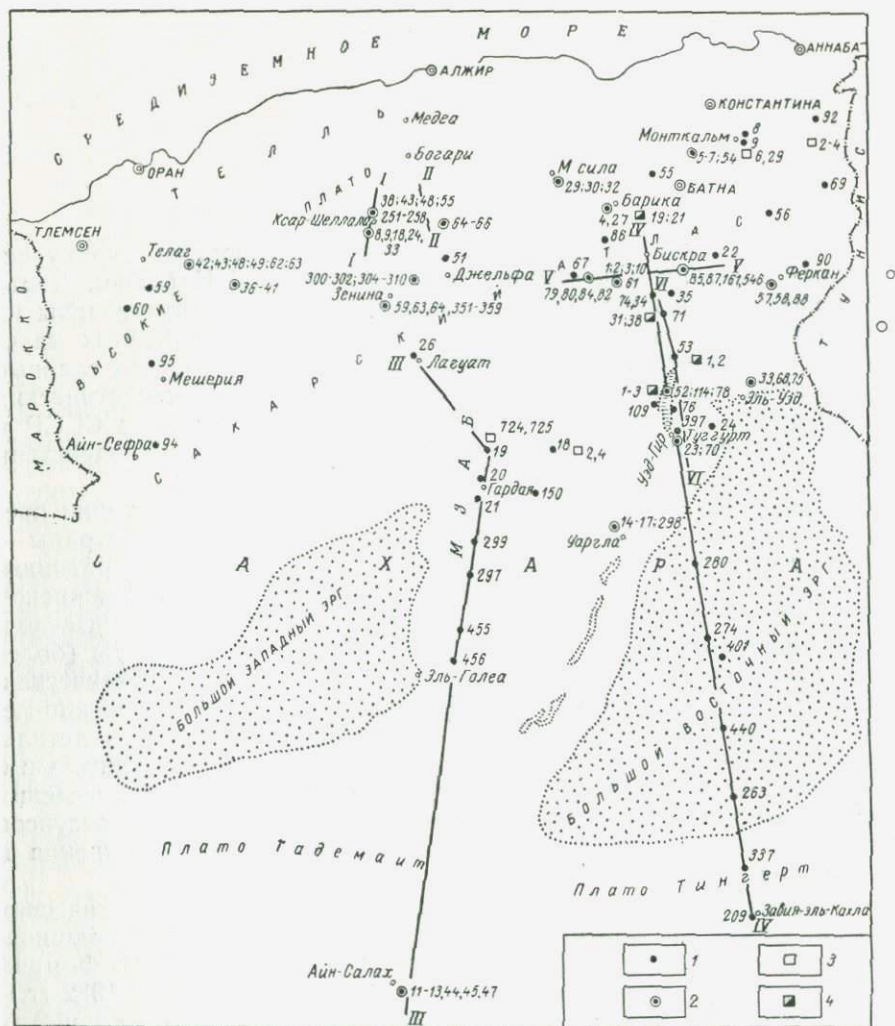


Рис. 1. Схема расположения основных гидрогеологических скважин, колодцев и шурфов

1 — одиночная скважина; 2 — группа скважин; 3 — колодец; 4 — шурф

изученных районов оказалось возможным составить достаточно детальные гидрогеологические разрезы.

Изучение природных, в том числе геолого-гидрогеологических, условий Алжира имеет длительную историю. Особенно оно активизировалось в последние десятилетия в связи с важными событиями экономического и политического характера — открытие крупных месторождений нефти, газа и некоторых других полезных ископаемых, но главное — победное завершение национально-осво-

бодительной войны алжирского народа и создание независимого государства — Алжирской Народной Демократической Республики.

Большой вклад в изучение геологии и гидрогеологии Алжира внесли ученые Франции и Алжира, а в последнее время Советского Союза. Накопилась обширная литература главным образом по геологии (преимущественно на французском языке), среди которой значительное место занимают работы Даллони (*Dalloni*, 1939, 1952), Дэло и Лаффита (*Deleav et Laffitte*, 1951), Гланжо (*Glanjeaud*, 1932, 1952), Лаффита (*Laffitte*, 1939), Шуберта и Фор-Мюре (*Choubert et Faure-Murel*, 1969), Фюрона (*Furon*, 1950) и др.

В последние годы несколько крупных работ по геологии Алжира и сопредельных стран вышло на русском языке (Шуберт и Фор-Мюре, 1973; «Геология и нефтеносность Алжирской Сахары», 1971; «Геология и нефтегазоносность Алжирских Атласов», 1971).

В геологической и географической литературе нередко содержится интересные сведения по гидрогеологии или имеющие к ней прямое отношение. К ним относятся монографии О. Бернара (1949), Р. Капо-Рея (1958), М. Б. Горнунга (1958), а также статьи И. П. Герасимова (1953) и др.

За это же время опубликовано много и специальных гидрогеологических работ, наиболее ценные среди которых М. Готье (*Gautier*, 1952, 1956), Н. Гуськова (*Gouskov*, 1952), А. Клера (*Glair*, 1952, 1956), А. Корне (*Cornet*, 1952), Ф. Пэ (*Paix*, 1959), Ж. Саворнена (*Savornin*, 1942, 1947, 1950, 1958), Г. Шоллера (*Scholler*, 1945), Г. В. Богомолова (1953), А. И. Силина-Бекчурнина (1962) и др.

В перечисленных, а также в других приведенных в списке литературы работах с разной степенью детальности описываются гидрогеологические условия отдельных районов и эти данные мы использовали при характеристике тех районов, по которым у нас нет собственного гидрогеологического материала. Что касается изложенных в книге сведений о геологическом строении страны в целом и отдельных ее частей, то они полностью заимствованы нами из упомянутых публикаций или рукописных отчетов с небольшими дополнениями или изменениями в соответствии с данными собственных наблюдений.

И. Я. Пантелеевым составлены карты гидрогеологического районирования и водоносных комплексов, написаны введение, главы I, II, IV и заключение. С. М. Голубевым написана глава III и составлены гидрогеологические разрезы по сахарским районам.

Отдавая себе отчет в несовершенстве монографического описания подземных вод Алжира, авторы в то же время надеются, что книга будет полезной гидрогеологам и другим специалистам водного хозяйства, ведущим исследования в специфических природных условиях Алжира и сопредельных с ним странах Северной Африки. Авторы благодарят Е. А. Востокову, Л. И. Флерову и академика АН БССР Г. В. Богомолова за ценные указания, которые были учтены при подготовке рукописи к печати.

## ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ АЛЖИРА И ПРИНЦИПЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЕГО ТЕРРИТОРИИ

Алжир, или Алжирия, официально — Алжирская Народная Демократическая Республика, располагается в Северной Африке в двух природных областях: Атласской горно-складчатой на севере и Сахарской платформенной на юге.

Эти области соответствуют двум географическим поясам северного полушария — субтропическому и тропическому.

Площадь страны составляет 2382 тыс. км<sup>2</sup>, из них 250--300 тыс. км<sup>2</sup> приходится на Атласскую область, остальная территория — более 2 млн. км<sup>2</sup> — лежит в пределах пустыни Сахары. Алжир занимает большую часть Северо-Западной Африки, где расположены страны так называемого арабского Запада, или Магриба (по-арабски Магриб — «острова Запада», что подчеркивает «островное» положение этих стран между Средиземным морем и Сахарой). Простираясь вдоль Средиземноморского побережья (между Марокко и Тунисом) на 1300 км, территория Алжира углубляется более чем на 2000 км в центральные районы Сахары, где граничит с Мавританией, Мали, Нигером и Ливией.

Население АНДР, по данным на 1975 г., около 15 млн. человек, из которых 95% проживает в Атласской области и лишь 600—700 тыс. человек — в сахарских районах. Большинство населения — около 70% сельские жители, в основном оседлые и частично кочевники.

Алжир — аграрная страна с относительно развитой промышленностью, преимущественно перерабатывающей сельскохозяйственное сырье и горнодобывающей (нефть, газ, цветные и черные металлы). Нефтегазовая промышленность развивается в районах Сахары, где открыты крупнейшие в мире месторождения этих полезных ископаемых. Стоимость продукции нефтегазовой промышленности в 20 раз превышает стоимость всех остальных видов добываемого минерального сырья, в перерабатывающей промышленности около половины всей продукции приходится на долю пищевой отрасли, в частности на виноделие. Основные виды продукции сельского хозяйства — цитрусовые, виноград, финики, оливы, зерновые, важной отраслью является животноводство (преимущественно овцы и козы).

Среди внутреннего транспорта главную роль играют железные дороги общей протяженностью более 4 тыс. км. Они развиты пре-

имущественно в северной части. С сахарскими районами связь осуществляется главным образом с помощью автомобильного и воздушного транспорта.

По природным условиям северная (Атласская) и южная (Сахарская) области Алжира резко различаются. Северная часть — типично горная страна с высокими интенсивно расчлененными хребтами, вытянутыми преимущественно в северо-восточном направлении, и обширными межгорными и прибрежными равнинами. Южная часть страны, целиком лежащая в пределах пустыни Сахары, — гигантское плоскогорье с отдельными высокогорными массивами и глубокими впадинами, иногда с отметками ниже уровня моря.

Поверхность северной части Алжира образуют сложно дислоцированные, как правило, мезо-кайнозойские породы, испытавшие воздействие частично герцинского и в полной мере альпийского орогенеза (палеозойские породы обнажаются отдельными пятнами). В сахарских районах страны развиты преимущественно докембрийские, палеозойские и мезозойские отложения, причем первые составляют интенсивно дислоцированный фундамент платформы, вторые и третьи залегают относительно спокойно (встречаются следы палеозойских складок). Палеоген-неогеновые отложения в сахарских районах имеют ограниченное распространение и чаще всего континентальное происхождение.

Большая часть Северного Алжира лежит в полосе субтропического средиземноморского климата с относительно мягкой влажной зимой и жарким сухим летом. Вся сахарская часть страны находится в зоне аридного климата тропических пустынь. В северной части относительно развита гидрографическая сеть с постоянным или временным, но достаточно продолжительным стоком. В сахарских районах многочисленны, нередко глубокие русла рек — уэдов<sup>1</sup> заполняются водой только после редких дождей и на короткое время.

Приведенных характеристик вполне достаточно, чтобы рассматривать атласскую и сахарскую части Алжира как самостоятельные регионы, что и утвердилось в современной литературе. В дальнейшем описании мы будем называть северную часть страны Алжирским Атласом, а южную — Алжирской Сахарой.

## АЛЖИРСКИЙ АТЛАС

Алжирский Атлас лежит в центральной части Северо-Западной Африки (рис. 2). Этот отчетливо выраженный географический выступ африканского континента целиком захвачен горно-складчатыми сооружениями Альпийской геосинклинальной системы. Для характеристики рельефа Атласской области Алжира приведем следующие данные (Горнунг, 1958): средняя высота области бо-

<sup>1</sup> В Алжире реки называются уэдами.



В допалеозойский период на всей его территории господствовали континентальные условия, в палеозое — от ордовика до среднего карбона в основном морские. Позднее и особенно в пермотриасе наблюдалось чередование трансгрессий с отступлением моря и преобладание лагунно-континентального режима. В юрское и меловое время море покрывало всю территорию Алжирского Атласа, однако границы моря были подвижны, а глубина его уменьшалась с севера на юг. К концу верхнемелового времени море регрессировало к северу, но на протяжении палеогена—неогена неоднократно вновь вторгалось в пределы этой территории.

Палеозойские породы, сильно метаморфизованные и неустановленной мощности, обнажаются только в ядрах Кабильских массивов. Широко распространены пестроцветные отложения пермотриаса, которые обнажаются чаще всего в виде изолированных куполов и штоков среди мезо-кайнозойских пород. В юрское время накопились осадки мощностью до 3000—4000 м — известняки, мергели, песчаники (тенденция к опесчаниванию наблюдается в направлении с севера на юг). В меловой период образовалась толща известняков, мергелей и песчаников мощностью до 3000 м с той же тенденцией к опесчаниванию с севера на юг. Юрские и меловые породы слагают основные структуры Алжирского Атласа.

Большой литологической пестротой отличаются породы палеогена и неогена — свидетельство частой смены режимов осадконакопления; мергелисто-глинистая толща палеоцена; известняки и мергели эоцена — продукт крупной эоценовой трансгрессии, захватившей в виде широких заливов северо-восток Сахарской платформы; глины олигоцена, развитые преимущественно в восточной части области. Сложный комплекс пород составляют отложения миоцена и плиоцена (иногда нерасчлененные по возрасту) — известняки, мергели, глины, песчаники, пески и другие морского и континентального происхождения, с преобладанием последних. Общая мощность палеогеновых и неогеновых отложений колеблется на разных участках территории в широких пределах и достигает 2000—3000 м.

До конца палеозоя вся современная территория Алжира пережила общую историю геологического развития. К этому времени северо-западная часть Африканской платформы оказалась разбитой на ряд больших и малых глыб, опущенных на разную глубину, что предопределило пестроту мощности и литологического состава позднейших отложений (Glangeand, 1952). Сформировавшийся к началу мезозоя Южно-Атласский краевой прогиб разделил территорию современного Алжира на две разновеликие части: северную, которая с того времени вступила в эпоху геосинклинального развития, и южную, где продолжали господствовать платформенные условия.

Современная геологическая структура Атласской области Алжира сформировалась в результате последовательного проявления пяти фаз складчатости. Две из них приходятся на средний эоцен и эоцен-олигоцен (за этими фазами упрочилось название

«пиренейских»), три последующие проявились в среднем миоцене, в конце миоцена и в плиоцен-четвертичное время: их называют альпийскими фазами. Общей для трех последних фаз является разнонаправленность движений в западных и восточных частях области: в западной — опускание, в восточной — поднятие.

Важнейшую роль в формировании современного рельефа сыграла последняя, третья фаза альпийской складчатости — астьенская. Она вызвала омоложение уже сформировавшегося горного облика страны, развитие трещиноватости и карстовых процессов и привела к значительному развитию соляной тектоники с образованием соляно-гипсовых куполов — штоков триаса.

Географическое положение Алжирского Атласа и сложное строение его поверхности обусловили выделение здесь по крайней мере четырех зон, внутри которых наблюдается общность основных природных факторов: 1) береговых горных цепей и прибрежных равнин; 2) горных массивов и межгорных впадин Телльского Атласа; 3) Высоких равнин Алжира; 4) горных цепей Сахарского Атласа.

Первые две зоны по геологоструктурным признакам и истории развития делятся на две части — западную и восточную (примерно по меридиану г. Алжира).

1. Зона береговых горных цепей и прибрежных равнин. Среди береговых горных цепей выделяются три крупных массива: палеозойские массивы Большой и Малой Кабилии на востоке и мезо-кайнозойский массив Дахра на западе. Палеозойские массивы с отметками 800—1000 м с юга обрамляются горными цепями с типично альпийскими вершинами (до 2300 м, например Джурджура, рис. 3), сложенными известняками юры и мела. В совокупности они составляют единый орографический комплекс, отделенный от горных цепей второй зоны системой межгорных долин. Северные склоны Кабийских (а также и Дахрско-го — высшая точка 1579 м) массивов круто обрываются к морю, образуя характерное для Алжира скалистое побережье с ограниченным числом крупных бухт и заливов.

В западной части первой зоны известны также небольшие поднятия типа холмистых гряд — Оранская и Алжирская Сахели — с вершинами около 600 м.

Среди обширных прибрежных равнин выделяются Оранские, Нижнего Шелиффа, Митиджа и Аннабинская. Все они располагаются на наиболее молодых участках альпийской орогенической системы и, как правило, отличаются современной тектонической активностью. В наибольшей степени эта активность проявляется в западной части зоны, что составляет один из главных критериев деления этой зоны на две части. В общем виде эти критерии сводятся к следующему. Начиная с конца олигоцена, а в особенности с миоцена и до настоящего времени, западная часть испытывает тенденцию к опусканию, в то время как восточная, наоборот, — к поднятию. Это наложило отпечаток на геологическое строение и тектоно-магматические процессы. Последние значительно активнее

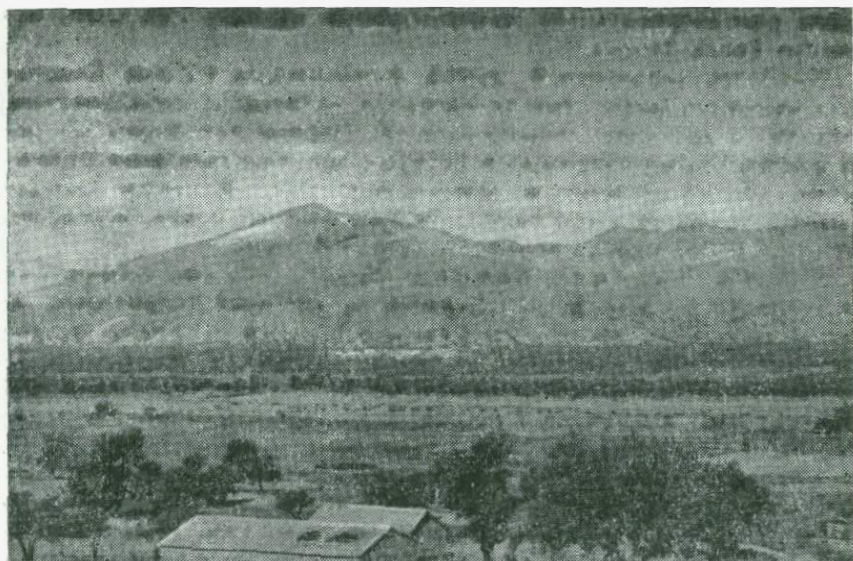


Рис. 3. Джурджура — самая высокая гора Телльского Атласа

в западной части, где наблюдаются наиболее молодые осадочные и вулканические образования (например, вулканическое нагорье Тимуш).

2. Зона горных массивов и межгорных впадин Телльского Атласа. Деление этой зоны на западную и восточную части также правомерно и основано на различии основных черт их геоморфологии и последних этапов истории геологического развития. В западной части горные массивы (Тлемсен, Варсенис и др.) чередуются с крупными межгорными равнинами (Бель-Аббес, Маскара и др.) и средневысотными горными цепями (Бени-Шугрен, Сайда, Тиарет и др.).

В восточной части продолжают горные сооружения Атласской системы (Блидский Атлас, горы Бибаң, Ходна, Константина, Меджерда и др.), но здесь они отличаются преобладанием среднегорья, холмистым и относительно выровненным рельефом, меньшей интенсивностью эрозионных процессов и отсутствием четко выраженных межгорных равнин. В западной части зоны широко распространены юрские породы и в меньшей степени меловые, в восточной — меловые и моложе.

В восточной части расположены Возвышенные равнины Константины, имеющие самостоятельное орографическое значение и лишь условно относимые к Телль-Атласу. Они скорее являются продолжением высоких равнин Алжира, будучи отделенными от последних цепью гор Ходна. Однако в соответствии с наиболее распространенной схемой районирования Атласской области мы

будем рассматривать эту геоструктурную единицу как часть восточного Телль-Атласа.

Наиболее характерной чертой Возвышенных равнин Константина являются мозаичные чередования небольших синклинальных котловин и антиклинальных поднятий. Первые заполнены мощными современными озерными и другими континентальными отложениями, вторые сложены меловыми породами. В центре синклинальных котловин часто располагаются соленые озера, вследствие чего весь район иногда называют «страной озер».

3. Зона Высоких равнин. Между горными сооружениями Телльского и Сахарского Атласов на огромной территории, вытянутой в том же, что и горы, северо-восточном направлении, раскинулись степные пространства, начинающиеся в Марокко и захватывающие почти всю среднюю часть Алжирского Атласа. В Марокко они называются Месетой, в Алжире — Срединным плато, Высокими плато или Высокими равнинами (рис. 4).

В юго-западной части степи располагаются на высоте 1000—1200 м. К северо-востоку их отметки постепенно снижаются до 400 м. Наиболее характерной особенностью этой зоны является чередование крупных котловин, заполненных солеными озерами-шоттами (Шерги, Захрез-Гарби, Ходна и др.), и внутренних коротких, относительно невысоких горных цепей (Шеллала, Джебель-Надор, Себа-Рус и др.) или платообразных возвышенностей (Серсу, Тага и др.).

По ряду естественноисторических признаков зона Высоких равнин может быть разделена на три части: 1) западную, преимущественно степную; 2) центральную — горно-степную; 3) восточную, представляющую собой замкнутую котловину с пониженными для всей зоны абсолютными отметками.

Климат Высоких равнин близок к аридному, вследствие чего этот район ранее назывался «Маленькими пустынями» (Бернар, 1949). Что же касается восточной котловины с шоттом Ходна, то некоторые исследователи (Капо-Рей, 1958) включают ее в пустыню Сахару (по границе распространения финиковых пальм).

4. Зона горных цепей Сахарского Атласа. Переход к ним от Высоких равнин мало заметный — превышение гор над равнинами в западной части составляет лишь 100—200 м. Слагающие западную часть Сахарского Атласа горы Ксур, Амур, Улед-Наиль и др., сложенные преимущественно меловыми породами, имеют вид коротких складок, разделенных межгорными понижениями. Средние высоты хребтов не превышают 1400—1500 м, отдельные вершины достигают 2000 м. Преобладают простые сглаженные структурные формы (куэсты, столовые вершины и т. п.), слабо расчлененные водной эрозией. Несколько интенсивнее эродированы горы восточного окончания Сахарского Атласа, в частности хребет Тебесса, продолжающийся на территорию Туниса.

На фоне относительно спокойных форм рельефа, свойственных большинству горных сооружений Сахарского Атласа, резко выделяется массив Орес. Он интенсивно расчленен, вершины его часто



Рис. 4. Высокие равнины. На горизонте — Шеллалинская горная гряда



Рис. 5. Горный массив Орес

превышают 2000 м. Здесь находится высшая точка северной части страны — гора Шелия (2328 м). Горные хребты прорезаны глубокими долинами, сужающимися местами до ущелий (рис. 5). Слагающие массив меловые и палеогеновые породы сильно дислоцированы и претерпели воздействие нескольких фаз альпийского орогенеза. Для массива в целом характерна современная тектоническая подвижность, что почти не свойственно другим окружающим его атласским сооружениям.

## АЛЖИРСКАЯ САХАРА

Эта природная область Алжира занимает центральный участок северной части Сахарской платформы, составляющей северное окончание Африканского плато. В пределах области средние отметки этого плато изменяются от 300 до 400 м, наивысшая отметка достигает 3000 м (нагорье Ахагар), наименьшая — минус 26 м (впадина Мельгир). Основными типами рельефа Сахарской области являются щебенистые (реги), каменистые (хамады) и песчаные (эрги) пустыни (рис. 6). Встречаются столообразные возвышенности, нередко куэстового типа. Значительное место на юге области занимает обширный горный массив Ахагар.

В Алжирской Сахаре нет рек, имеющих постоянный или хоть сколько-нибудь продолжительный сток, и тем более нет ни одной реки, выходящей к морю. Все многочисленные временные водотоки тяготеют к двум главным бассейнам внутреннего стока: Саура в западной части, Низкая Сахара в восточной. Внутри этих обширных бассейнов наблюдается несколько закрытых понижений, где происходит временная аккумуляция поверхностных вод. Наиболее крупными из них являются Танезруфт на юго-западе, район шоттов Мельгир и Меруан на северо-востоке.

Как уже упоминалось, Алжирская Сахара, находящаяся в поясе тропических пустынь, отличается крайне незначительным количеством атмосферных осадков. На большей части территории они не превышают 100—150 мм/год, в центральных районах осадки выпадают не каждый год и среднегодовое количество их за ряд лет составляет не более 25—50 мм. При этом испаряемость, по данным Капо-Рей, достигает 6,0 м/год. Этот исследователь утверждает, что «Сахара — область не только минимальных осадков в мире, но и самого сильного испарения» (Капо-Рей, 1958).

История геологического развития Сахарской области относительно небогата крупными событиями, особенно в более позднее время. В геологическом разрезе Алжирской Сахары выделяется два структурных яруса: нижний, образованный кристаллическими сильнометаморфизованными породами докембрия, и верхний, сложенный относительно спокойно залегающими породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Докембрийские породы слагают горный массив Ахагар и массив Эглаб, составляющий часть Регибатского щита. Вокруг Ахагара распространены отложения силура, девона

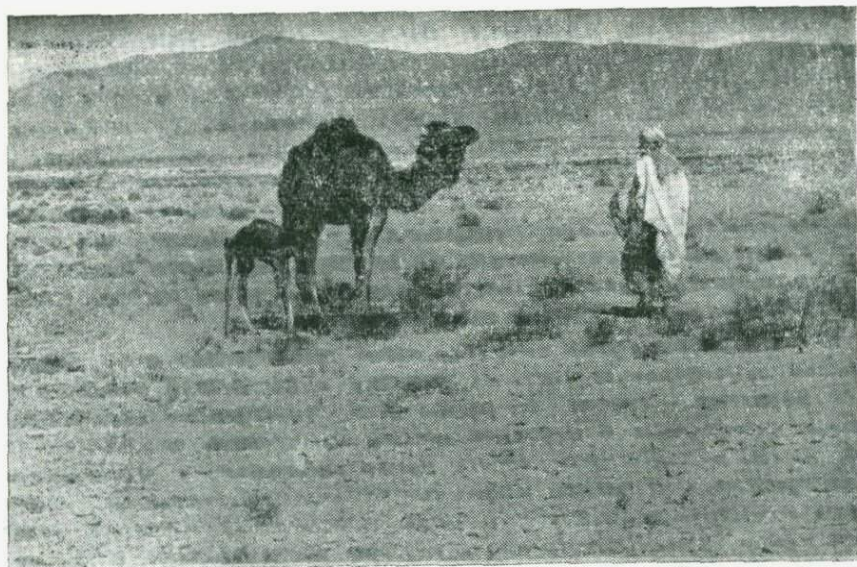


Рис. 6. Щебенистая пустыня (реги) на севере Сахары. Вдали — горная цепь Сахарского Атласа

и карбона, образующие наклонные плато Тассилин-Ахаггар на юге и Тассилин-Аджер на севере. Палеозойские породы известны еще на западе Алжирской Сахары, где они образуют склоны массива Эглаб, Угартские Цепи и выполняют синклинали Тиндуф и каменноугольного бассейна Бешар.

В кембрийское время на всей территории области господствовал континентальный режим, в течение которого докембрийские структуры, образованные древними тектоническими движениями, в значительной мере были пенепленизированы и утратили черты горно-складчатых массивов. Эти массивы, в частности Ахаггар, были омоложены в эпоху герцинской складчатости — в каменноугольный период, когда подверглись смятию и сформировавшиеся к тому времени силурийские и девонские песчаники. Предполагается, что дополнительное омоложение древних массивов частично происходило в последнюю фазу альпийского орогенеза.

Между средним карбоном и верхним мелом на территории области вновь господствовал континентальный режим, в процессе которого накопилась мощная толща пестроцветных пород юры и нижнего мела, известная под названием «интерколера-континенталь»<sup>1</sup>, играющая исключительно большую роль в гидрогеологии значительной части Алжирской Сахары.

<sup>1</sup> Название комплекса предложено К. Кильяном (Killian, 1922) для диапазона континентальных отложений от альба до триаса.

Мощность этого комплекса, представленного чередующимися песчаниками, конгломератами с кварцевой галькой, пестроокрашенными песками и глинами, достигает 1500—2000 м. Эти отложения имеют весьма широкое распространение, обнажаясь на севере по гребням и склонам Сахарского Атласа, по западному и южному склонам плато Тадемаит и южным склонам Тингерт. Южнее они окаймляют впадину Танезруфт и заходят на южные склоны Ахаггара. Можно с уверенностью предположить, что отложения интерколера-континенталь распространены почти повсеместно в Алжирской Сахаре, известны они и далеко на востоке Сахары, где их называют «нубийскими песчаниками».

В сеноманское время началась новая трансгрессия моря, захватившая значительную часть территории и достигшая максимального развития в туроне. Во время этой трансгрессии накопились толщи известняков и мергелей весьма изменчивой мощности (от 100 до 750 м). В сенон-датское время наблюдалось чередование трансгрессии и регрессии моря, что привело к накоплению комплекса известняков, доломитов, мела, гипсоносных мергелей, реже песчаников (преимущественно в верхней части разреза, когда мелевшее море отступало из пределов Сахары). Суммарная мощность этого комплекса колеблется в пределах 700—1000 м. Верхнемеловые породы слагают обширное плато Мзаб, Тадемаит, Тиррерт. В северной части они интенсивно закарстованы (область Дайа) и играют важную роль в аккумуляции поверхностных вод, участвующих в питании нижнемелового водоносного комплекса.

В эоценовое время море вновь вступило в пределы Сахары широким и глубоким заливом, достигнув склонов Ахаггарского массива. В толще эоценовых отложений (также весьма изменчивой мощности — от 40 до 400 м) выделяются две литологические пачки: нижняя — крепкие кристаллические известняки, верхняя — переслаивающиеся глины, мергели, гипсы и известняки.

В конце эоцена наступил континентальный период, продолжающийся на территории Алжирской Сахары до настоящего времени. Из континентальных отложений кайнозойской системы наиболее распространены здесь своеобразные породы мио-плиоцена, представленные чередующимися глинами, песками (нередко с гравием и галькой), озерными известняками, гипсами; с поверхности эти отложения прикрыты жесткой известковой корой. Их мощность весьма неравномерна и изменяется по площади от 20 до 1100 м.

В современных отложениях Алжирской Сахары выделяются древнечетвертичные (кремнистые пески с галькой с известковистыми прослоями — «сахарная корка») и молодые четвертичные — песчаные известняки в виде стяжений в песках и супесях, чистые пески и пески с галькой.

Тектонические процессы в мезо-кайнозойское время на территории Алжирской Сахары протекали относительно спокойно. Они имели характер колебательных движений, приведших к образованию широких прогибов и поднятий, а также локальных дислока-

ций. На отдельных участках они оказались смятыми в мелкие складки отложений миоплиоцена.

Из сказанного следует, что большая часть территории Алжирской Сахары имеет простое строение с поверхности и на глубину. Изучена она весьма слабо и неравномерно, что в совокупности предопределяет самое схематическое деление ее на ряд относительно обособленных регионов.

Предлагается следующая схема геоструктурного деления территории Алжирской Сахары: 1) докембрийские массивы (Ахаггар и Эглаб); 2) палеозойские моноклинальные плато (Тассилин-Аджер, Тассилин-Ахаггар и обрамления массива Эглаб); 3) палеозойская горно-складчатая область (Угартские Цепи); 4) палеозойские синклинали (Тиндуф и Бешар); 5) области меловых поднятий (Мзаб, Тадемаит, Тингерт); 6) мезо-кайнозойские синклинали (Саура и Низкая Сахара).

Ввиду того что о выделенных структурах в общем было сказано при кратком рассмотрении истории геологического развития Алжирской Сахары и учитывая ограниченность имеющихся у нас сведений, необходимая дополнительная информация об этих структурах будет приведена при описании соответствующих гидрогеологических районов.

## СХЕМА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ АЛЖИРА

При выделении гидрогеологических районов мы пользовались общепринятой терминологией (гидрогеологические массивы, склоны массивов, горно-складчатые гидрогеологические области, артезианские бассейны), а также учитывали существующие схемы районирования Алжирского Атласа (Герасимов, 1953; Горнунг, 1958) и схему гидрогеологического районирования Северной Африки А. И. Силина-Бекчурина (1962).

В Алжирском Атласе выделяются два вида гидрогеологических районов — горно-складчатые гидрогеологические области и артезианские бассейны. В Алжирской Сахаре, кроме того, выделяются гидрогеологические массивы и их склоны. Гидрогеологические районы в Алжирском Атласе описываются по выделенным ранее зонам с учетом возраста структур, в Алжирской Сахаре — только по приуроченности к структурам определенного возраста снизу вверх. В артезианских бассейнах описываются главным образом продуктивные водоносные горизонты (также снизу вверх). О водоносности других горизонтов разреза сообщаются самые общие сведения.

На карте гидрогеологического районирования и в тексте принята единая последовательная нумерация гидрогеологических районов для обеих природных областей страны и зон внутри этих областей (рис. 7). Для всей территории Алжира предлагается выделение следующих самостоятельных гидрогеологических районов.

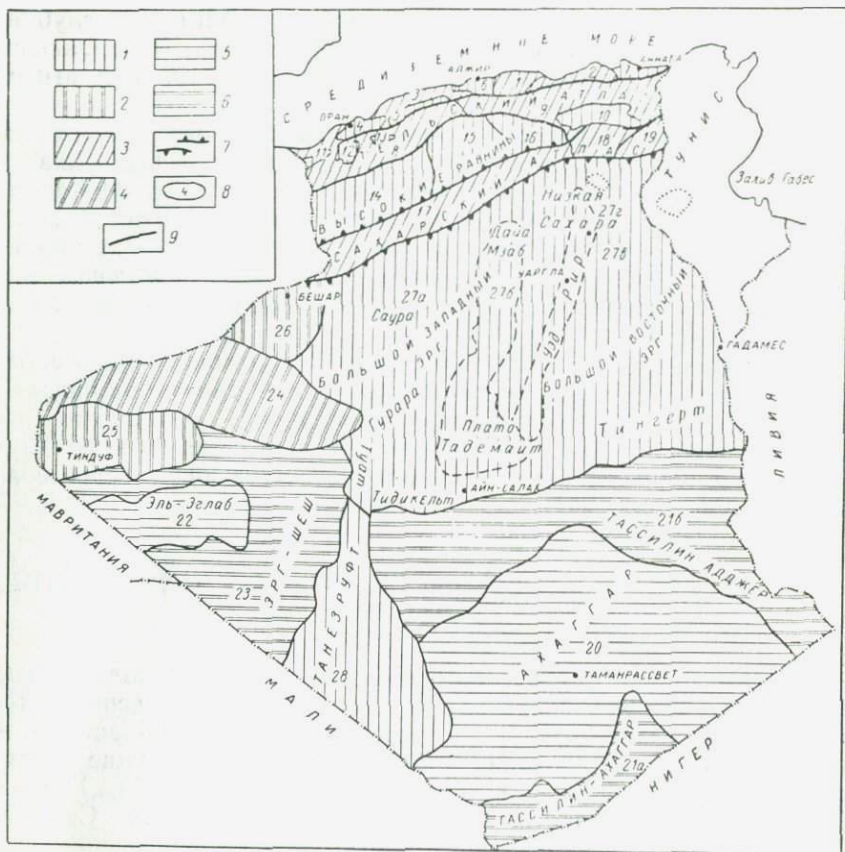


Рис. 7. Схема гидрогеологического районирования Алжира

1 — мезо-кайнозойские артезианские бассейны; 2 — палеозойские артезианские бассейны; 3 — мезо-кайнозойские горно-складчатые области; 4 — палеозойские горно-складчатые области; 5 — докембрийские гидрогеологические массивы; 6 — артезианские склоны докембрийских массивов; 7 — основные тектонические зоны: Северо-Атласский сброс (вверху), Южно-Атласский краевой прогиб (внизу); 8 — границы гидрогеологических районов и их номера; 9 — границы зон. Гидрогеологические районы. Алжирский Атлас. Горно-складчатые области: 1 — Большая Кабилия; 2 — Малая Кабилия; 3 — Дахра; 8 — Западный Тель; 9 — Восточный Тель; 17 — западная часть Сахарского Атласа; 18 — Орес; 19 — восточное окончание Сахарского Атласа. Артезианские бассейны: 4 — Оранский, 5 — Шелиффский; 6 — Митиджа; 7 — Аннабинский; 10 — Возвышенных равнин Константина; 11 — Северо-Тлемсенский; 12 — Бель-Аббеский; 13 — Маскаринский; 14 — Шерги; 15 — Шеллалинский; 16 — Ходна. Алжирская Сахара. Докембрийские массивы: 20 — Ахаггар; 22 — Эглаб. Артезианские склоны докембрийских массивов: 21а — палеозойского плато Тассилин-Ахггар, 21б — палеозойского плато Тассилин-Аджер, 23 — палеозойского обрамления массива Эглаб. Горно-складчатые области: 24 — палеозойских Угартских цепей. Артезианские бассейны: 25 — палеозойской синклинали Тиндуф; 26 — палеозойского синклинория Бешар; 27 — Большой Сахарский мезо-кайнозойский бассейн; а — Саура, б — область меловых поднятий, в — Низкая Сахара, г — Уэд-Гир; 28 — мезозойской впадины Танезруфт

# АЛЖИРСКИЙ АТЛАС

## Первая зона

Горно-складчатые гидрогеологические области средиземноморского побережья: 1) Большая Кабилия; 2) Малая Кабилия; 3) Дахра.

Артезианские бассейны прибрежных равнин: 4) Оранских равнин; 5) равнины Нижнего Шелифа; 6) равнины Митиджа; 7) Аннабинский равнины.

## Вторая зона

Горно-складчатые гидрогеологические области Телльского Атласа: 8) Западного Телля; 9) Восточного Телля.

Артезианские бассейны межгорных равнин Телльского Атласа: 10) Возвышенных равнин Константины; 11) Северо-Тлемсенский (равнины Госельс и Абделис); 12) Бель-Аббесский (одноименная равнина); 13) Маскаринский (равнина Эгрис).

## Третья зона

Артезианские бассейны Высоких равнин: 14) Шерги; 15) Шеллалинский; 16) Ходна.

## Четвертая зона

Горно-складчатые гидрогеологические области Сахарского Атласа: 17) западной части Сахарского Атласа; 18) Орес; 19) восточного окончания Сахарского Атласа.

## АЛЖИРСКАЯ САХАРА

Гидрогеологические районы и подрайоны: 20) докембрийский гидрогеологический массив Ахаггар; 21) артезианские склоны палеозойского обрамления массива Ахаггар: а) плато Тассилин-Ахаггар, б) плато Тассилин-Аджер; 22) докембрийский гидрогеологический массив Эглаб; 23) артезианский склон палеозойского обрамления массива Эглаб; 24) горно-складчатая гидрогеологическая область палеозойских Угартских цепей; 25) артезианский бассейн палеозойской синклинали Тиндуф; 26) артезианский бассейн палеозойского синклинория Бешар; 27) Большой Сахарский мезо-кайнозойский артезианский бассейн (Алжиро-Туниский): а) западная часть — Саура, б) центральная часть (область меловых поднятий), в) восточная часть — Низкая Сахара, г) наложенный артезианский бассейн эоценового прогиба (Уэда Гир); 28) артезианский бассейн впадины Танезруфт.

Все выделенные районы описываются в принятой последовательности с указанием их номера на карте гидрогеологического

районирования. В отдельной главе приводятся сведения о термальных и минеральных источниках Алжирского Атласа.

Относительно детальное описание водоносных комплексов и горизонтов, а также условий их формирования и распространения в пределах конкретного гидрогеологического района приводится в соответствующих разделах. Здесь же остановимся кратко на общерегиональной характеристике наиболее значительных комплексов и горизонтов, определяющих гидрогеологию всей страны или крупных частей ее.

В результате обобщения имеющихся сведений о подземных водах с известной схематизацией их на территории Алжира выделено семь главных водоносных комплексов или горизонтов с неравномерной, но достаточно высокой водообильностью, позволяющей рассматривать их в качестве важного и часто единственного надежного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов или промышленных комплексов, а также обводнения и орошения обширных сельскохозяйственных угодий и пастбищ.

По приуроченности к определенным стратиграфическим подразделениям — самостоятельным или сгруппированным — они получили (сверху-вниз по разрезу) соответствующие названия (рис. 8): 1) водоносные горизонты в аллювиальных, озерных, пролювиальных и иных континентальных четвертичных отложениях — грунтовые воды; 2) водоносный комплекс в нерасчлененных нижнечетвертичных и плиоценовых континентальных отложениях — плиоцен-нижнечетвертичный; 3) водоносный комплекс в нерасчлененных морских и континентальных отложениях миоцена и плиоцена — мио-плиоценовый; 4) водоносный горизонт в нижнеэоценовых известняках — эоценовый; 5) водоносный комплекс в карбонатных верхнемеловых отложениях — наиболее водообильный в туроне — верхнемеловой; 6) водоносный комплекс в нижнемеловых отложениях — самый распространенный и водообильный — нижнемеловой; 7) водоносные горизонты в юрских отложениях, распространены преимущественно в атласской части страны.

Кроме названных, выделяются еще воды в нерасчлененных палеогеновых и палеозойских отложениях, имеющие спорадическое распространение и занимающие второстепенное место в гидрогеологии страны. Они также нанесены на карту.

Как уже отмечалось, выделенные комплексы отличаются неравномерной водообильностью на разных участках своего распространения и изменяющейся степенью обводненности по разрезу в пределах комплекса. Последнее относится и к самому распространенному и наиболее стабильному по обводненности нижнемеловому комплексу. В северной, атласской части страны наиболее водообильны в нем отложения баррема и альба, на юге, в Сахаре — практически все горизонты нижнего мела, заключенные в пестроцветных континентальных отложениях, захватывающих и верхи юры. Здесь этот комплекс получил название интерколера-континенталь.

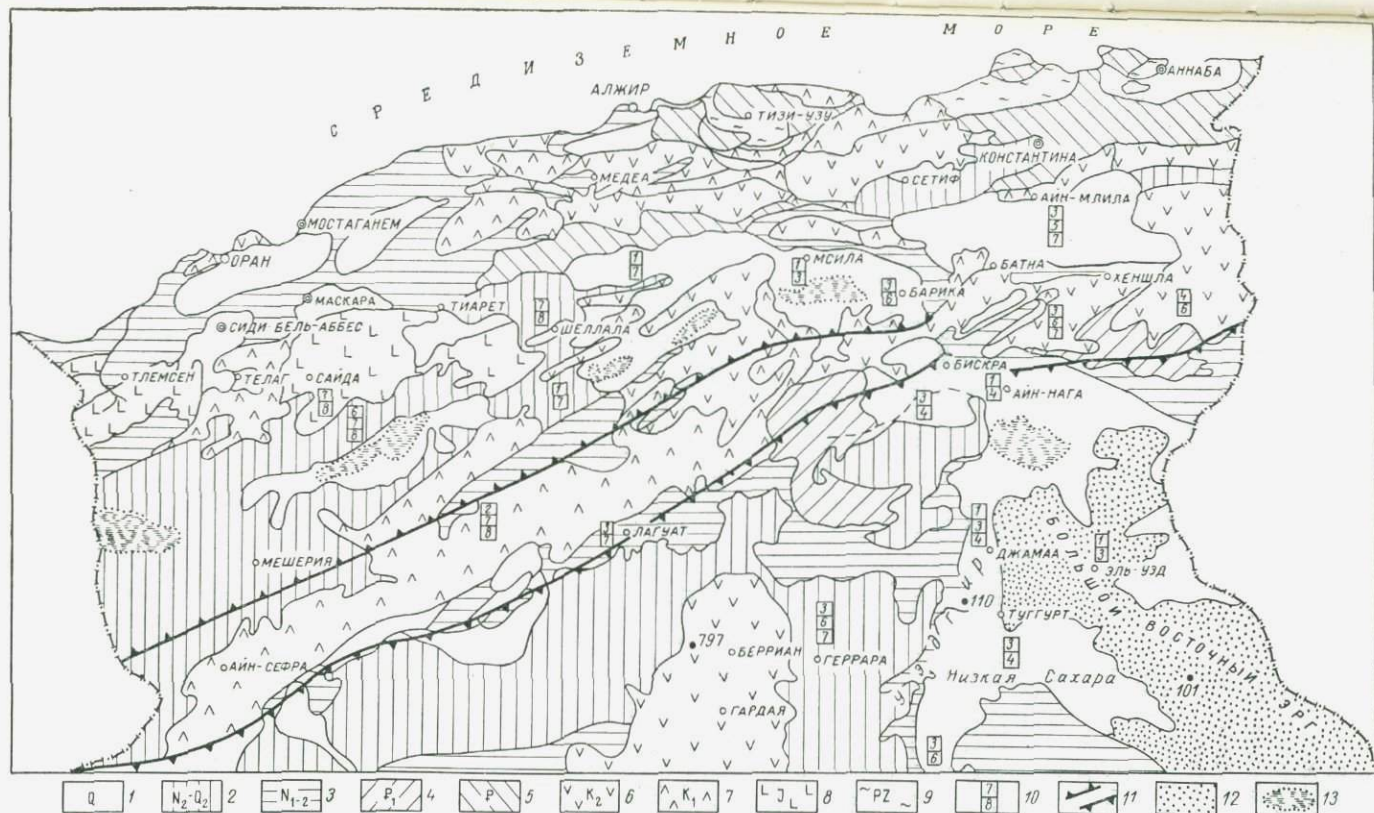


Рис. 8. Схематическая гидрогеологическая карта северной части Алжира.

Водоносные горизонты и комплексы: 1 — в аллювиальных, озерных, пролювиальных и иных континентальных четвертичных отложениях — грунтовые воды; 2 — плиоцен-четвертичный; 3 — мио-плиоценовый; 4 — эоценовый; 5 — палеогеновый; 6 — верхнемеловой; 7 — нижнемеловой «интерколера-континенталь»; 8 — в юрских отложениях; 9 — в палеозойских образованиях; 10 — обобщенные колонки по отдельным районам; цифра внутри — наиболее продуктивные водоносные горизонты (по номерам в условных обозначениях); 11 — тектонические нарушения; 12 — массивы песков; 13 — шотты

В разрезе юры продуктивные водоносные горизонты «молодеют» в направлении с запада на восток. С запада на восток в юрских отложениях последовательно сменяют друг друга лейасовый, аален-батский, верхнеюрские (кимеридж, титон) горизонты.

Существенное изменение наблюдается и в степени минерализации воды выделенных комплексов и горизонтов на площади их распространения, что будет видно из дальнейшего изложения.

На прилагаемой схематической гидрогеологической карте (см. рис. 8) мы не имели возможности отразить все особенности выделенных комплексов и ограничились указанием на распространение их в ряде районов, где проводились исследования с участием советских специалистов.

Например, обобщенная гидрогеологическая колонка на карте в районе Гертара (северная часть Сахары) делится на четыре квадрата с номерами водоносных комплексов, последовательно перечисляемых в условных обозначениях. Эта колонка указывает, что перспективны для гидрогеологической разведки четыре водоносных горизонта или комплекса: мио-плиоценовый (3), эоценовый (4), верхнемеловой (6) и нижнемеловой (7). Все другие комплексы если содержат подземные воды, то они по причинам малообильности или высокой минерализации (иногда практически недостижимой глубины залегания) не представляют народнохозяйственного значения.

Таким образом, колонка-указатель на карте водоносных комплексов, будучи подтвержденной бурением, должна ориентировать дальнейшую гидрогеологическую разведку в этих районах и способствовать более правильному проектированию разведочных скважин.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ  
АЛЖИРСКОГО АТЛАСА

В соответствии с приведенной выше схемой гидрогеологического районирования выделенные гидрогеологические районы Алжирского Атласа последовательно описываются по зонам и типам внутри зон с сохранением присвоенных им номеров.

## Первая зона

ГОРНО-СКЛАДЧАТЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ  
СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

К этой группе гидрогеологических районов относятся три горно-складчатые гидрогеологические области Алжирского Атласа. Из них две древние — Большая Кабилия и Малая Кабилия, в пределах которых обнажаются палеозойские отложения, и одна мезокайнозойская — Дахра.

*Горно-складчатая гидрогеологическая область Большая Кабилия*

В литературе, посвященной Алжиру, Большая Кабилия характеризуется как наиболее ярко выраженный самостоятельный природный район страны со строго очерченными географическими границами. Это легко заметить, взглянув на карту любого назначения или знакомясь с районом в натуре. Северную границу Большой Кабилии составляет береговая линия Средиземного моря от устья р. Иссер до устья р. Суммам. С запада границу очерчивает долина Иссера, с юга и востока — долины Суммама и ее притоков, проложенные в тектонической депрессии, порожденной крупным разломом. Это — типично горные реки, прорезавшие глубокие ущелья, нередко весьма живописные, например в районе Палестро (рис. 9). По краям, переходя с берега на берег и скрываясь в одном тоннеле за другим, тянется железная дорога, связывающая столицу с восточными департаментами и с Сахарой.

Большую Кабилию занимают разновозрастные горы, интенсивно расчлененные водной эрозией, развитию которой благоприятствуют близость моря и внутренних понижений, большой перепад высот и обилие атмосферных осадков.

В центре Большой Кабилии расположен среднегорный древний массив, отделенный от моря прибрежным низкогорным хребтом и



Рис. 9. Ущелье Палестро в Тельском Атласе

• впадиной Себау. На юге он примыкает к альпийскому высокогорному массиву Джурджура. Древний массив сложен слюдяными и серицитовыми сланцами палеозоя (местами они прорваны молодыми гранитами), прибрежный хребет и Джурджура — известняками (и частично песчаниками) юры и мела, впадина Себау и другие понижения — преимущественно глинистыми породами олигоцена.

Большая Кабилия богата атмосферными осадками, хотя они и неравномерно распределены по площади. Их меньше на западе, больше на востоке. В среднем они равны 800 мм/год. На востоке эта норма увеличивается до 1200 мм, достигая в отдельных местах максимума для всей страны — 1700 мм/год.

Широкое развитие карста и интенсивная трещиноватость горных пород предопределяет благоприятные условия питания атмосферными осадками подземных вод, которые разгружаются в пониженных участках рельефа мощными источниками. Наряду с источниками большую роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении играют колодцы в долинах рек и на склонах гор.

Определенное представление о грунтовых водах Большой Кабилии дают материалы, полученные при изысканиях под плотины и водохранилища с охватом орошаемых участков. По этим материалам можно выделить несколько водоносных горизонтов в пределах пойм, конусов выноса, площади распространения дельтово-лагунных отложений, надпойменных террас (I, II, III, IV) рек (Иссер, Амара и др.), а также в верхней трещиноватой части коренных пород склонов и водоразделов.

Аллювиальный горизонт в пределах пойм, конусов выноса и площади распространения дельтово-лагунных отложений. Водовмещающими породами являются мелкозернистые глинистые пески, супеси, суглинки, валунно-галечниковые отложения с песчано-глинистым заполнителем. Общая мощность аллювия достигает 6—8, реже 10—12 м. Мощность отложений конусов выноса 6—10, реже более 30 м.

Воды этих отложений гидравлически связаны между собой, образуя единый водоносный горизонт. Воды, как правило, безнапорные, глубина залегания от поверхности 0,3—10 м, чаще 0,4—4 м. В дельтово-лагунных участках рек водосодержащие породы перекрываются глинами, где создается местный напор от 1 до 30 м.

Уровни вод снижаются в зимний период, поднимаясь летом, амплитуда колебания 1,1—2,6 м (пойма долины р. Ауджа). Фильтрационные свойства описываемых отложений характеризуются следующими коэффициентами фильтрации: 0,1—114 м/сут (пески, валунно-галечниковые отложения), 0,1—4,1 м/сут (суглинки), 0,3—16,8 м/сут (супеси), 0,002—1,9 (глины). Водообильность пород по площади неравномерная. Наиболее водообильны валунно-галечниковые отложения аллювиальных конусов выноса рек Ауджа и Мерджа. Производительность колодцев здесь достигает 2,3—9,1 м<sup>3</sup>/сут.

Воды этого горизонта, как правило, пресные с общей минерализацией 0,4—1,1 г/л. В период отсутствия осадков наблюдается некоторое повышение минерализации.

Аллювиальный горизонт в надпойменных террасах (I—IV). Водоносный горизонт приурочен к прослоям песков, супесей, суглинков и галечников среди глин, слагающих надпойменные террасы рек. Мощность водоносных отложений незначительна (0,4—5 м). Воды со свободной поверхностью встречаются в зависимости от гипсометрии террасы на глубине 0,25—14,7 м. Наиболее глубокие уровни отмечаются на древних (III—IV) террасах р. Иссер (9,4—14,7 м). Здесь местами воды напорные — на 3—12 м выше вскрытия горизонта. Водообильность отложений горизонта весьма слабая: производительность колодцев, источников и скважин изменяется от 0,0004 до 0,01 л/с. Воды пресные с общей минерализацией 0,2—0,8 г/л. Ближе к коренным склонам минерализация увеличивается до 1 г/л.

Делювиально-элювиальный горизонт в верхней трещиноватой зоне коренных пород. Водоносный горизонт развит на склонах и водоразделах в трещиноватой зоне коренных пород, представленных глинистыми сланцами, алевролитами, песчаниками и мергелями. Мощность обводненной части изменяется от 1 до 10 м, в среднем составляя 6 м. Развитые здесь грунтовые воды вскрываются на глубине 2—10 м. Водообильность описываемых отложений слабая. Общая минерализация воды изменяется от 0,4 до 5 г/л, чаще 0,4—2,9 г/л. Эта краткая характеристика состава и водоносности четвертичных отложе-

ний Большой Кабилии с известными допущениями может быть отнесена и к другим горно-складчатым областям Алжирского Атласа.

### *Горно-складчатая гидрогеологическая область Малая Кабия*

В географической литературе к Малой Кабилии относят три древних кристаллических массива— Бабор, Колло и Эдуг с прилегающими к ним складчатыми сооружениями мезо-кайнозойского возраста. С гидрогеологической точки зрения такое объединение, на наш взгляд, неправомерно, так как Эдуг отчетливо изолирован от двух других молодой депрессией Аннаба, продолжающейся в Средиземное море, по крайней мере в пределах залива Стора. В связи с этим в гидрогеологический район Малой Кабилии мы включаем только древние массивы Бабор и Колло с окружающими их мезо-кайнозойскими сооружениями, а массив Эдуг рассмотрим в одном районе с прибрежной равниной Аннаба.

Северной границей Малой Кабилии следует считать береговую линию от Беджая до залива Стора, разделяющего массивы Колло и Эдуг. Южная граница, относительно условная, проходит по водоразделу между бассейном котловины Ходна и уздами, принадлежащими Средиземноморскому бассейну. На востоке граница, тоже в известной степени условная, может быть проведена по западному склону изолированного древнего купола, относящегося к системе Кабия — Колло. Западная граница — общая с Большой Кабильей: по тектоническому разлому, отделяющему Джурджурскую Кабилию от Баборской.

Поверхность малой Кабилии занята разновысотными горными массивами, среди которых на западе выделяются Большой Бабор (2004 м) и Табабор (1965 м), на востоке — горная цепь Гучи с вершиной Колло (1183 м). Эти палеозойские сооружения изрезаны крутыми оврагами. Столь же интенсивно расчленены мезо-кайнозойские горные цепи с вершинами более 2000 м, окаймляющие древние массивы с юга. Общим в характере рельефа Малой Кабилии является постепенное снижение высот местности, в том числе горных вершин, в направлении с запада на восток. В отличие от Большой Кабилии в Малой Кабилии значительно больше местных понижений типа межгорных низменных равнин, играющих важную роль в аккумуляции поверхностного стока и в формировании горизонтов подземных вод.

Литологический состав пород, слагающих поверхность области, тот же, что и в Большой Кабилии: кристаллические сланцы в ядрах палеозойских массивов, известняки и песчаники юры и мела в мезо-кайнозойских горных сооружениях, глинистые породы в понижениях. В Малой Кабилии шире представлены вулканогенные породы, прорывающие по разломам как древние, так и более молодые отложения. К тектоническим разломам приурочены выходы глубинных термальных минеральных вод. Здесь, как и в Боль-

шой Кабилии, большинство рек имеет постоянный, но крайне неравномерный сток, зависящий от выпадения осенне-зимних дождей и весенне-летнего снеготаяния. Среднегодовое количество атмосферных осадков в Малой Кабилии — самое большое в стране и достигает 1200 мм, а в центральных и северных частях — 1600 мм.

Подземные воды систематически не изучались, имеются самые общие сведения о крупных пресных источниках и широком распространении грунтовых вод в аллювиальных отложениях речных вод.

### *Горно-складчатая гидрогеологическая область Дахра*

Горно-складчатая область Дахра с массивом Милиана располагается к северу от обширной впадины Шелиффа, занимающей значительную часть нижнего течения одноименной реки, от выхода ее из горного ущелья в массиве Варсенис до плато Мостаганем. На востоке эта область граничит с прибрежной равниной Митиджа, которая отделена от впадины Шелиффа суженным продолжением массива Милиана, переходящим в горную цепь Блidsкий Атлас. На западе Дахра замыкается невысоким плато Мостаганем, прорезанным каньоном приустьевой части Шелиффа.

Поверхность области, слабо расчлененная, характеризуется мягкими выположенными очертаниями с обилием неглубоких оврагов и узких долин, обращенных к морю, побережье которого здесь повсеместно дикое, скалистое. Со стороны впадины Шелиффа Дахра представляется сплошной высокой стеной, лишенной вершин и расселин, отчего она и получила свое название («дахр» по-арабски — спина).

Абсолютные отметки поверхности возрастают в направлении с запада на восток от 600 до 1000 м, в массиве Милиана они достигают 1400—1500 м. Наиболее высокая восточная часть области сложена преимущественно меловыми известняками, мергелями и песчаниками, в западной части поверхность слагают породы миоплиоцена.

Количество атмосферных осадков составляет 500—600 мм/год. Некоторая часть из них идет на питание подземных вод, разгружающихся в виде многочисленных, но, как правило, незначительных по расходам источников. Крупные источники пресных вод известны в горных ущельях, прорезающих известняковые массивы. Гидрогеологически область изучена очень слабо.

### АРТЕЗИАНСКИЕ БАССЕЙНЫ ПРИБРЕЖНЫХ РАВНИН

В эту группу артезианских бассейнов включены бассейны четырех прибрежных равнин: Орана, Нижнего Шелиффа, Митиджы и Аннабы.

## Артезианский бассейн Оранских равнин

Понятие «Оранские равнины» объединяет несколько современных понижений или впадин, расположенных полукругом вблизи крупнейшего города западной части Алжира — Орана. Каждое из этих понижений имеет самостоятельное географическое положение и название, но в гидрогеологическом отношении они принадлежат к единому артезианскому бассейну, ограниченному с юга горными цепями Западного Телля, а с севера — холмистой грядой Оранского Сахеля. Лишь в приустьевых частях речных долин Эль-Малах (Рио-Саладо) на западе и Макта на востоке равнины выходят к Средиземному морю и погружаются под его уровень.

В западной части территории находится самая крупная равнина — Млета, центр которой занимает обширное соленое озеро, известное под названием «Оранская Себха». Расположенные к востоку понижения называются равнинами Тлелат, Сиг и Хабра (или Макта). На западе равнина Млета примыкает к невысокому вулканическому плато Айн-Тимуш. Восточная равнина Хабра отделена от впадины Шелиффа низким Мостаганемским плато с небольшими горами Бель-Хаселя (516 м).

Поверхность равнин Орании представляет собой систему закрытых бассейнов, образованных периодическим стоком рек в условиях современных отрицательных движений. Средние высоты на равнинах менее 250 м, к морю они снижаются до 0. Оранский Сахель имеет высоты немногим более 600 м.

Как уже говорилось, район Оранских прибрежных равнин является орогенически наиболее молодой частью Атласской геосинклинальной системы. Море отступило отсюда только в конце плиоцена, однако в течение всего четвертичного периода эта территория испытывает тенденцию к опусканию, в результате чего позднейшие неогеновые морские отложения опущены на несколько сот метров ниже уровня Средиземного моря. Опускание вызвано современными тектоническими процессами, приведшими к существенной дислоцированности плиоценовых отложений, пласты которых круто наклонены (нередко до вертикального положения). По мере опускания вся территория равнин заполнялась аллювиальными и озерными отложениями в условиях засушливого климата, что привело к существенному засолению этих отложений.

В западной части Оранских равнин количество атмосферных осадков не превышает 400 мм, в восточной части выпадает до 300 мм/год. В четвертичных отложениях в пределах Оранских равнин содержатся грунтовые и напорные воды, как правило, повышенной минерализации, непригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Не удалось пока обнаружить удовлетворительного количества вод и в более глубоких мио-плиоценовых отложениях. Водоснабжение городов Орании осуществляется за счет подземных вод предгорий Западного Телля, откуда они подаются по трубам на расстояние до 150 км. Можно предположить, что перспективной окажется разведка пресных хозяйственно-питьевых вод

в более глубоких горизонтах бассейна, в частности в меловых отложениях, которые здесь залегают на глубине более 1000 м.

Эти отложения имеют ярко выраженные области питания на склонах горных цепей северной ветви Западного Телля, откуда они погружаются к северу под палеоген-неогеновые отложения прибрежных равнин Орании. На площади областей питания выпадает достаточно большое количество атмосферных осадков, а интенсивно развитая трещиноватость пород и скопления крупно-обломочного элювия предопределяют благоприятные условия инфильтрации осадков.

### *Артезианский бассейн равнины Нижнего Шелиффа*

Границы этого гидрогеологического района проходят по склонам горных массивов: Дахра на севере и Варсенис на юге в пределах участка долины р. Шелиффа между плато Мастаганем на западе и Медеа на востоке.

В целом равнина Шелиффа расположена в пределах кайнозойской депрессии, бывшей когда-то морским заливом и ныне заполненной аллювием Шелиффа, и его притоков. Основные из них стекают с массива Варсенис и лишь несколько крайне мелководных — с массива Дахра. Несмотря на то что здесь протекает самая крупная река Алжира, принимающая в пределах равнины большие притоки, в действительности ее расходы очень невелики. Осадки в среднем составляют около 400 мм/год, но выпадают они неравномерно по годам, а испарение постоянно весьма интенсивное. Важную роль в питании р. Шелиффа и поддержании круглогодичного стока играют притоки с Варсениса, где они сами питаются за счет подземных вод крупных источников-воклюзов и весеннего снеготаяния.

В хозяйственно-питьевом водоснабжении района равнины Шелиффа в последние годы все большую роль начинают играть подземные воды. На многих участках равнины с давних пор используют неглубоко залегающие грунтовые воды в виде крупных пресных линз. При глубоком бурении на нефть обнаружены горизонты артезианских вод, начата планомерная разведка этих горизонтов. Особенно много скважин на артезианские воды бурится на расширенном участке равнины в районах Игиль-Изан и Мохаммеда, где все крупные населенные пункты переведены на снабжение водой из артезианских скважин глубиной до 200 м, вскрывших напорные горизонты в мио-плиоценовых отложениях. Следует отметить, что на всей площади равнины Шелиффа может оказаться перспективной разведка на меловые горизонты, область питания которых находится в небольшом удалении и обладает благоприятными условиями для формирования достаточно обильных артезианских вод.

Ограниченная с севера Алжирским Сахелем, а с юга Блидским Атласом и массивом Таблат (примыкает к Большой Кабилии) равнина Митиджа по широкой долине очень спокойной реки Эль-Харраш выходит к Средиземному морю.

Поверхность Митиджи, на первый взгляд ровная, в действительности осложнена серией пологих холмов, отражающих в рельефе многочисленные конусы выноса. По структуре — это синклиналь, выполненная аллювиальными отложениями. На контакте с горными сооружениями — Сахелем и Блидским Атласом — она ограничена флексурами. Цоколь впадины Митиджа слагают складчатые породы миоцена, предположительно мергели и глины, прорванные базальтами. Между современными аллювиальными отложениями и складчатым цоколем залегает литологически пестрая толща плиоцена — мергели, песчаники, конгломераты, алевролиты, известняки. Общая мощность плиоценовых пород достигает нескольких сотен метров (подошва их бурения пока не пройдена).

Формирование синклинали Митиджа происходило одновременно с образованием антиклинального поднятия Сахель и горно-складчатого Телля, т. е. с конца верхнего плиоцена (астийское время) до раннечетвертичной эпохи. С горных сооружений, преимущественно со стороны Телля, в прогиб устремились бурные водные потоки, приносившие массу обломочного материала, из которого сформировался мощный комплекс гравийно-песчано-глинистых отложений, известных как «виллафранское заполнение долины» (Rivoirard, 1952). Этот комплекс мощностью несколько сотен метров перекрывается современным аллювием.

Виллафранский комплекс и современные аллювиальные отложения содержат хорошо водопроницаемые песчано-гравийные прослои, в которых образовались горизонты напорных пресных вод. В настоящее время они являются главным видом водных ресурсов на всей территории равнины Митиджа, используемых для водоснабжения (в том числе г. Алжира) и орошения широко развитых здесь плантаций цитрусовых и виноградников. Возобновление ресурсов подземных вод происходит — и достаточно интенсивно — за счет инфильтрации поверхностных вод горных потоков (через отложения конусов выноса) и атмосферных осадков. Среднее количество осадков здесь достигает 1000 мм/год.

Однако за последние годы наблюдается систематическое понижение пьезометрической поверхности водоносных горизонтов, эксплуатируемых множеством буровых скважин (преимущественно глубиной 40—60 м). Это неблагоприятное явление, несомненно, вызвано чрезмерным водоотбором, который фактически не ограничен, так как пока нет сколько-нибудь обоснованных расчетов или обобщающих выводов (на основе опыта) относительно истин-

ных размеров естественных ресурсов подземных вод всего артезианского бассейна. Следует также отметить, что более глубокие горизонты бассейна Митиджа пока не разведаны.

### *Артезианский бассейн Аннабинской равнины*

Эта равнина расположена на крайнем востоке алжирского побережья Средиземного моря и носит название одноименного города, центра департамента Аннаба. Западная граница ее общая с гидрогеологическим районом Малая Кабилия, южная проходит вдоль подножий гор Константины, восточная — по подножию горного массива Меджерда, основная часть которого лежит в пределах Туниса. На востоке и западе равнина выходит к морю, в центре ее отделяет от моря древний палеозойский массив Эдуг.

Равнина Аннабы, сформировавшаяся в конце неогена — начале четвертичного времени, с поверхности сложена аллювиальными, озерными и эоловыми образованиями — дюнами, барханами. Она представляет собой синклиналь, заполненную терригенными осадками, принесенными водными потоками с обрамляющих ее горных массивов. Предполагается, что в сравнительно недавнее время Аннабинская равнина была морским заливом, свидетельством чему служит сохранившаяся в пределах равнины глубокая впадина Фетзара площадью около 150 км<sup>2</sup>, заполненная соленой водой.

Ввиду обилия атмосферных осадков (около 1000 мм), наличия большого числа заполненных водой понижений и не достигающих моря рек значительная часть поверхности равнины переувлажнена и местами заболочена.

В водоснабжении населенных пунктов важную, если не основную, роль играют подземные воды. По своей структуре равнина Аннаба, как и рассмотренные выше другие прибрежные равнины, представляет собой типичный асимметричный артезианский бассейн, на южном крыле которого находится его основная область питания, а на северном — второстепенная (массив Эдуг). Активная водопроницаемость обломочных пород, слагающих верхнюю часть разреза бассейна, особенно в краевых частях (конусах выноса), и обилие атмосферных осадков предопределяют формирование здесь, как и в артезианском бассейне равнины Митиджа, напорных горизонтов с пресными водами удовлетворительного качества. Пока эти предполагаемые артезианские горизонты пресных вод в пределах равнины Аннаба не разведаны. Здесь широко используются подземные воды, аккумулирующиеся в песчаных дюнах, площадь которых превышает 150 км<sup>2</sup>. Ориентировочно подсчитанные естественные (возобновляющиеся) ресурсы этих вод составляют около 1300 л/с.

### Вторая зона

Вторая зона включает горно-складчатые гидрогеологические области Западного и Восточного Телля, артезианский бассейн Возвышенных равнин Константины и три межгорных артезианских

бассейна Западного Телля — Северо-Тлемсенский, Бель-Абесский и Маскаринский. Кроме Возвышенных равнин Константины, все остальные гидрогеологические районы второй зоны Алжирского Атласа в целом находятся в относительно благоприятных по увлажненности природных условиях. Отдельные, нередко больших размеров, участки территории и в этих районах страдают от недостатка влаги, но не они определяют характеристику водных ресурсов большинства гидрогеологических районов второй зоны.

В горно-складчатых областях большую часть времени года уэды сохраняют достаточно обильный водоток, в долинах бьют мощные источники подземных вод, часто имеющие характер воключозов. Межгорные артезианские бассейны, питаемые подземным и поверхностным стоком с окружающих горных цепей, обладают, как правило, достаточно большими естественными ресурсами подземных вод, заключенных в нескольких водоносных горизонтах.

Этим относительным благополучием в деле водообеспеченности и можно объяснить тот факт, что на большей части территории второй зоны не проводилось сколько-нибудь значительных гидрогеологических работ, вследствие чего сведения о подземных водах большинства районов зоны весьма ограничены и чаще всего основаны на материалах рекогносцировочных обследований. Исключением в этом отношении является район Возвышенных равнин Константины, где пробурено много скважин на воду. Такие скважины имеются и на ряде участков южной ветви Западного Телля. Материалы бурения этих скважин обобщены при характеристике подземных вод соответствующих районов и участков.

Сведения о гидрогеологии большинства других районов второй зоны основаны преимущественно на литературных источниках (Бернар, Готье, Друэн, Каламберг и др.), некоторых фондовых материалах, а также личных впечатлениях, полученных при маршрутных обследованиях ряда районов Западного и Восточного Телля.

## ГОРНО-СКЛАДЧАТЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ТЕЛЛЬСКОГО АТЛАСА

### *Горно-складчатая гидрогеологическая область Западного Телля*

Границы области с севера и юга определяются положением ее между первой и третьей зонами. Восточная и западная границы в известной мере условные: первая проводится по долине среднего течения Шелиффа, вторую составляет линия государственной границы между Алжиром и Марокко. В природном отношении последняя открыта в сторону горных сооружений Марокканского Атласа.

Поверхность образуют крупные горные массивы и горные цепи, интенсивно расчлененные водной эрозией. На востоке области выделяется своими размерами и вершинами (до 2000 м) массив Варсенис, от которого в западном направлении отходят две цепи, или ветви, горных сооружений — северная и южная с межгорными

впадинами между ними. В северной ветви наиболее значительными являются (с востока на запад) низкогорная цепь Бени-Шугрен (800—900 м), горы Тессала (около 1000 м) и массив Трара (1000—1600 м), в южной соответственно горы Саида, Дайа (1000—1300 м) и Тлемсен (1500—1800 м). К массиву Варсенис с юга примыкают горы Тиарет, между горами Трара и Тессала, напоминая перемышку или мост, размещается короткая низкогорная цепь Себа-Шнух (663 м). Водная эрозия прорезала в горах глубокие ущелья с водопадами (Тлемсен, Варсенис), образовала обширные формы куэстового рельефа, способствовала активному проявлению карста.

Водообеспеченность района достаточно высокая. Горные сооружения, повышаясь с севера на юг, с одной стороны, перехватывают влагу средиземноморского и частично атлантического происхождения, а с другой, — преграждают путь в центральные и северные районы области южным пустынным ветрам и в совокупности создают благоприятные условия для атмосферного питания поверхностных и подземных вод. Среднегодовое количество осадков составляет здесь 500—800 мм. Они выпадают преимущественно в период ноябрь — апрель.

Район прорезают верховья или средние течения таких крупных рек Алжира, как Тафна, Эль-Малах, Макта с многочисленными притоками, большинство крупных притоков Шелиффа. Все они достаточно многоводны и, как правило, имеют постоянное течение. На крупных реках — Тафна, притоках Макты и Шелиффа построены плотины, регулирующие сток и повышающие водообеспеченность района.

В геологическом строении наблюдается омоложение разреза с юга на север и с запада на восток. Особенно это заметно при раздельном изучении стратиграфии южной и северной ветвей горно-складчатых сооружений. Так, южные массивы, имеющие вид ступенчатых моноклинальных гребней, образованы преимущественно юрскими отложениями, в которых с запада на восток наблюдается переход от нижней юры — лейас (на границе с Марокко) через среднеюрские — бат-байос (горы Сайда) до верхнеюрских (плато Тага). Меловые и более молодые отложения играют в разрезе подчиненную роль, распространены неравномерно и лишь на отдельных участках содержат самостоятельные водоносные горизонты.

Горные хребты северной части сложены преимущественно палеоген-неогеновыми отложениями, частично меловыми и лишь на самом западном участке в ядрах разрушенных складок обнажаются более древние породы (в горах Трара на отдельных участках палеозойские). Здесь также наблюдается, хотя и не очень отчетливо, «омоложение» разреза в направлении с запада на восток, но только до границы с массивом Варсенис, который в основном сложен меловыми породами, обрамленными с юга и востока палеогеновыми.

Складчатые сооружения Трара, Тессала и Бени-Шугрен сильно разрушены, в западной части прорваны молодыми интрузиями, которые в районе Айн-Тимуш образовали обширное вулканическое нагорье. В отличие от западных горных сооружений массив Варсенис относится к числу несейсмичных, тектонически мало активных, среди необозримого поля меловых отложений здесь встречаются лишь изолированные купола пермо-триаса — продукты соляной тектоники.

Среди юрских и меловых отложений преобладают карбонатные породы, в них широко развит карст, активно способствующий питанию и формированию мощных водоносных горизонтов, дающих начало многочисленным и нередко очень обильным источникам подземных вод. Широко известны источник вблизи Себду в долине Тафны, дебит около 800 л/с; источники вокруг Тлемсена, на базе которых основано водоснабжение этого древнего города; источники, снабжающие водой г. Саиду — центр департамента и многие другие. По данным Л. Калемберта (Calembert, 1940), в центральной части массива Варсенис насчитывается 15 крупных источников, приуроченных к юрским и меловым отложениям. К сожалению, сведения о дебите источников автор не приводит, указывая лишь на их обильность, обеспечивающую водоснабжение больших населенных пунктов. Все крупные источники подземных вод, в том числе и минеральные (о них будет сказано особо), учтены специальными службами Алжира, но каптированы и практически используются только те из них, которые расположены вблизи населенных пунктов. Все остальные питают поверхностные водотоки, регулируя их режим.

Наряду с использованием естественных источников подземных вод в различных, слабо обеспеченных водой районах описываемой области, практикуется, правда, пока в ограниченных размерах бурение на подземные воды. Эти гидрогеологические скважины, как правило, вскрывают верхнюю часть разреза и дают представление о ближайших от поверхности водоносных горизонтах. Несколько таких скважин было пробурено с участием советских специалистов на ряде участков южной ветви Западного Телля — 48, 62, 59, 60 и др. (табл. 1—3).

Приведем краткие сведения о результатах бурения этих скважин, позволивших более детально охарактеризовать гидрогеологические условия районов. На участке населенного пункта Назрег (к северу от г. Сайда) пробурены две скважины (48 и 62). Наибольший интерес представляет скв. 62, которая вскрыла следующую геологический разрез:

1. Четвертичные суглинки, известковая кора, щебень, галька с гравием и суглинистым заполнителем — 17 м.
2. Верхнеюрские (келловей—оксфорд) мергели с прослоями тонкозернистых песчаников — 142 м.
3. Среднеюрские (бат-байос) доломиты, доломитизированные известняки. Вскрыт 21 м.

Четвертичные и верхнеюрские отложения оказались практически безводными, в среднеюрских встречен водоносный горизонт, сведения о котором приведены в табл. 1.

Таблица 1

*Характеристика водоносности среднеюрских отложений*

Дата опробования	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Абс. отм. статического уровня, м	Продолжительность опробования, ч	Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с
4—9/IX 1968 г.	159—180	—41,5	768,5	23	6,7	32,5	4,77
				24	23,1	106,7	4,64
				10	31,6	145	4,6
				1,5	8,4	40	4,6

Вода пресная, общая минерализация около 0,5 г/л, температура 20,9° С.

К югу от г. Сайды, у населенного пункта Ваграм, скв. 63 встретила первый водоносный горизонт в прослое разнородного песчаника среди мергелей келловей-оксфорда в интервале глубин 141,5—148,6 м. Он был опробован в открытом стволе совместно с основным бат-байосским горизонтом. В совокупности они характеризуются данными, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

*Характеристика водоносности верхнеюрских отложений*

Дата опробования	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Абс. отм. статического уровня, м	Продолжительность опробования, ч	Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с
7—24/1 1969 г.	145,5—148,6 214—295	—102,1	1045,9	35	7	0,93	0,02
				39	0,9	14,4	16,4

Вода пресная, минерализация 0,8 г/л, температура 22° С.

Судя по величине удельного дебита, эта скважина обладает большой потенциальной производительностью, значительно большей, чем все остальные в этом районе, о которых имеются сведения, излагаемые ниже, при описании артезианского бассейна Шерги. Возможно, что существенную прибавку дает встреченный здесь водоносный горизонт в верхнеюрских отложениях.

К западу и юго-западу от г. Сайды в геологическом разрезе появляются меловые водоносные горизонты, разведанные и капти-

рованные в краевой части горно-складчатой области Западного Телля, в полосе перехода ее в артезианский бассейн Шерги. В частности, четырьмя нашими скважинами (42, 43, 59, 60) были вскрыты ниже- и верхнемеловые воды в районе плоскогорья Теллаг у населенных пунктов Бидо и Мархун. Плоскогорье примыкает к группе небольших горных массивов с вершинами 1300—1700 м. Наиболее известные из них горы Дайа (наивысшая отметка 1378 м). Район осложнен системой тектонических структур — антиклинали, синклинали, разломы, сбросы.

В геологическом разрезе выделяются неустановленной мощности пестроцветы пермо-триаса; среднеюрские доломиты мощностью 150—200 м; известняки и мергели верхней юры — нижнего мела (валанжинские мощностью 400—500 м, континентальные породы альба мощностью 100—200 м); пестроцветные и карбонатные породы верхнего мела мощностью от 50—100 м на севере до 400—500 м на юге и континентальные отложения неоген-четвертичного времени мощностью от 50—60 м на севере до 200 м и более на юге.

Район относится к числу маловодных. Подземные воды залегают здесь на большой глубине преимущественно в альбских песчаниках и конгломератах и частично в карбонатных породах верхнего мела (сеноман-турон). Все другие комплексы пород разреза отличаются слабой водообильностью или практически безводные. Альбские и сеноман-туронские воды разведаны и каптированы большим числом скважин и колодцев, за пределами района они дают начало источникам. В табл. 3 приведены основные

Таблица 3

*Характеристика водоносности ниже- и верхнемеловых отложений*

Номер скважины	Глубина скважины, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация воды, г/л	Температура воды, °С
42	231,36	—52	63	2	0,998	21
43	397	—43	52	1,61	0,506	21,5
59	331,4	—156,1	7,5	2,16	0,359	—
60	253,75	—165,25	1,25	3,1	0,5	—

сведения о подземных водах, вскрытых скважинами в нижнемеловых (42, 43) и верхнемеловых (59, 60) отложениях. Скважины оборудованы для постоянной эксплуатации.

Несмотря на большую глубину залегания подземных вод в обоих охарактеризованных горизонтах, они все шире вовлекаются в эксплуатацию для водоснабжения населенных пунктов и обводнения пастбищ. Однако меловые водоносные горизонты имеют здесь относительно небольшое распространение. На многих уча-

стках они глубоко дренированы эрозионными долинами, малоемкие, всюду наблюдаются совпадения по площади областей питания и аккумуляции ресурсов.

Меловые отложения часто обрамляются юрскими породами, вследствие чего мощность их не может быть устойчиво большой. В западном направлении меловые отложения сменяются юрскими, в нижнем отделе которых появляется водоносный горизонт, который характеризуется как вполне продуктивный для использования в хозяйственно-питьевых целях.

Приведем некоторые сведения об этом горизонте, известные для прилегающей к границе с Алжиром территории Марокко («Гидрогеология Марокко», 1955). В Марокко продолжаются обе ветви горных сооружений Западного Телля: южная ветвь — горы Дайа — переходит в массивы Зеккара-Апат и Дебду, северная — в массивы Бени-Снассен и Бент-Бу-Махид. В массиве Зеккара наблюдается несколько небольших источников, приуроченных к породам лейаса, которые почти повсеместно активно дренируются горными долинами и ущельями. На склонах северных отрогов массива Зеккара (Джебель-Хамра) горизонт известняков и доломитов среднего лейаса дает начало крупным источникам с расходом от 200 до 300 л/с.

Воды лейаса здесь вскрыты несколькими скважинами. Две из них глубиной 62 и 194 м выводят воду из сильно трещиноватых доломитизированных известняков с пустотами; суммарный дебит при самоизливе 7 л/с; откачкой из них отбирают около 6000 м<sup>3</sup>/сут.

По южному краю массива Бени-Снассен (продолжение горного массива Трара) на контакте лейаса и пермо-триаса имеется несколько выходов пресных подземных вод хорошего качества. Среди них многие пользуются широкой известностью. Буровая скважина в горной части массива (у подножия перевала Гербуз) вскрыла на глубине 175 м водоносный горизонт в доломитах среднего лейаса. Для склоновых частей гор Тессала и Бени-Шугрен характерны накопления обломочных континентальных толщ плиоцен-четвертичного возраста, в которых аккумулируются крупные запасы подземных вод. Они широко используются для водоснабжения городов и орошения. Эти сведения для территории соседней страны указывают на перспективность разведки лейасового водоносного горизонта в западных районах Телль-Атласской области в пределах Алжира.

### *Горно-складчатая гидрогеологическая область Восточного Телля*

Границы области очерчены на западе по долине среднего течения Шелиффа, на востоке условно — по линии государственной границы с Тунисом, на севере и юге они общие с первой и третьей зонами соответственно.

Поверхность образует крупные горные цепи и массивы, которые, подобно Западному Теллю, делятся на две расходящиеся

ветви — северную и южную. От центра средоточия — массивы Блидский Атлас, Таблат, Титтери в северо-восточном направлении отходит хребет Бибан (до 1700 м), а далее — Нумидийская цепь, горы Константины, Гельма и Меджерда (последние продолжаютя на территории Туниса). В восточном направлении протягивается хр. Ходна (с вершинами до 2000 м), который переходит в массив Белезна (более 2000 м), отделенный от горного массива Орес узкой депрессией Батна-эль-Кантара. На крайнем востоке области горные построения Восточного Телля имеют тенденцию слияния с цепями Сахарского Атласа. Между главными горными ветвями Восточного Телля располагается несколько межгорных впадин — равнин. Развитые преимущественно в верховьях рек и относительно небольшие по размерам, они не оказывают существенного влияния на характеристику рельефа области.

Значительно большую роль в формировании ландшафта Восточного Телля играют относительно выровненные возвышенности типа плато, лежащие на высоте 1000—2200 м и окруженные вершинами основных горных сооружений. Среди них наиболее крупными являются плато Медеа и Сетиф. Последнее на юго-востоке примыкает к возвышенным равнинам Константины, которые выделены в самостоятельный гидрогеологический район. Характерной особенностью таких плато является широкое распространение в их пределах небольших горных гряд, расчлененных эрозией на отдельные звенья, с вершинами, поднимающимися над плоскостью равнины не более чем на 300—400 м. Эти звенья горных гряд, часто имеющие вид изолированных холмов, представляют собой части разрушенных антиклиналей.

Водообеспеченность территории неравномерная. В западной части (Блидский Атлас, массив Таблат, плато Медеа) больше выпадает осадков (около 700 мм), полноводнее реки, обильнее источники подземных вод. Начиная примерно с меридиана, проходящего по центру Большой Кабилии и далее на восток, количество осадков уменьшается в среднем до 500 мм (значительная часть воздушной влаги, идущей со Средиземноморья, задерживается Кабильскими массивами), реки даже в верховьях часто пересыхают, и такие относительно благополучные по климату районы, как плоскогорье Сетиф, нередко страдают от жестокой засухи. Наиболее надежным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на большей части территории Восточного Телля служат подземные воды в виде естественных родников и водозаборных скважин.

Геологическое строение области отражает историю геологического развития этой территории. Сформировавшийся в раннюю эпоху альпийского орогенеза (пиренейская фаза) Восточный Телль в целом с конца олигоцена переживает континентальный период развития. Только в отшнуровавшихся от моря впадинах еще длительное время продолжался процесс накопления водных осадков. К числу таких наиболее ярко выраженных впадин относятся возвышенные равнины или плоскогорья Сетифа и Константины. Рав-

нина Сетиф в плиоценовую эпоху представляла собой закрытый водный бассейн, в котором накопились довольно мощные осадочные образования: по краям глины, суглинки, конгломераты и грубые песчаники, в центре бассейна известняки. На большей же части территории области самыми древними осадочными образованиями являются пестроцветные песчано-глинистые отложения олигоцена. Правда, в отдельных районах наблюдаются ограниченно распространенные морские осадки миоценового возраста, но они образовались в периоды кратковременных прорывов моря в виде узких заливов, нередко достигающих весьма удаленных от моря участков континента (например, бассейн Ходна).

Обобщенный геологический разрез горно-складчатой области Восточного Телля можно представить в следующем виде.

В основании разреза залегают пестроцветные породы триаса, распространенные по склонам гор Ходна и в крайне восточных районах области, как правило, в виде куполов и штоков. В коренных выходах они представлены пестрыми глинами и гипсами.

Выше располагаются плотные известняки и доломиты нижней юры, переходящие кверху в оолиты и мергели. Неравномерные по мощности отложения средней и верхней юры также представлены карбонатными породами. Установленная мощность нижнеюрских отложений не превышает нескольких десятков метров, мощность среднеюрских пород также невелика. В верхнеюрское время накопились толщи суммарной мощности более 1300 м.

Меловые отложения достаточно полно изучены по всему разрезу, и они детально расчленены с выделением всех горизонтов. В нижнемеловой части разреза господствуют карбонатные породы — известняки, доломиты, мергели общей мощностью до 900 м и только в верхнем альбе наблюдаются небольшие горизонты глинисто-фосфоритовых песчаников и черных битуминозных глин. Отложения верхнего мела начинаются толщей мергелей сеномана (более 600 м), затем идут известняки турона (около 150 м) и известняково-мергельная толща сенона (500—600 м).

В разрезе нижнего и среднего палеогена также преобладают карбонатные породы с различной степенью глинистости. Глинистость пород увеличивается вверх по разрезу и наибольшую насыщенность приобретает в олигоцене, отложения которого почти повсеместно характеризуются как глинисто-песчаниковые пестроцветы. Мощность отложений палеогена весьма изменчивая и ориентировочно превышает 1500 м.

Наконец, в неогене, на отложения которого оказали влияние локальные трансгрессии, в нижней части (нижний миоцен) распространены известняки и песчаники, в верхней — различные породы континентального происхождения, в том числе озерно-речные конгломераты, песчаники, озерные известняки и мергели. Общая мощность неогеновых образований превышает (на участках их распространения) 1500 м.

О подземных водах области имеются разрозненные сведения. Общим в этих сведениях является указание на обилие родников

в горных районах, приуроченных к врезам речных долин или к окраинам горных цепей, где они примыкают к межгорным и предгорным впадинам. Источники часто расположены вблизи крупных трещин тектонического происхождения и в этих случаях имеют повышенную температуру воды. Так, на плато Медеа вдоль крупной тектонической трещины, секущей лежащие на поверхности перемычки между равнинами Шелиффа и Митиджи (миоценовые образования), бьют мощные горячие источники. Здесь же следы многочисленных древних источников в виде массы травертиновых отложений. Горячие источники известны и в других районах области. На поверхности плато Медеа аккумулятором подземных вод служат слои песчаников среди комплекса кайнозойских отложений. На участках контакта песчаников с глинистыми разностями разреза наблюдаются крупные источники, частью каптированные для водоснабжения населенных пунктов.

На плоскогорье Сетиф водоснабжение также преимущественно основано на использовании подземных вод естественных источников, бьющих у подножий окружающих вершин. Однако естественный дебит источников не покрывает потребности растущего здесь населения и развивающегося орошаемого земледелия. Отсюда возникает задача широкой гидрогеологической разведки по всей площади развития неогеновых отложений, в песчаниковых прослоях которых возможно наличие продуктивных водоносных горизонтов.

По данным ряда исследователей (Dugozou, 1952 и др.), в долинах и ущельях горных массивов Константины, Меджерда и Гельма наблюдаются мощные выходы подземных вод, лишь частично используемых местным населением. Рациональный каптаж этих источников позволит повысить водообеспеченность населенных пунктов, расположенных в предгорьях. Проведенные в последние годы поисково-разведочные работы на различные рудные полезные ископаемые выявили обильные водопритоки из верхнемеловых отложений.

В горных районах известны крупные термальные источники, например Мескутин, но о них будет сказано в специальной главе.

### *Артезианский бассейн Возвышенных равнин Константины*

Границы бассейна: на севере горы Константины, на юге горы Ходна и массив Орес. На востоке границы сливаются с отрогами горного хребта Тебесса, на западе примыкают к склонам гор Бибан. Поверхность в целом представляет собой относительно выровненное плоскогорье (с отметками около 1000 м), осложненное отдельными вершинами и небольшими замкнутыми понижениями. Первые — это чаще всего локальные поднятия типа антиклинальных складок с меловыми ядрами, вторые — впадины синклинального типа, заполненные мощными озерными и континентальными мио-плиоценовыми отложениями и четвертичным аллювием.

В центре котловин часто располагаются соленые озера, питаемые временными водотоками.

Водообеспеченность района, несмотря на внешне видимую обводненность (обилие озер) и сравнительно большое количество атмосферных осадков (около 400 мм/год), невысокая, что позволяет отнести равнины Константины в целом к числу засушливых районов. Гидрографическая сеть здесь не развита, в озерах вода соленая. Высокая испаряемость и широкое распространение соленосных отложений (триаса и более молодых) не способствуют накоплению пресных поверхностных и грунтовых вод. Об артезианских водах до последнего времени имелись самые скудные сведения.

Геологическое строение района на основании обобщения всех основных из имеющихся по этому вопросу материалов представляется в следующем виде. Фундаментом структуры служат дислоцированные пестроцветные породы триаса, которые перекрываются нормально осадочными отложениями всех трех отделов юры суммарной мощностью около 1000 м. Они представлены преимущественно известняками, реже мергелями. Выше последовательно залегают породы всех ярусов нижнего и верхнего мела, среди которых преобладают известняки и мергели. Мощность нижнемеловых отложений 1000—1400 м, верхнемеловых 750—1300 м. Затем следуют отложения палеогена, преимущественно мергели, реже известняки общей мощностью 250—500 м и пестрые по литологическому составу, крайне неравномерные по мощности на разных участках района породы мио-плиоцена — песчаники, известняки, мергели, глины. Их мощность колеблется от первых десятков метров до 300—400 м.

Гидрогеологическое изучение территории Возвышенных равнин Константины началось сравнительно недавно, в конце 50-х годов текущего столетия. Генеральная геофизическая компания Алжира с целью обнаружения коллекторов подземных вод провела на ряде участков равнин электроразведочные работы, которыми была обоснована водоносность нижнемеловых отложений, залегающих на большей части района под мио-плиоценовыми и четвертичными отложениями (породы верхнего мела размыты). Прогнозные выводы этой компании (1963 г.), уточненные советскими геофизиками (Гипроводхоза), послужили основой для заложения разведочно-эксплуатационных скважин на воду. В 1965—1967 гг. было пробурено пять таких скважин, три из них (5—7) в центральной части района (пос. Левассор) и две (8 и 9) на северо-востоке (пос. Монткальм). Впоследствии (1968—1970 гг.) здесь также с участием советских специалистов были пробурены еще две скважины — в пос. Айн-Ягут (54) и в пос. Зана (55). Результаты бурения с учетом других материалов позволили сформулировать современные представления о гидрогеологических условиях бассейна (рис. 10).

О водоносности пород фундамента достоверных сведений не имеется. В залегающих выше отложениях выделяются четыре во-

Система	Отдел	Ярус	Индекс геологического возраста	Литологический разрез	Мощность м	Описание пород	Гидрогеологическая характеристика				
Четвертичная	Плиоцен		Q		20-60	Глина, сугил, песок	Грунтовые воды пестрой минерализации				
			N <sub>2</sub>		~80	Глины опесчаненные, известняки травертиновые, песчаники					
Неогеновая	Миоцен	Бурдигальский	N <sub>1,b</sub>		20-300	Песчаники, известняки, мергели, глины песчаные	Напорные воды. Удельные дебиты до 3,2 л/с. М 1,1-40 г/л				
Палеогеновая	Зоцен	Лютетский	P <sub>2</sub> l		210-230	Мергели, известняки, глины	Грунтовые и напорные воды, преимущественно в ипрских известняках. Расходы источников до 15 л/с. М около 1 г/л				
	Палеоцен	Ипрский	P <sub>1</sub> l		5-30	Известняки местами мергелистые и окремненные					
		Монтский-Датский	P <sub>1</sub> m-K <sub>2</sub> d		20-100	Мергелисто-глинистая толща, в основании с прослоями известняка					
Меловая	Верхний	Маастрихтский-кампанский	K <sub>2</sub> m-ср		270-300	Известняки, известняки мергелистые, мергели					
		Сантонский	K <sub>2</sub> s		200	Известняки мергелистые, мергели	Грунтовые и напорные воды по периферии бассейна. Расходы источников 0,2-1 л/с, М до 1 г/л				
		Коньякский	K <sub>2</sub> сn		50-300	Известняки мергелистые, мергели					
		Туронский	K <sub>2</sub> t		30-210	Мергели, известняки					
		Сеноманский	K <sub>2</sub> с		200-350	Известняки массивные, мергели					
Нижний	Враконский альбский	K <sub>1</sub> гa1		230-500	Известняки массивные, мергели, глины песчаные, песчаники, алевролиты	Основной водоносный горизонт бассейна. Напорные воды без самозлиба в известняках апт-альба. Удельные дебиты скважин 0,9-10 л/с, М 0,6-1,4 г/л					
							Аптский	K <sub>1</sub> a		260-490	Известняки мергелистые, доломиты, мергели
Барремский	K <sub>1</sub> br		230	Известняки массивные, мергели зелено-бато-серые, конгломераты							
	Готеривский-Валанжинский	K <sub>1</sub> h-v		200	Известняки мергелистые и доломитизированные мергели						

Рис. 10. Сводная гидрогеологическая колонка бассейна Возвышенных равнин Константины

доносных комплекса: нижнемеловой, верхнемеловой, палеоценовый, мио-плиоценовый.

Водоносный комплекс нижнего мела заключен в толще известняков с подчиненными прослоями глин и мергелей. Он пользуется широким распространением и на участках бурения вскрыт на глубине от 29 до 90 м под глинистыми водоупорными отложениями четвертичного и мио-плиоценового возраста. По данным

упомянутых выше геофизических исследований, породы комплекса в пределах рассматриваемого района залегают на различных глубинах под покровом более молодых образований.

Различие в гипсометрии их кровли обуславливается наличием разломов, по которым известняки нижнего мела оказались разбитыми на отдельные блоки и смещенными по вертикали относительно друг друга. Амплитуда подобных перемещений изменяется в пределах 50—150 м. Отмеченные особенности микротектоники определяют гидрогеологическую обстановку района и служат важным фактором при выборе участков, перспективных для разведки подземных вод с сооружением водозаборов.

Разведочно-эксплуатационные скважины (5—9 и 54), заложенные на участках относительно неглубокого залегания известняков нижнего мела, вскрыли в них трещинные напорные воды со статическими уровнями на 15,65—33,1 м ниже поверхности земли. В скв. 55 статический уровень воды перед откачкой был на 1,75 м ниже устья. На некоторых участках при отсутствии выдержанного водоупора воды нижнего мела и мио-плиоцена образуют единый водоносный комплекс.

Основные сведения по скважинам, вскрывшим нижнемеловой водоносный комплекс, приведены в табл. 4.

Таблица 4

*Характеристика водоносности нижнемелового комплекса*

Номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного комплекса, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с	Минерализация, г/л
5	105	32,3—105,1	—15,65	12	66	5,5	0,608
6	93,35	29—93,35	—19,4	7,6	70	9,2	0,742
8	302,7	80—295	—18,4	24,5	30	1,2	0,826
9	300	90—300	—33,1	19,6	18,9	0,9	0,794
54	406	282—406	—27,3	30	19,6	0,66	1,4
55	233,6	67,5—233,6	—1,75	17,7	76	4,25	0,84—1,1

Неравномерная обводненность известняков нижнего мела связана с разной степенью их трещиноватости. Сква. 5 и 6, имеющие максимальные дебиты, расположены поблизости от зон тектонических разломов и вскрывают наиболее разрушенные и трещиноватые породы. Сква. 8 и 9 наибольшую трещиноватость обнаружили в верхней части нижнемеловых известняков, с глубиной она затухает, чем и объясняется меньшая обводненность комплекса. Повышение водообильности и напор скв. 55 частично могут быть объяснены совместным опробованием двух водоносных горизонтов — нижнемелового и мио-плиоценового.

Водоносный комплекс нижнего мела при сравнительно неглубоком залегании и относительно хорошей связи с поверхностью со-

держит пресные воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, обводнения и орошения сельскохозяйственных угодий. По составу они преимущественно гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-магниевые. Иногда в них содержится повышенное количество сульфатов и натрия.

Питание нижнемелового водоносного комплекса происходит как на участках выхода пород этого возраста в виде антиклинальных складок внутри равнины, так и на ее периферии, где породы нижнего мела обрамляют территорию всего артезианского бассейна. Поток подземных вод в отложениях нижнего мела направляется в основном с запада на восток в сторону местных понижений, занятых шоттами, где возможно происходит частичная его разгрузка.

Водоносный комплекс верхнего мела распространен преимущественно на окраинах бассейна, например в районе пос. Монткальм, где он сложен в основном мергелями с подчиненными прослоями известняков, отличающихся плохими коллекторскими свойствами. При бурении скважин этот и находящийся палеоценовый горизонты ввиду малой водообильности не привлекли к себе внимания и характеризуются по данным маршрутной гидрогеологической съемки.

Редкие источники, приуроченные чаще всего к известнякам верхнего мела, как правило, малодобитные (0,1—0,2 л/с). Исключение составляют отдельные выходы подземных вод с дебитами 0,5—1 л/с. Вода источников пресная, общая минерализация преимущественно до 1 г/л.

Водоносный горизонт палеоцена связан с известняками ипрского яруса, развитыми на небольшом протяжении в северо-восточной части района. Среди источников, приуроченных к известнякам ипра, имеются довольно крупные (до 15 л/с), например источник Буту-Кваш, расположенный в 1,7 км севернее пос. Монткальм. Вода источников пресная, общая минерализация около 1 г/л, используется для водоснабжения и орошения.

Водоносный комплекс мио-плиоцена вскрыт отдельными шахтными колодцами и скважинами на участках пос. Руже де Лиль, Зана и в других местах. Водосодержащие породы — брекчии, известняки, песчаники и конгломераты. Глубина их залегания, по данным скважин и отдельных колодцев, изменяется преимущественно от 25 до 140 м. Воды напорные. Статический уровень часто зависит от гипсометрии поверхности и колеблется от 10—20 м ниже поверхности до самоизлива. В скв. 55 водоносный горизонт был вскрыт в интервале 9—62,5 м.

Воды мио-плиоцена отличаются повышенным содержанием водорастворимых солей, достигающим 7—10 г/л. Возрастание минерализации происходит в восточном направлении по мере приближения к шотту Тинзилът. Западнее в горизонте воды более пресные. По данным скв. 55, общая минерализация вод мио-плиоцена составляет 1,65 г/л.

Положительный опыт бурения первых разведочно-эксплуатационных скважин на нижнемеловой и частично мио-плиоценовый водоносные комплексы позволяет рассчитывать на существенное повышение водообеспеченности всей территории равнины за счет более широкой разведки и использования вод этих комплексов.

### *Артезианские бассейны межгорных равнин Западного Телля*

Таких бассейнов (относительно больших размеров) мы выделяем три — Северо-Тлемсенский (11), Бель-Аббесский (12) и Маскаринский (13). Границы их с севера и юга общие. Это соответствующие склоны северной и южной ветвей горных сооружений Западного Телля. Они разъединены отрогами окружающих хребтов. Равнины Северо-Тлемсенского бассейна открыты на запад в сторону Марокко, где они сливаются с обширной равниной Ангад. Равнина Маскары (Эгрис) на востоке ограничивается склонами массива Уарсенис.

Как отмечает О. Бернар, в Западном Телле, как и в Восточном, площади, занимаемые межгорными равнинами, в плиоценовое время представляли собой впадины, занятые озерами. В пределах Северо-Тлемсенского артезианского бассейна таких озер, а впоследствии равнин оказалось несколько, причем они не имеют между собой сколько-нибудь значительных внешних барьеров. К наиболее крупным относятся равнины Госельс и Абделис, куда стекают с Тлемсенских гор поверхностные водотоки, питающие подземные воды.

О геологическом строении Северо-Тлемсенского бассейна можно судить по данным бурения на соседней Ангадской равнине, где скважинами вскрыта мощная толща четвертичных аллювиальных и изверженных пород, залегающих на плиоценовых озерных (распространенных спорадически) и миоценовых морских (тортонская трансгрессия) отложениях. Последние представлены голубоватыми глинами, залегающими на доломитах лейаса.

Подземные воды, наиболее обильные и широко используемые, заключены в четвертичных аллювиальных галечниках, где они образуют широкий грунтовый поток, направленный в сторону равнины Марнии (западная окраина Северо-Тлемсенского бассейна). Грунтовые воды эксплуатируются сотнями колодцев глубиной от 8 до 40 м и несколькими скважинами. Одна из скважин дает до 125 м<sup>3</sup>/ч (около 35 л/с). Воды повсеместно хорошего качества с минерализацией менее 1 г/л. У подножий горных хребтов, окружающих равнину, известны многочисленные пресные родники. О водоносности плиоценовых и миоценовых отложений бассейна достоверных сведений не имеется. Воды нижнеюрского горизонта, продолжающегося с территории Марокко в сторону Северо-Тлемсенского бассейна, пока также здесь не вскрыты.

В Бель-Аббесском и Маскаринском артезианских бассейнах гидрогеологические условия в общем такие же, как в Северо-Тлемсенском. Основной водоносный горизонт, широко используе-

мый при помощи многочисленных колодцев и скважин, заключен в четвертичных аллювиальных и пролювиальных (конусы выноса) отложениях. На некоторых участках этот горизонт обладает напором, а скважины, захватывающие воду в нем, самоизливаются. По окраинам бассейна у подножия горных склонов наблюдаются водообильные источники.

Протекающая через Бель-Аббесскую равнину река Меккера (приток Макты), в питании которой значительное участие принимают подземные воды, имеет постоянный водоток. На Меккере и ее притоке Сарно построены крупные плотины и водохранилища, существенно повышающие водообеспеченность всего района, являющегося одним из наиболее благоприятных по климату в Алжире.

## Третья зона

### АРТЕЗИАНСКИЕ БАССЕЙНЫ ВЫСОКИХ РАВНИН

Высокие равнины — крупная геоморфологическая область Северо-Западной Африки, начинающаяся на территории Марокко и захватывающая почти всю среднюю часть Алжирского Атласа, — около 100 000 км<sup>2</sup>. Простираясь между Телльским и Сахарским Атласом со средним уклоном поверхности около 0,001, они, по М. Готье (1952), образуют широкий водоток, направленный с запад-юго-запада на восток-северо-восток. Эта обобщенная характеристика М. Готье не мешает, однако, обнаружить существенные различия между отдельными участками Высоких равнин и разделить их по крайней мере на три относительно самостоятельных гидрогеологических района — Западный, Центральный и Восточный.

В основу такого деления положены следующие критерии: 1) географические — разное строение поверхности; 2) гидрологические — в каждом районе свои бассейны внутреннего стока; 3) геолого-структурные — преобладание разных по возрасту геологических образований; 4) гидрогеологические — разновозрастность основных водоносных горизонтов, что дает основание выделить в каждом районе самостоятельные артезианские бассейны. Перечисленным критериям соответствует, по нашему мнению, предлагаемая сжатая характеристика каждого из трех выделенных районов.

**Западный.** В рельефе господствуют степные пространства и платообразные возвышенности, в геологическом разрезе — юрские отложения. Главным бассейном внутреннего стока является котловина шотта Шерги, второстепенным — шотт Гарби. Все уэды принадлежат только этим бассейнам стока. Среди водоносных комплексов самым продуктивным является среднеюрский (ааленбат-байос).

**Центральный.** В рельефе наряду с плато и степными формами развиты короткие горные цепи типа антиклинальных подня-

тий с меловыми ядрами и крайне редко — с юрскими. Юрские породы обнажаются только на западе района, большая же часть его сложена меловыми и более молодыми породами. Бассейнами внутреннего стока являются шотты Захрез-Гарби и Захрез-Шерги. Основной уэд Туиль, прорезающий весь район, является притоком р. Шелифф, принадлежащей Средиземноморскому бассейну. Среди водоносных комплексов самым производительным является нижнемеловой (баррем-альбский) — содержит свыше 70% подсчитанных ориентировочно эксплуатационных запасов подземных вод района.

Восточный. В рельефе господствует равнина, слегка наклоненная от горного обрамления к центру котловины, занятой шоттом Ходна, представляющим единственный бассейн стока. Котловина с поверхности целиком выполнена отложениями мио-плиоцена, которые вмещают главный для всего района водоносный комплекс.

Таким образом, кроме внешних различий выделенные районы третьей зоны в направлении с юго-запада на северо-восток «омолаживаются» с точки зрения как геологического строения поверхности, так и приуроченности основных водоносных комплексов к геологическому разрезу.

### *Артезианский бассейн Шерги*

Территория артезианского бассейна, которому присваивается наименование наиболее известного в этом районе природного элемента — шотта Шерги, охватывает два бассейна внутреннего стока — шоттов Шерги и Гарби, расположенных между южной ветвью Западного Телля (горы Саида, Дайа) и западной частью Сахарского Атласа (горы Ксур и частично Амур). Западная граница бассейна открыта в сторону Марокко, восточная проводится условно по меридиану юрского плато Тага, сток с которого (правда, очень небольшой) направлен преимущественно к востоку, в пределы центральной части Высоких равнин. Площадь бассейна около 40 000 км<sup>2</sup>.

Поверхность, как уже отмечалось, в значительной части представляет собой степь (рис. 11), полого наклоненную в сторону котловин — плоских пространств, занятых шоттами. Площадь расположенного здесь самого большого шотта Алжира — Шерги составляет 2000 км<sup>2</sup>. Отметка его поверхности — 985 м. К северу степное пространство, постепенно возвышаясь, переходит в отроги гор Саида и Дайа, имеющие здесь в полосе, примыкающей к границе между Высокими равнинами и горно-складчатым Западным Теллем, абсолютные отметки порядка 1200—1800 м. С юга равнину обрезают крутые склоны гор Сахарского Атласа. Выровненный характер рельефа связан с накоплением мощных толщ континентальных отложений на территории, не испытавшей в альпийское время крупных орогенических движений. В районе развиты карстовые формы рельефа. Территория района занята только кус-



Рис. 11. Степи северной окраины бассейна Шерги. Геофизическая разведка водоносных горизонтов

тарниковой и травянистой растительностью, среди которой широко распространена дикорастущая альфа. Основное занятие населения, ведущего преимущественно кочевой образ жизни, — скотоводство и заготовка альфы, являющейся ценным сырьем для бумажной промышленности.

Водообеспеченность района крайне слабая. В шоттах вода соленая, но и они редко бывают обводнены. Большую часть времени года поверхность шоттов сохраняет только влажность. (Здесь уместно пояснить, что собственно шоттом называется безводная, засоленная площадь котловины. Если же котловина постоянно заполнена водой, разумеется соленой, то для нее существует более точное название — себха.) В районе отсутствуют сколько-нибудь значительные по стоку уэды. Среднегодовое количество осадков составляет 280 мм. Величина испарения в несколько раз превышает осадки, что подчеркивает высокую аридность климата. Основным источником водоснабжения разреженного населения и водопоя многочисленного скота являются подземные воды.

Геологическое строение района, особенно бассейна шотта Шерги, за последние два десятилетия усиленно изучалось в связи с поисками и разведкой подземных вод — главного источника обеспечения жизнедеятельности человека в этих пустынных местах. Геологии и гидрогеологии бассейна посвящен ряд работ М. Готье, А. Корне, А. Клэра и др. В 1967—1970 гг. на территории бассейна проводились разведочно-гидрогеологические работы с участием советских специалистов Гипроводхоза. Они завершили

лись сооружением новых водозаборов, обеспечивающих подземной водой отгонные и прогонные пастбища скота.

По данным выполненных в разное время исследований артезианский бассейн Шарги в структурном отношении представляет собой асимметричную синклиналь с пологим северным и крутым южным склонами (ограничен Северо-Атласским сбросом), выполненную отложениями мезо-кайнозоя. Геологический разрез района начинается с отложений нижней юры, залегающих на пестроцветных соленосных и гипсоносных породах триаса, которые в пределах района не обнажаются и вскрыты лишь скважинами. Нижняя юра представлена пестроцветными загипсованными глинами, слитными песчаниками с прослоями базальта и туфа. Ориентировочная мощность нижнеюрских отложений 90—120 м. В среднеюрских отложениях отчетливо выделяются две толщи: нижняя доломитовая и верхняя мергельно-известняковая. Среди доломитовой толщи встречаются небольшие прослои известняков, мергелей, песчаников и глин. Нижнюю часть мергельно-известняковой толщи слагают преимущественно известняки, верхнюю — мергели. Мощность доломитовой толщи до 126 м, на размытых участках — 40—60 м, мергельно-известняковой — до 150 м. Известняки и доломиты средней юры в обнажениях часто закарстованы и отличаются системой открытых крутопадающих трещин, ориентированных преимущественно в субширотном направлении.

Отложения верхней юры (развитые главным образом на южном крыле синклинали) представлены глинистыми песчаниками (лузитан), глинами и известняками (кимеридж), песчаниками (портланд).

Меловые отложения распространены также преимущественно на южном крыле и состоят из песчаников и известняков валанжина, известняков готерива, песчаников баррем-альба, глин и мергелей сеномана и турона, известняков и мергелей сенона. Последние сильно трещиноваты, распространены на северо-востоке района, трансгрессивно залегаая на размытой поверхности юрских отложений.

Палеоген-неогеновые породы континентального происхождения представлены комплексом грубообломочных накоплений, глинами и озерными известняками. Мощность их чрезвычайно изменчива, достигая на северных и восточных участках района 150—200 м.

Завершается геологический разрез бассейна Шарги комплексом современных образований, представленных известковой коркой мощностью до 20 м, спорадически распространенными озерными известняками и аллювием временных водотоков.

Бурением гидрогеологических скважин на северном крыле (плато Ассасна) было установлено выпадение из разреза ряда ярусов юры и мела, поэтому невозможно привести обобщенную суммарную мощность мезо-кайнозойских отложений. В самом общем виде можно сказать, что мощность этих отложений на северном крыле измеряется сотнями метров с тенденцией повышения

от котловины шотта Шерги на запад, юг и северо-восток. На южном крыле она составляет несколько тысяч метров.

Сформировавшиеся отложения мезо-кайнозоя смяты в пологие складки без явно видимых разрывных дислокаций, лишь на севере и северо-западе района наблюдается ряд нарушений сбросового типа, которыми породы разбиты на отдельные блоки.

Подземные воды бассейна шотта Шерги описаны наиболее подробно М. Готье (Gautier, 1952, 1953) и А. Клэром (Clair, 1952, 1956). Кроме того, по самому западному участку описываемого бассейна имеются сведения в сборнике «Гидрогеология Марокко» (1955).

Основой для составления приводимой ниже характеристики подземных вод артезианского бассейна Шерги послужили труды названных выше исследователей и материалы бурения гидрогеологических скважин.

Центральное положение на территории бассейна, его осевую пониженную часть занимает шотт Шерги, являющийся, по Готье, областью разгрузки подземных вод бассейна, которая осуществляется главным образом путем испарения с водной поверхности шотта и лишь частично через источники. По описанию М. Готье (Gautier, 1953), термальные источники расположены по краям депрессии, наиболее значительные из них на северном берегу и имеют ярко выраженный артезианский характер. Воды этих источников быстро испаряются, образуя маленькие «островки» из отложений солей. М. Готье подсчитано, что в год выносятся и отлагается источниками около 65 т солей.

Здесь насчитывается пять основных, наиболее крупных источников: Скуна, Крейдер, Тидд, Саус и Суан. Самым крупным является источник Скуна, его расход составляет 500 л/с, температура воды 31°С, он приурочен к сенонским известнякам, которые здесь дренируют аален-батский горизонт. Источник образует небольшое озеро с теплой водой (рис. 12). Второй по величине дебита источник Крейдер дает до 100 л/с. Общий расход всех источников, расположенных по краям шотта Шерги, равен 1 м<sup>3</sup>/с. Всего согласно балансовым расчетам М. Готье здесь разгружается до 15 м<sup>3</sup>/с подземной воды (преимущественно путем испарения с поверхности шотта).

Сведения о химическом составе вод основных источников шотта Шерги приведены в табл. 5.

Предпринятые по проекту М. Готье обширные разведочно-гидрогеологические работы с целью захвата испаряющейся воды и направления ее для орошения земель Оранских долин оказались практически безрезультатными, но позволили детально изучить геологическое строение и гидрогеологические условия центральной части бассейна. Данные исследований подробно описаны А. Клэром (Clair, 1956), откуда заимствованы приводимые здесь гидрогеологические сведения.

Выделяется пять водоносных толщ: доломиты аалена-бата; песчаники верхней юры (на юге); глинистые песчаники баррем-

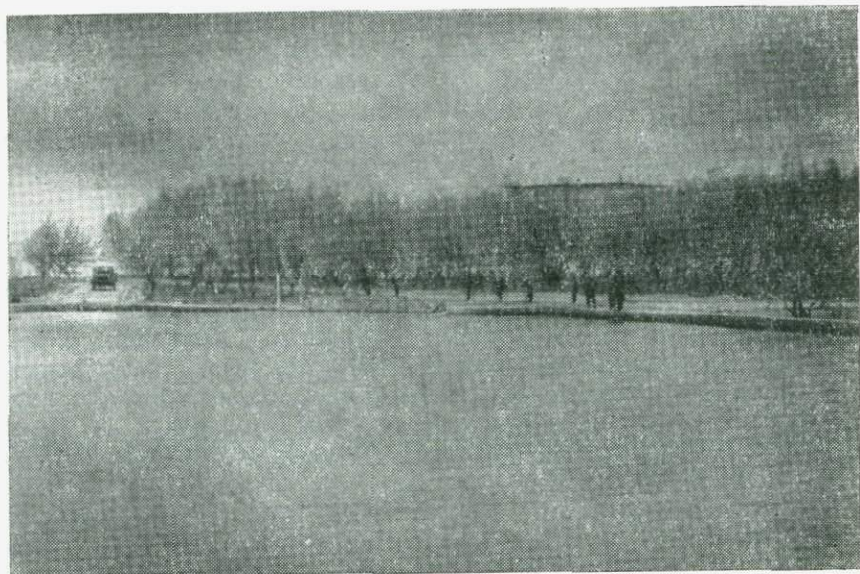


Рис. 12. Теплое озеро, образованное источником Скуна

альба; известняки сенона; несколько известняковых или грубозернистых песчаных прослоев в нерасчлененных кайнозойских отложениях шотта.

Таблица 5

*Химический состав воды источников бассейна Шерги*

Название источника	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Скуна	0,195	0,055	0,185	0,4	0,43	0,122	M1,4 $\frac{Cl\ 51\ SO_4\ 40}{Ca\ 42\ Na\ 38\ Mg\ 20}$
	8,48	4,52	9,23	11,28	8,95	2	
	38	20	42	51	40	9	
Крей-дер	—	—	—	0,084	0,115	0,117	M0,6 $\frac{SO_4\ 36\ Cl\ 36\ HCO_3\ 29}{—}$
	—	—	—	2,37	2,39	1,92	
	—	—	—	35	36	29	
Тидд	0,275	0,072	0,195	0,5	0,56	0,112	M1,6 $\frac{Cl\ 51\ SO_4\ 42}{Na\ 43\ Ca\ 35\ Mg\ 21}$
	11,96	5,92	9,73	14,1	11,66	1,84	
	43	22	35	51	42,8	7	
Саус	0,130	0,055	0,215	0,32	0,49	0,102	M1,3 $\frac{SO_4\ 49\ Cl\ 43}{Ca\ 51\ Na\ 27\ Mg\ 22}$
	5,65	4,52	10,73	9,03	10,2	1,67	
	27	22	51	43	49	8	
Суан	0,473	0,16	0,367	0,74	1,45	0,061	M3,3 $\frac{SO_4\ 58\ Cl\ 40}{Na\ 40\ Ca\ 35\ Mg\ 25}$
	20,57	13,16	18,31	20,87	30,2	1	
	40	25	35	40	58	2	

Распространенные на всей территории депрессии аален-батские доломиты содержат мощный напорный водоносный горизонт. Область питания горизонта — окружающие депрессию горные массивы, область разгрузки — сама депрессия, где происходит переток воды в сенонские известняки, залегающие в дне депрессии в виде изолированных шапок на размытой поверхности юрских отложений. Воды пресные или маломинерализованные, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Более подробно аален-батский водоносный горизонт будет охарактеризован ниже по результатам бурения разведочно-эксплуатационных скважин в 1967—1969 гг.

В песчаниках верхней юры содержатся минерализованные воды, не представляющие практического интереса. Глинистые песчаники баррем-альба слабо водообильны, содержат хлоридно-сульфатные воды с общей минерализацией 2—3 г/л.

В известняках сенона, распространенных островками, встречаются те же воды, что и в аален-батском горизонте, откуда они и приходят в сенонские отложения. По составу они аналогичны аален-батским (табл. 6).

Таблица 6

Химический состав подземных вод сенонского горизонта в бассейне шотта Шерги

Номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Ф-20	0,205	0,06	0,2	0,44	0,46	0,112	M1,5 $\frac{Cl\ 52\ SO_4\ 40}{Ca\ 42\ Na\ 37\ Mg\ 21}$
	8,92	4,93	9,98	12,41	9,58	1,84	
	37	21	42	52	40	8	
Ф-19	0,17	0,06	0,2	0,4	0,45	0,102	M1,4 $\frac{Cl\ 51\ SO_4\ 42}{Ca\ 44\ Na\ 33\ Mg\ 22}$
	7,39	4,93	9,98	11,28	9,37	1,67	
	33	22	45	51	42	78	
Н-4	0,196	0,058	0,175	0,4	0,42	0,122	M1,4 $\frac{Cl\ 51\ SO_4\ 40}{Ca\ 39\ Na\ 39\ Mg\ 22}$
	8,53	4,77	8,73	11,28	8,74	2,0	
	39	22	39	52	40	9	
Ф-17	0,124	0,042	0,098	0,267	0,195	0,132	M0,9 $\frac{Cl\ 55\ SO_4\ 29\ HCO_3\ 16}{Na\ 39\ Ca\ 36\ Mg\ 25}$
	5,39	3,45	4,89	7,53	4,06	2,16	
	39	25	36	55	29	16	

В кайнозойских отложениях воды встречаются в озерных известняках, в песчаных и конгломератовидных прослоях. По составу воды пестрые — от пресных до соленых в зависимости от литологии водовмещающих пород.

По материалам бурения гидрогеологических скважин (1967—1970 гг.) на плато Ассасна геологический разрез образуют породы юрского (юра как и всюду в бассейне залегает на пестроцветном

триасе), палеогенового, неогенового и четвертичного возраста. Наиболее широко распространены отложения юры, в том числе среднеюрские карбонатные породы, с которыми связан самый водообильный горизонт бассейна. Сравнительно слабо обводнены озерные известняки и грубообломочные отложения низов палеогена и неогена, воды которых могут представить некоторый практический интерес лишь на участках отрицательных структур. Все шесть скважин по данным предварительных геофизических исследований бурились на аален-батский горизонт, что позволяет дать достаточно полную характеристику его в этом районе.

В западной части района, где доломитовая толща и перекрывающие ее известняки средней юры выходят на поверхность, они содержат грунтовые воды. По мере движения на восток в связи с погружением водосодержащих отложений средней юры под относительно водоупорную мергельно-известняковую свиту средней юры и глинистые отложения палеогена-неогена подземные воды приобретают напорный характер. На большей части территории статический уровень их устанавливается на глубине более 100 м, лишь на отдельных участках менее 80 м (табл. 7).

Таблица 7

*Характеристика водоносности аален-батских отложений на плато Ассасна*

Номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного комплекса, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с
36	283,7	97—193	96,97	—	11,53
37	163	—	72,8	17	0,25
38	202,5	85—190	85	15	0,7
39	263,3	133—226	120	10	3,5
40	321,5	135—273	68,1	71,9	3,0
41	330,15	156—320	80,4	9,6	17,3

Как видно из табл. 7, практически ценные результаты получены по четырем скважинам (36, 39—41), суммарный дебит которых составил примерно 36 л/с, остальные две скважины (37, 38) вскрыли слабо водоносные отложения той же средней юры (рис. 13). Воды повсеместно пресные, преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-натриевые (табл. 8).

Низкое положение статического уровня вод этой толщи обусловлено значительной приподнятостью плато Ассасна над областями дренирования. Установлено, что карбонатная толща средней юры характеризуется различной степенью обводненности, зависящей от интенсивности трещиноватости и закарстованности пород. Геофизическими исследованиями обнаружены зоны трещи-



Рис. 13. Головное сооружение (накопительный бассейн) у скв. 41 на плато Ассасна

Таблица 8

*Химический состав воды аален-батского горизонта в бассейне Шерги  
(по данным бурения скважин в 1967—1969 гг.)*

Номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
36	0,044 1,905 20	0,052 4,26 43	0,073 3,633 37	0,081 2,276 23	0,036 1,782 18	0,351 5,76 59	M0,7 $\frac{\text{HCO}_3\ 59\ \text{Cl}\ 23\ \text{SO}_4\ 18}{\text{Mg}\ 44\ \text{Ca}\ 37\ \text{Na}\ 20}$
38	0,187 8,11 50	0,047 3,849 24	0,084 4,177 26	0,302 8,51 53	0,071 1,474 9	0,376 6,16 38	M1,1 $\frac{\text{Cl}\ 53\ \text{HCO}_3\ 38}{\text{Na}\ 50\ \text{Ca}\ 26\ \text{Mg}\ 24}$
39	0,048 2,07 17	0,053 4,334 35	0,117 5,83 48	0,081 2,282 19	0,183 3,81 31	0,376 6,16 50	M0,9 $\frac{\text{HCO}_3\ 50\ \text{SO}_4\ 31\ \text{Cl}\ 19}{\text{Ca}\ 48\ \text{Mg}\ 35\ \text{Na}\ 17}$
40	0,01 0,422 6	0,032 2,615 37	0,083 4,117 58	0,058 1,639 23	0,049 1,028 14	0,273 4,48 63	M0,5 $\frac{\text{HCO}_3\ 63\ \text{Cl}\ 23\ \text{SO}_4\ 14}{\text{Ca}\ 58\ \text{Mg}\ 37}$
41	0,039 1,701 18	0,054 4,466 46	0,069 3,433 36	0,073 2,048 21	0,105 2,19 23	0,327 5,36 56	M0,7 $\frac{\text{HCO}_3\ 56\ \text{SO}_4\ 23\ \text{Cl}\ 21}{\text{Mg}\ 46\ \text{Ca}\ 36\ \text{Na}\ 18}$

новатости, которые имеют преимущественно широтное направление, совпадают с простираем господствующих геологических структур и в большинстве своем тяготеют к разломам и крыльям положительных структур. К зонам трещиноватости приурочено наиболее активное движение подземных вод, и они определяют общее направление подземного стока. На этих участках возможна взаимосвязь отдельных водоносных комплексов.

Артезианский бассейн Шерги, по нашему мнению, обладает достаточно большими ресурсами подземных вод, чтобы его можно было признать одним из перспективных для дальнейшего всестороннего и детального изучения. Кроме средне-верхнеюрских водоносных комплексов здесь возможно вскрытие достаточно больших водопритоков в верхне- и нижнемеловых отложениях, имеющих обширные области питания на северных склонах Сахарского Атласа.

### *Шеллалинский артезианский бассейн*

Границы бассейна на западе и востоке общие соответственно с бассейнами Шерги и Ходна. На севере и на юге эти границы соответствуют склонам Тельского и Сахарского Атласа. Площадь района около 30 000 км<sup>2</sup>. Поверхность, как указывалось выше, характеризуется сочетанием типично степных и горных участков. В северной части бассейна раскинулось обширное плато Серсу, северный борт которого круто обрывается в долину р. Нахр-Уассель, а южный полого спускается к центру, где сливается с равниной, примыкающей к цепи невысоких хребтов, вытянутых в общем субширотном направлении. На поверхности плато Серсу множество блюдцеобразных понижений — «дайа», играющих важную роль в гидрогеологии этой части бассейна. Западную часть района занимает отчетливо выделяющееся в рельефе плато Тага с вершинами до 1500 м, интенсивно расчлененное временными водотоками преимущественно восточного направления.

В центральной части района выделяется цепь невысоких хребтов — Джебель-Надор, Шеллала и Айн-Усера, которые делят весь район на две примерно равные части — северную и южную. По наиболее значительному из хребтов — Шеллала (отметка свыше 1300 м) и одноименному названию административного центра района мы предлагаем называть и приуроченный к этому гидрогеологическому району артезианский бассейн.

Примечательной особенностью поверхности территории, свойственной зоне Высоких равнин вообще, являются впадины, занятые шоттами Захрез-Гарби и Захрез-Шерги: они представляют бассейны внутреннего стока и имеют здесь весьма ограниченные размеры, так как зажаты (особенно Захрез-Шерги) между горной цепью Себа-Рус с севера и отрогами Сахарского Атласа с юга.

Отмечая разнообразие рельефа, вызванное наличием горных цепей и впадин, подчеркнем, однако, что большую часть территории района занимают равнины, в различной степени на разных

участках всхолмленные и имеющие общий наклон в северо-восточном направлении со снижением абсолютных отметок от 800—900 до 650—700 м.

Поверхностные водоисточники крайне ограничены. Река Туиль большую часть года не имеет воды. Вторая река — Нахр-Уасель — также имеет непостоянный водоток, хотя и более продолжительный по времени, чем Туиль, за счет питания со стороны горного массива Варсенис.

По количеству осадков (250—300 мм) большая часть территории относится к полуаридной зоне со значительным дефицитом влажности. В связи с безводностью район заселен крайне неравномерно. Вблизи источников подземных вод располагаются населенные пункты с несколькими тысячами жителей. Основную часть жителей до последнего времени составляли кочевники и скотоводы. Через район осенью и весной перегоняют на сахарские пастбища и обратно до 300 тыс. овец ежедневно. Ранее они мгновенно опустошали скудный травяной покров, тысячами гибли от бескормицы и особенно от недостатка воды.

С целью развития экономики района по просьбе Алжирского правительства советские специалисты Гипроводхоза провели здесь в 1964—1965 и 1969—1971 гг. изыскания подземных вод для орошения площадей выращивания страховых запасов кормов и продовольственных культур, обводнения отгонных и прогонных пастбищ. В ходе этих исследований накоплен обширный фактический материал по геологии и гидрогеологии района. Этот материал, а также данные предыдущих исследований послужили основой для более подробной (по сравнению с другими районами) геолого-гидрогеологической характеристики Шеллалинского артезианского бассейна.

В основании геологического разреза залегают пестроцветные глины, сланцы, известняки и гипсы триаса. В ряде мест эти породы выходят в куполах диапировых складок на поверхность. Выше залегают юрские преимущественно карбонатные породы общей мощностью 1400—1800 м. Отложения средней и верхней юры на территории бассейна детально расчленены по ярусам, нижеюрские — нерасчлененные. Перекрывают юрские меловые отложения общей мощностью 2000—3000 м. Они представлены преимущественно: в валанжине и готериве известняками, в барреме, апте и альбе — песчаниками, в ярусах верхнего мела переслаивающимися мергелями, доломитами, известняками, реже песчаниками. Среди отложений неогена преобладают мергели, кремнистые известняки, песчаники общей мощностью до 1000 м. Песчаники разнотерраинные, переслаивающиеся с мергелями, реже с глинами и известняками, на поверхности часто наблюдается известковая корка. Общая мощность пород неогена до 600 м. Четвертичные отложения состоят из песков, суглинков, галечников общей мощностью до 50 м.

Тектоника района очень сложная. Отмечается чередование относительно спокойных складок с резкими дизъюнктивными нару-

шениями со смещением пластов на несколько сотен метров. Участки горизонтального залегания пластов осложнены антиклиналями с разорванными крыльями, встречаются глубоко опущенные блоки. В качестве общего явления наблюдаются резкая смена и уменьшение мощностей отложений в направлении с юга на север. Например, отложения титона в Сахарском Атласе представлены песчаниками, в антиклинальных структурах Джебель-Надор и Шеллала — известняками с доломитами. Мощность отложений валанжина и готерива в Сахарском Атласе 1200 м, в центральной части района 200—250 м.

Эти особенности тектоники и фациальной разнородности существенно усложняют гидрогеологические условия района. Одно лишь наличие антиклинальных структур в центре района делит Шеллалинский артезианский бассейн на две крупные части — северную и южную, которые не изолированы друг от друга, но составляющие бассейн водоносные горизонты имеют между собой затрудненную связь. Северная и южная части района условно могут рассматриваться как артезианские бассейны второго порядка, но в этом, по нашему мнению, нет необходимости, учитывая современный уровень гидрогеологической изученности района в целом.

Подземные воды описываемого гидрогеологического района являются главным источником хозяйственного и питьевого водоснабжения, обеспечивающим в определенных, весьма ограниченных пределах население. Здесь издавна, кроме естественных источников, использовались грунтовые колодцы, часто глубиной свыше 50 м. И поныне «ветряк» над глубоким трубчатым колодцем является здесь неотъемлемой принадлежностью ландшафта (рис. 14).

В соответствии с детальностью стратиграфического расчленения геологического разреза и состоянием изученности гидрогеологических условий в районе выделено 12 водоносных комплексов и горизонтов, приуроченных к отложениям: 1) келловей-оксфорда, 2) кимериджа, 3) титона, 4) валанжина-готерива, 5) баррема-альба, 6) турона, 7) олигоцен, 8) миоцена, 9) плиоцен-древнетчетвертичным, 10) среднетчетвертичным аллювиально-озерным, 11) среднетчетвертичным + современным аллювиально-озерным, 12) современному аллювию р. Туиль.

Воды четырех верхних горизонтов — пестрые по минерализации (от пресных с минерализацией до 1 г/л до солоноватых с минерализацией 7—10 г/л). Водообильность их, кроме грунтовых вод в современном аллювии р. Туиль, невелика и неравномерна. Среди коренных отложений наибольшей водообильностью на всей площади отличаются горизонты баррема-альба, кимериджа и титона, содержащие, как правило, воды хорошего качества (табл. 9).

Ниже приводится краткая характеристика выделенных комплексов и горизонтов (рис. 15).

Подземные воды в отложениях келловейского и оксфордского ярусов. Отложения этих ярусов обнажа-



Рис. 14. Водоподъемник («ветряк») над трубчатым колодезем близ Шеллалы

ются здесь лишь на небольших участках в ядрах антиклинальных структур. Видимая мощность их не превышает 100—150 м, полная, по литературным данным, может достигать 500 м.

В ходе гидрогеологической съемки зарегистрировано несколько источников, приуроченных к отдельным невыдержанным прослоям известняков и песчаников, дебиты родников колеблются в широких пределах—от сотых долей до 1,6 л/с, преобладают до 0,1 л/с. Воды слабосоленоватые. По данным 11 анализов общая минерализация воды изменяется от 1,1 до 3,2 г/л. По химическому составу воды преимущественно хлоридно-сульфатные магниевонатриевые. На глубине воды комплекса имеют примерно ту же характеристику. По данным скв. 249 (пробурена в 1969—1970 гг.), водоносный прослой в песчаниках комплекса был вскрыт в интервале 126—147 м, статический уровень воды 71,5 м, удельный дебит при откачке 0,035 л/с. На контакте с отложениями триаса отмечаются термальные источники с дебитом до 5 л/с, температура до 25—28°С, общая минерализация 4—5 г/л.

Практическое значение келловей-оксфордских подземных вод небольшое ввиду их слабой обильности и неприятного солоноватого привкуса. Они используются местным населением главным образом для водопоя скота и лишь при отсутствии других источников для питьевых и хозяйственных нужд.

Кимериджский водоносный горизонт является одним из наиболее водообильных в районе. Породы кимериджа широко распространены в западной и центральной частях района. В обнажениях они представлены массивными, в различной степе-

Химический состав подземных вод основных продуктивных горизонтов Шеллалинского бассейна

Номер скважины	Ионный состав, мг/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
24	0,459	0,217	0,135	1,095	0,54	0,117	M2,6 $\frac{Cl\ 70\ SO_4\ 26}{Na\ 45\ Mg\ 40\ Ca\ 15}$
Аллювиальный	19,97	17,72	6,75	30,86	11,25	1,92	
	45	40	15	70	26	4	
37	0,084	0,071	0,086	0,123	0,243	0,32	M0,9 $\frac{HCO_3\ 38\ SO_4\ 37\ Ca\ 25}{Mg\ 42\ Ca\ 31\ Na\ 27}$
Баррем-альбский	3,65	5,84	4,28	3,46	5,06	5,25	
	27	42	31	25	37	38	
64	0,006	0,027	0,072	0,035	0,009	0,337	M0,5 $\frac{HCO_3\ 82\ Cl\ 15}{Ca\ 54\ Mg\ 33\ Na\ 13}$
Баррем-альбский	0,87	2,2	3,61	0,98	0,18	5,52	
	13	33	54	15	3	82	
42	0,226	0,062	0,078	0,287	0,28	0,295	M1,2 $\frac{Cl\ 43\ SO_4\ 31\ HCO_3\ 26}{Na\ 52\ Mg\ 27\ Ca\ 21}$
Титонский	9,82	5,07	3,89	8,09	5,84	4,84	
	52	27	21	43	31	26	
47	0,226	0,074	0,083	0,246	0,455	0,222	M1,3 $\frac{SO_4\ 47\ Cl\ 35\ HCO_3\ 18}{Na\ 49\ Mg\ 30\ Ca\ 21}$
Титонский	9,82	6,07	4,17	6,94	9,48	3,64	
	49	30	21	35	47	18	

Система	Ярус	Индекс геологического горизонта	Литологический разрез	Мощность, м	Описание пород	Гидрогеологическая характеристика
Четвертичная		N <sub>2</sub> 0 <sup>1</sup>		до 70	Пески, супеси, суглинки, галечники, конгломераты, глины	Грунтовые воды в нерасчлененных плиоцен-четвертичных отложениях. Удельные дебиты скважин 0,1-6,6 л/с, М 1,5-3 г/л
		N <sub>2</sub>		до 150	Глины с включением сипса и прослоями алевролитов	
Неогеновая		N <sub>1</sub>		900	Песчаники глинистые, слабосцементированные, пески, редко глины Переслаивание глин и песчаников	Грунтовые и напорные воды в прослоях песчаников. Удельные дебиты скважин до 1 л/с, М 0,6-2,5 г/л
	Палеогеновая	P <sub>3</sub>		150	Песчаники разнозернистые, мергели, известняки	Водоносность толщи не изучена
		P <sub>2</sub>		30-50	Глины	
Меловая	Туронский	K <sub>2t</sub>		100-160	Известняки, внизу с прослоями мергелей	Грунтовые и напорные воды в известняках турона. Дебиты источников до 70 л/с, удельные дебиты скважин до 7,5 л/с, М 0,75-2,35 г/л
	Сеноманский	K <sub>2c</sub>		160-180	Мергели с известняками и глинами	
	Альбский	K <sub>1al</sub>		200-500	Песчаники с прослоями глин и мергелей	Напорные воды в альбских песчаниках. Удельные дебиты 1,1-1,5 л/с. М до 2 г/л
	Аптский	K <sub>1a</sub>		250-300	Переслаивание глин, мергелей, известняков, песчаников	Слабоводопроницаемые отложения, для разведки не перспективны
	Барремский	K <sub>1br</sub>		400-800	Песчаники разнозернистые с прослоями глин, мергелей, известняков	Грунтовые и напорные воды в песчаниках баррема. Удельные дебиты скважин до 2 л/с, дебиты источников до 100 л/с, М 0,7-2,35 г/л
	Готеривский	K <sub>1g</sub>		700	Глины с прослоями известняков и мергелей	Отложения комплекса обводнены неравномерно, встречены источники с дебитом до 1 л/с, М 1-3 г/л
	Валанжинский	K <sub>1v</sub>			Известняки с прослоями мергелей и глин	
Юрская	Титонский	J <sub>3t</sub>		140-160	Известняки, мергели, доломиты, глины	Грунтовые и напорные воды в известняках и песчаниках. Расходы источников до 30 л/с, М до 1 г/л
	Кимериджский	J <sub>3km</sub>		250-400	Доломиты с прослоями мергелей, известняков	Грунтовые и напорные воды в трещиноватых доломитах. Расходы источников до 40-130 л/с, удельные дебиты скважин 1,7-30 л/с, М 0,6-1 г/л
	Келловей - Оксфордский	J <sub>3k+o</sub>		150-200	Переслаивание глин, мергелей, известняков	Отложения комплекса обводнены слабо, встречаются источники с расходом преимущественно 0,1 л/с, удельные дебиты скважин 0,035 л/с, М 0,5-3 г/л

Рис. 15. Сводная геолого-гидрогеологическая колонка Шелла тинского артезианского бассейна

ни трещиноватыми, а иногда и закарстованными кристаллическими доломитами, мощность которых изменяется от 150 м в западной части района до 300—350 м в горах Шеллала.

К доломитам приурочен обильный водоносный горизонт. Водопором для него служат внизу мергелистые отложения келловейского и оксфордского ярусов, сверху мергелистые пачки титона. В открытой части горизонт содержит грунтовые воды, в закрытой напорные, в обоих случаях — трещинно-карстовые.

На плато Тага грунтовые воды вскрываются колодцами глубиной не более 10 м и питают многочисленные нисходящие источники, расположенные на отметках 1300—1100 м. Дебиты их колеблются от сотых долей до 3—6 л/с. Особо выделяются источники Сифсилла (30 л/с) и Кросни (10—11 л/с).

Воды пресные, общая минерализация, по данным многочисленных анализов, изменяется от 0,2 до 1 л/с, в большинстве случаев составляя 0,4—0,7 г/л.

В пределах Шеллалинской горной цепи к кимериджскому водоносному горизонту приурочены две группы родников — северная и восточная. Северная состоит из девяти нисходящих родников, абсолютные отметки выходов которых закономерно понижаются с юга-запада на северо-восток от 1040 до 761 м. В этом же направлении общая минерализация воды возрастает от 0,3 до 1 г/л. Дебиты этих родников колеблются от сотых долей до 8,2 л/с и целиком зависят от совершенства каптажа. В восточной группе самым крупным является источник Зергин. Дебит его колеблется от 124 до 184 л/с (максимальный в июне — июле, минимальный в декабре — январе). Общая минерализация воды в течение года изменяется от 0,6 до 1 г/л, достигая максимальных значений также в середине лета. Родники и колодцы, берущие начало в кимериджском горизонте, снабжают пресной водой большую часть населения района, в том числе такой крупный пункт, как Ксар-Шеллала. Часть воды обильных источников, например Зергин, используется для орошения полей.

Титонский водоносный горизонт. Отложения титонского яруса широко развиты в районе и представлены известняками, песчаниками, доломитами и мергелями, по водопроницаемости весьма различными — от водообильных до водоупорных. Водоносность титонских отложений может быть охарактеризована по ряду источников и скважин. На юге в районе Сиди-Бу-Зидне имеется несколько водопунктов, приуроченных к песчаникам титона, обнажающимся на абсолютных отметках 1250—1350 м. О водообильности песчаников в этом районе можно судить по тому факту, что уэд Мелак на всем участке пересечения этих песчаников шириной около 2,5 км имеет постоянный водоток.

В пределах юрского плато Тага имеется несколько нисходящих родников с дебитами от 0,005 до 1,6 л/с, приуроченных к верхней части титона. Как правило, дебиты родников не превышают 0,2 л/с, исключение составляет родник Тага с дебитом 1,57 л/с. Воды пресные, общая минерализация не более 0,8 г/л. По химиче-

скому составу воды пестрые с преобладанием гидрокарбоната. Здесь же воды титона вскрыты колодцами глубиной до 10 м. Минерализация воды от 1,4 до 3,8 г/л. По химическому составу воды хлоридно-сульфатные магниево-кальциевые или кальциево-магниевые. При погружении титонских отложений под валанжинские воды в них становятся напорными. В центральных частях синклинали структуры Алжирских шоттов титонский водоносный горизонт обнаружен лишь скв. 59 (Тагин-Юг), где он вскрыт на глубине 1012 м. На восточной оконечности Шеллалинской горной гряды к титонским отложениям приурочена группа восходящих высокодебитных родников — Крадра, Фритисса, Неснисса, Абадия (табл. 10).

Таблица 10

*Краткие сведения об основных источниках титона*

Название источника	Общая минерализация воды, г/л	Дебит, л/с
Крадра	0,6—1,1	33—38
Фритисса	0,5—1,1	27,1—30,8
Неснисса	0,3—1	1—2,3
Абадия	1—1,8	4—5,7

Следует отметить, что дебиты всех рассматриваемых родников, как и приуроченных к кимериджским отложениям, увеличиваются в июле — сентябре и заметно снижаются в декабре — январе. Минерализация воды около 1 г/л. Титонский горизонт вскрыт рядом скважин, основные сведения по ним приведены в табл. 11.

Таблица 11

*Краткая характеристика водоносности титонских отложений*

Номер скважины	Глубина вскрытия водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Удельный дебит, л/с
47	60,5	-58,5	0,73—3,48
48	384	+0,85	0,029
46	101	+98,5	Значительный
42	290	+35	

Наиболее водообилен горизонт в краевых частях антиклинальной структуры Шаллалинской цепи и по оконечности юрского плато, что связано, очевидно, с большой трещиноватостью пород. В то же время при переходе к осевым частям структуры трещиноватость пород резко уменьшается и удельные дебиты снижаются.

Подземные воды валанжина — готерива. Пестрый литологический состав и преобладание в разрезе на большей части территории слабопроницаемых мергелистых отложений над проницаемыми прослоями песчаников, известняков и доломитов представляют неблагоприятные условия для формирования выдержанного и обильного водоносного горизонта в нерасчлененных здесь отложениях валанжина и готерива. В горах Амур к прослоям песчаников, доломитов и известняков, выходящих на поверхность, приурочено множество источников, дебиты которых колеблются в широких пределах — от сотых долей до 3 л/с, чаще всего до 0,5 л/с. Величина общей минерализации изменяется от 0,3 до 3 г/л (преобладает 1—3 г/л). По химическому составу воды преимущественно сульфатные кальциево-магниевые.

Грунтовые воды этого горизонта вскрыты скважинами и колодцами на восточном обрамлении юрского плато (Тага). Минерализация их 1—1,6 г/л, иногда менее. В западной части района некоторые скважины (например, 62) вскрыли в валанжин-готеривском горизонте напорные воды, другие скважины (например, 61) оказались безводными. В целом согласно имеющимся данным этот горизонт в закрытой части структуры следует признать слабо водоносным и не представляющим практического интереса.

Баррем-альбский водоносный комплекс. Водоносный комплекс нерасчлененных отложений барремского, аптского и альбского ярусов, получивший в ходе работ (1964—1965 гг.) название баррем-альбского, является самым водообильным и наиболее широко распространенным в описываемом бассейне. Он вскрывается значительным количеством колодцев и скважин, а в Сахарском Атласе, где вмещающие его отложения широко развиты на поверхности, к нему приурочено большое количество источников. Повсеместно в пределах распространения этого комплекса водоносны трещиноватые песчаники, развитые преимущественно в барреме и альбе. Среди отложений апта преобладают слабопроницаемые мергели и известняки, сами по себе мало водообильные и затрудняющие связь между барремским и альбским горизонтами. По составу воды чаще всего гидрокарбонатные кальциево-натриевые с минерализацией от 0,1 до 0,7 г/л. К северу минерализация несколько повышается, появляется сульфат-ион.

В юго-западной части района водоносный комплекс интенсивно дренируется рядом крупных источников с суммарным дебитом свыше 100 л/с (табл. 12).

К северу, погружаясь, баррем-альбский комплекс становится напорным, и ныне разведан на широкой площади буровыми скважинами.

Охарактеризуем кратко этот водоносный комплекс отдельно по южной и северной частям Шеллалинского бассейна (рис. 16).

Южная часть. Устойчивый напорный характер воды баррем-альбского комплекса приобретают под водоупорной толщей сеноманских мергелей. На участках, где отложения баррема-



альба перекрываются континентальными образованиями плиоцена, в этих двух разновозрастных толщах распространен единый горизонт грунтовых вод. Напорные самоизливающиеся баррем-альбские воды вскрыты на юге двумя скважинами (63 и 64) на глубине более 300 м. Пьезометрический уровень в этих скважинах на 4 и 10 м выше поверхности земли. Удельные дебиты составляют 1 л/с. Минерализация воды увеличивается в восточном направлении и в скв. 63 составляет 4,9 г/л.

Таблица 12

Краткие сведения об источниках баррем-альбского водоносного комплекса

Название источника	Абс. отм. выхода, м	Дебит, л/с	
		IV/1964 г.	X/1965 г.
Тамеллакет	1378	15,5	16,5
Тинесли	1355	29	12,1
Бегла	1320	0,2	1
Бриния	1375	20	13,3
Брида (сумма верхнего и нижнего выходов)	1380	23	17
Бекай	1370	6,6	5

Баррем-альбские воды вскрыты скв. 59 в районе Тагина на глубине 534 м. Пьезометрический уровень установился на глубине 6,5 м от поверхности. Удельный дебит равен 0,35 л/с. Минерализация воды около 2 г/л.

Водоносный комплекс баррем-альбских отложений широко известен далее к северу, между Тагинской и Шеллалинской горными грядками, где он питает колодцы, расположенные в полосе субширотного простирания. Колодцы, приуроченные, как правило, к эрозионным врезам, вскрывают его на глубине от нескольких до 50 и даже 75 м. Минерализация воды изменяется в широких пределах (от 0,2 до 6,8 г/л при преобладании до 3 г/л). По химическому составу воды преимущественно сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные с очень пестрым катионным составом.

Северная часть. К северу от возвышенностей Айн-Усера, являющихся продолжением в рельефе Шеллалинской горной гряды, водоносный комплекс баррем-альбских отложений резко погружается на значительные глубины и обладает повсеместно высокими напорами. Минерализация воды 1,6—2,29 г/л. В долине уэда Уэрк водоносный комплекс питает крупные восходящие источники — Рмель, Хамин и Адхаб, суммарный дебит которых превышает 300 л/с, а годовой сток составляет  $9,364 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>. Воды этих источников пресные с минерализацией 0,4—0,7 г/л. По химическому типу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые.

Кроме того, в северной части бассейна баррем-альбский водоносный комплекс вскрыт многочисленными колодцами и скважинами. Основные сведения о некоторых из них приведены в табл. 13.

Таблица 13

*Характеристика баррем-альбского водоносного комплекса*

Номер скважины	Глубина залегания комплекса		Статический уровень		Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с
	м	абс. отм., м	м	абс. отм., м			
19	1022	364	+41,5	689,5	40	12	0,3
25	189	526	-12,8	712,2	—	—	0,45
32	0,4	695,6	-0,2	695,8	3,2	11,3	3,5
36	25	702	-11,3	715,7	15,7	4,2	0,27
37	151	576,5	+17	744,5	17	23	1,35
43	10	752	-8	754	6,7	8,3	1,24
44	37,6	740,4	-19,7	758,3	4,8	7,5	1,56
54	78	707	24,7	760,3	18,4	2	0,11
55	582	313	54,5	345,5	1	1,4	1,4
59	625	115	6,5	833,5	1	0,5	0,5
63	326	631,8	+4	951,8	4	4	1,0
64	76,7	978,3	+10	1065	10	10	1,0
52	—	—	6	—	6	50	8,3
16	441	239	+9,3	889,3	8,83	1,7	0,19

Основными областями питания комплекса являются площади выхода на поверхность континентальных отложений нижнего мела в Сахарском и Тельском Атласах. Дополнительные выходы этих пород наблюдаются на внутренних возвышенностях, где иногда происходит активное поглощение поверхностных водотоков.

По предварительным подсчетам эксплуатационные запасы баррем-альбского водоносного комплекса оцениваются в 550 л/с в южной части бассейна, в северной — 818 л/с. Кроме того, в отчете по работам 1964—1965 гг. было высказано предположение о наличии крупных ресурсов воды в отложениях этого комплекса на правобережье, где они интенсивно дренируются грунтовым потоком, переполняя последний до заболачивания обширных площадей. Однако приводимая для этого участка предварительная оценка ресурсов 7 м<sup>3</sup>/с еще не получила какого-либо экспериментального обоснования, вследствие чего к ней следует относиться с большой осторожностью. Что же касается оценок по двум первым площадям, то они прошли экспериментальную проверку в 1969—1970 гг. при разведке подземных вод на участках проектируемого орошения — № 4 и 10 (к юго-востоку от Шеллады, условно центральная часть бассейна). Здесь подсчитанные запасы по барремскому и альбскому горизонтам составили 474 л/с.

Туронский водоносный горизонт известен лишь на ряде участков в южной части района, где он приурочен к массивным, сахаровидным трещиноватым известнякам белого и серого цвета. Наибольший гидрогеологический интерес представляет полог развития туронских известняков в районе Тагина вдоль уэда Туиль. Здесь туронские воды дренируются источниками и вскрываются скважинами, в долине уэда Туиль, пересекающей с юга на север западную часть крупной синклинали, выполненной туронскими известняками, пьезометрические уровни этого горизонта близки к поверхности земли. В других местах они могут быть иными. Возникновению напоров в пределах осевых частей структуры способствует низкая проницаемость нижней части плиоценовых отложений, несогласно залегающих в этом районе на туронских. Нижним водупором для водоносного горизонта повсеместно являются отложения сеноманского яруса.

Получая питание за счет инфильтрации атмосферных осадков в районе обнажений известняков по окраинам синклинали структуры и приобретая в осевых частях этой структуры черты артезианского, водоносный горизонт туронских отложений может разгружаться только в долине уэда Туиль, на участке, где она вскрывает туронские известняки на наиболее низких абсолютных отметках. Таким местом и является район населенного пункта Тагин, где имеются два крупных источника, располагающихся соответственно на левом и правом берегах уэда,—Рас-эль-Ма (дебит 39—65 л/с) и Бу-Шутния (дебит 41,5—72,5 л/с).

Значительные колебания дебита источников свидетельствуют о питании водоносного горизонта за счет атмосферных осадков и возможного поглощения части паводкового стока уэда Туиль на участках, где его долину слагают активно проницаемые породы. Воды источников пресные или маломинерализованные (Рас-эль-Ма 0,75—1 г/л), (Бу-Шутния 1,1—2,35 г/л). Примерно те же колебания минерализации характерны для воды колодцев (рис. 17).

Вскрытые скв. 59 туронские воды оказались достаточно обильными, удельный дебит 7,5 л/с. Скв. 64 и 65, пробуренные в 1967—1970 гг. в западной части бассейна (пос. Хасси-Бабах), вскрыли в туронских известняках воду с удельным дебитом до 3 л/с, минерализация 1,5 г/л, состав сульфатно-хлоридный кальциево-магниевый. В целом же производительность туронского горизонта в пределах бассейна оценивается как относительно невысокая.

Подземные воды в олигоценовых отложениях известны по ограниченному количеству колодцев и родников в пределах южных склонов Телль-Атласа на двух небольших изолированных участках, где эти отложения представлены сильно дислоцированной пачкой песчаников мощностью до 800 м. Песчаники залегают на слабопроницаемых отложениях верхнемелового возраста, которые являются водупором грунтового водоносного горизонта, содержащегося в этих песчаниках.

В ряде мест к контакту песчаников и подстилающих мергелей приурочены нисходящие родники, дебиты которых составляют

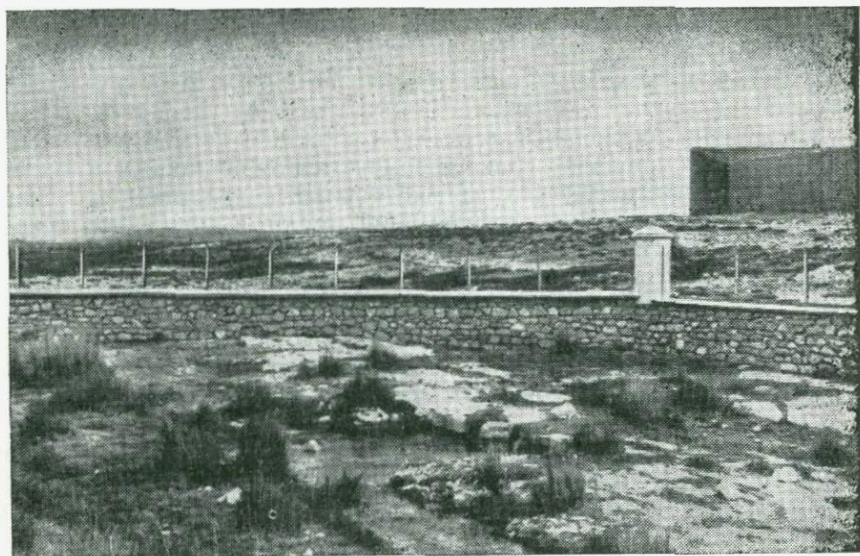


Рис. 17. Источник из туронских отложений близ Тагина (Бу-Шутния)

0,05—0,19 л/с. Колодцы, расположенные в эрозионных врезках, вскрывают воду нижней части песчаников на глубине от 1 до 12,3 м. Воды, как правило, слабосоленоватые. Величина плотного остатка изменяется от 1,3 до 5,8 г/л. Воды этого горизонта используются местным населением для хозяйственно-питьевых целей и водопоя скота.

**Миоценовый водоносный комплекс.** Подземные воды этого комплекса, приуроченные к отложениям нижнего миоцена, широко известны в северной части бассейна по значительному количеству родников и колодцев, преимущественно на южных склонах Тель-Атласа и в долине уэда Нахр-Уассель. Южнее, на равнине, вплоть до Шеллалинской горной цепи подземные воды нижнего миоцена, повсеместно перекрытого континентальными отложениями плиоцена, вскрываются скважинами. Водовмещающие породы комплекса характеризуются неоднородным литологическим составом и различными структурными условиями, что и определяет степень водоносности их на различных участках.

В прямой зависимости от удельного содержания в толще водоносных песчаников или известняков находятся количество и расход источников и колодцев, питаемых миоценовым комплексом. Дебиты родников в долине Нахр-Уассель 0,005—0,8 л/с. Минерализация воды от 0,8 до 4,4 г/л, преобладают воды с общей минерализацией 1,8—2,5 г/л. По химическому типу они преимущественно хлоридно-сульфатные магниевно-натриевые.

Колодцы, расположенные на склонах долин, вскрывают воду на глубине 3,5—18 м. Выше на плиоценовой равнине колодцы

имеют глубину от 24 до 53 м. На правом берегу уэда Нахр-Уасель общая минерализация вод миоценовых отложений изменяется от 0,8 до 3,3 г/л. Колодцы, как правило, малодебитные.

В пределах плато Серсу водоносные отложения нижнемиоценового возраста встречены многими скважинами на глубине от 20 до 73 м. Водообильность комплекса невысокая. Удельные дебиты составляют сотые доли литра в секунду. Например, удельный дебит скв. 24 (ниже слияния уэдов Уэрк и Туиль) при откачке оказался равным 0,04 л/с.

Воды этого комплекса широко используются местным населением для хозяйственно-питьевых целей и водопоя скота.

Плиоцен - древнечетвертичный водоносный комплекс. Нерасчлененные континентальные отложения плиоцен-древнечетвертичного возраста широко распространены в пределах района. Представлены они толщей переслаивающихся глин, песков, галечников и конгломератов, мощность которой может изменяться от нескольких до 70—100 м и более.

Водоносность этих отложений изучена по большому количеству колодцев и родников, характер распределения которых на местности отражает водообильность комплекса в различных районах его распространения. Так, в предгорьях Сахарского Атласа грунтовые воды этого комплекса дренируются колодцами и родниками, дебиты которых изменяются от 0,05 до 0,25 л/с. Колодцы, как правило, вскрывают водоносный горизонт на глубине 9,15—43,8 м. Воды слабоминерализованные с плотным остатком 0,7—2,4 г/л, чаще 1,5 г/л.

На восточной оконечности юрского плато отложения плиоцен-четвертичного возраста содержат грунтовый водоносный горизонт, который вскрыт здесь рядом колодцев на глубине 17,2—34 м.

Слабая водообильность и глубокое залегание плиоцен-четвертичного водоносного горизонта в южной части Шеллалинского бассейна объясняют ограниченное использование его в хозяйственно-питьевых целях.

Наиболее широко этот комплекс распространен на обширной равнине в северной части бассейна. Здесь он вскрыт большим количеством колодцев и рядом скважин. Глубина до уровня грунтовых вод от 1,8—2,7 до 20,5—32,5 м, в восточном направлении она увеличивается. Расходы колодцев достаточно велики (3 л/с и более).

Водоупорным основанием комплекса на большей части равнины служат слабопроницаемые отложения нижнего миоцена. На западных и южных окраинах равнины, где водовмещающими породами комплекса являются конгломераты и галечники, он контактирует с водоносными песчаниками баррема-альба, активно подпитывая их; сам плиоцен-древнечетвертичный комплекс питается за счет атмосферных осадков и поглощения стока уэдов, выходящих на равнину. Частично комплекс дренируется в долинах уэдов Уэрк и Федул, где дает начало ряду перемежающихся нисходящих источников.

Основная разгрузка комплекса происходит в долину уэда Туиль в виде многочисленных родников с дебитами, измеряемыми десятками литров в секунду.

По ориентировочным подсчетам суммарный родниковый сток плиоцен-четвертичного комплекса может достигать 4,5 млн. м<sup>3</sup>/год, что свидетельствует о его высокой водообильности в северной части района. Минерализация воды здесь 0,6—1,3 г/л.

Водоносный горизонт в аллювиально-озерных отложениях среднечетвертичного возраста. Эти отложения распространены лишь в северо-восточной части района, где они слагают широкую аккумулятивную равнину, развитую на обоих берегах уэда Туиль. Повсеместно аллювиально-озерные отложения содержат грунтовый водоносный горизонт, вскрытый большим количеством колодцев на глубине от 2,4 до 15—16 м. Водовмещающими являются прослой и линзы щебнисто-дресвяного материала, песков, глин и озерных мергелей общей мощностью от 10—12 до 26 м. В основании чаще всего залегают водоупорные глины миоцена. Вследствие пестрого литологического состава водовмещающих пород производительность горизонта крайне изменчива и в целом весьма невысокая. Самые высокодебитные колодцы дают не более 0,5 л/с.

Минерализация воды на правом берегу уэда Туиль изменяется от 1,2 до 6,3 г/л, преобладает 2,5—3 г/л. По химическому составу воды преимущественно хлоридно-сульфатные натриево-магниевые. На левом берегу уэда Туиль минерализация воды достигает 7,9 г/л, в северо-восточном направлении она повышается. По химическому составу воды здесь хлоридные натриевые, реже сульфатно-хлоридные натриевые.

Питание горизонта осуществляется в основном за счет притока вод миоценовых отложений на левом берегу уэда Туиль и вод туронских отложений на правом. Разгрузка происходит в водоносный горизонт аллювиальных отложений поймы и первой надпойменной террасы уэда Туиль и в озерно-аллювиальные отложения современного и верхнечетвертичного возраста.

Несмотря на высокую минерализацию воды и низкую производительность этого горизонта, он широко эксплуатируется местным населением.

Подземные воды в аллювиально-озерных отложениях современного и верхнечетвертичного возраста. Водовмещающие породы этого горизонта сравнительно широко развиты в районе и приурочены к бессточным понижениям, называемым дайя. Их размеры от нескольких десятков и сотен метров до нескольких километров в поперечнике. Многие уэды района заканчиваются в этих понижениях. Аллювиально-озерные отложения дайя представлены преимущественно глинами и суглинками с отдельными прослоями и линзами песка. Лишь в разрезе отложений наиболее крупных дайя, особенно таких, которые принимают в себя устья уэдов, наблюдаются прослой и линзы гравийно-щебенчатого материала.

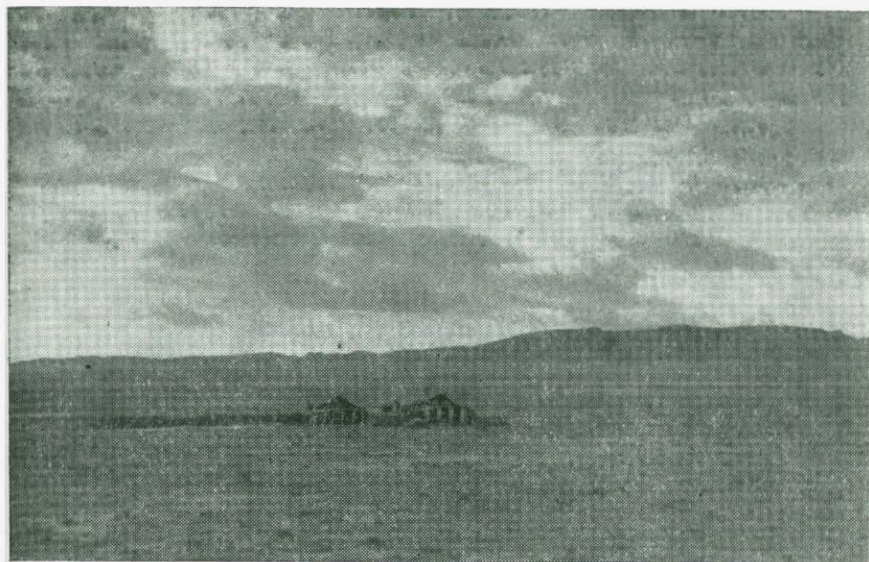


Рис. 18. Долина уэда Туиль к северу от Ксар-Шеллалы

Аккумулируя поверхностный сток со значительных площадей, даиья являются своеобразными испарителями собранной воды и оказывают существенное влияние не только на режим поверхностного стока уэдов, но и на весь водный баланс территории.

Часть собирающихся в даиья поверхностных вод, инфильтруясь, может давать начало грунтовому водоносному горизонту в аллювиально-озерных отложениях. Наиболее благоприятные условия для образования этого горизонта имеются лишь в крупных понижениях, расположенных в северной части района.

Подземные воды в отложениях крупных даиья вскрыты сравнительно небольшим количеством колодцев на глубине от 0,1—0,3 до 3—3,5 м. Воды, как правило, сильноминерализованные. В подавляющем же большинстве случаев величины плотного остатка составляют 4—17 г/л, редко снижаясь до 1,2 г/л. Минерализация вод заметно уменьшается в дождливое время года, в течение которого воды этого горизонта и используются местным населением.

Грунтовые воды уэда Туиль. На всем протяжении — около 140 км — уэд Туиль имеет хорошо выраженную плоскую долину шириной до 2,2 км; здесь расположены земли, наиболее пригодные для орошения (рис. 18).

Поверхностный сток в долине уэда Туиль формируется главным образом за счет атмосферных осадков, выпадающих в зимне-весенний период. Паводки различной интенсивности отмечаются с ноября по апрель. Объем поверхностного стока резко уменьшается от верховьев к устью. Так, в верховьях он составляет 16 млн. м<sup>3</sup>/год, примерно в центральной части (район Таги-

на) — 10 млн. м<sup>3</sup>/год, недалеко от устья — 2 млн. м<sup>3</sup>/год (данные за 1965 г.). Установлено, что поверхностный сток, формирующийся в верховьях, по пути целиком расходуется (на инфильтрацию и испарение) и не достигает района Тагина; наблюдаемый сток в Тагине (10 млн. м<sup>3</sup>) полностью обеспечивается местной водосборной площадью.

Грунтовые воды долины Туиль были изучены геофизическими, буровыми и опытными работами на четырех створах, пересекающих долину на расстоянии более 20 км друг от друга (табл. 14).

Таблица 14

Характеристика грунтовых вод долины уезда Туиль

Местонахождение скважины	Характер водовмещающих пород	Средний уровень подземных вод, м	Средняя мощность водоносного горизонта, м	Продолжительность откачки, ч	Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут
В 1 км ниже слияния уэдов Туиль и Уэрк	Гравий, галька, валуны. Заполнитель — разнородный песок	2	5—17	14	0,69	14,4	20,9	159
В 27 км ниже селения Тагин	Гравий, галька, валуны. Заполнитель — песок, сугл.	10	11	30	9,2	2,8	0,3	4
В 5 км ниже селения Тагин	Гравий, галька, редкие валуны. Заполнитель — песок	2	13	56	1,4	8	5,8	45
В 15 км выше селения Тагин	Гравий, галька, валуны. Заполнитель — песок, сугл.	4	10	25	0,65	3,9	6	75

В результате установлено, что ложе долины, как правило, сложено плиоцен-четвертичными глинистыми отложениями, перекрытыми грубообломочными аллювиальными образованиями, представленными гравием, галькой и валунами с примесью песка, реже сугленистым комплексом.

На отдельных участках аллювиальные отложения залегают на скальных породах верхнего и нижнего мела.

Мощность аллювия в долине уезда Туиль колеблется от 8—10 до 25—30 м, максимальная отмечена в районе слияния уэдов Туиль и Уэрк (35 м). Грунтовые воды на всех изученных участках долины достаточно обильны, чтобы представлять практический интерес. Это в значительной мере объясняется активным питанием их за счет инфильтрации поверхностного стока, регулирование ко-

торого позволит искусственно увеличивать эксплуатационные запасы аллювиального водоносного горизонта на участках, наиболее благоприятных по фильтрационным свойствам отложений.

По общей минерализации и ионному составу воды этого горизонта на разных участках долины находятся в прямой зависимости от состава водовмещающих отложений и скорости движения. В самых верховьях долины встречаются пресные воды с минерализацией до 1 г/л, но преобладают солоноватые с минерализацией 2—3 г/л, местами до 5 г/л и более.

Исследования, проведенные советскими специалистами (1964—1965 гг.), позволили ориентировочно оценить естественные ресурсы грунтовых вод долины Туиль (около 1,5 м<sup>3</sup>/с при условии искусственного подпитывания их за счет регулирования поверхностного стока).

Современная достаточно высокая гидрогеологическая изученность района свидетельствует о значительных ресурсах Шеллалинского артезианского бассейна, которые при детальном изучении могут быть переведены в эксплуатационные запасы на участках практического использования вод для обводнения и орошения. Работы 1969—1970 гг. следует считать первым крупным этапом осуществления этой перспективы. Результаты этих работ позволили аналитически рассчитать и экспериментально обосновать эксплуатационные запасы на четырех участках в размере 1235 л/с, обеспечивающие орошение 1500 га вновь осваиваемых земель. Кроме того, орошение еще двух участков площадью 1100 га проектируется обеспечить за счет регулирования стока источников Рмель, Хамин и Адхар, естественный дебит которых превышает 300 л/с. Таким образом, вводится в постоянную эксплуатацию свыше 1,5 м<sup>3</sup>/с подземных вод, что по имеющимся данным составляет не более 15% эксплуатационных запасов бассейна.

### *Артезианский бассейн котловины Ходна*

Границы этого гидрогеологического района обусловлены горным обрамлением, внутри которого находится котловина. На севере — это горы Ходна, на юге — Сахарский Атлас, на востоке — отроги гор, принадлежащих к массиву Орес, и, наконец, с запада граница котловины на значительном протяжении открыта в сторону Шеллалинского артезианского бассейна. Точности ради заметим, что эту открытую границу существенно суживают подступающие с юга отроги горного хребта Себа-Рус. Большая ось котловины протягивается с запада на восток на 100 км.

Поверхность района относительно ровная, со всех сторон горного обрамления концентрически постепенно снижается к центру котловины, где расположено соленое озеро — шотт Эль-Ходна. В отдельных местах поверхность осложняют песчаные холмы, возникшие у выходов подземных вод, где появившаяся кустарниковая растительность задержала передвигавшиеся пески. Кроме того, в пределы котловины вторгаются в виде продолговатых

гребней останцы коренных пород — продукт эрозионной деятельности горных потоков.

Поверхностных вод, пригодных для использования, на территории котловины Ходна практически нет. Несколько коротких уэдов, принадлежащих замкнутому бассейну внутреннего стока, бóльшую часть времени года безводны. В период дождей они на очень короткое время наполняются водой, бурно стекающей в оз. Эль-Ходна, отдавая по пути движения значительную часть расхода на инфильтрацию в хорошо проницаемые супесчаные породы, в которых прорезаны русла, часто с отвесными берегами.

По маловодности район шотта Эль-Ходна справедливо приравнивается к пустынным районам Сахары. Осадков в центральной части котловины выпадает не более 150 мм/год. Жизнедеятельность человека в этом районе обеспечивается только подземными водами; известные ресурсы которых крайне невелики.

Геологическое строение котловины Ходна изучается давно в связи с разведкой на нефть и подземные воды. Среди относительно обширной литературы имеются монографии Ж. Саворнена (Savornin, 1958), А. Корне (Cornet, 1961) и др., ряд крупных отчетов о проведении нефтеразведочных, геофизических и гидрогеологических работ.

По данным этих работ и материалов разведочно-эксплуатационного бурения с комплексом геолого-гидрогеологических и геофизических наблюдений, выполненных советскими специалистами в 1965—1967 гг. и позднее, геологическое строение района представляется в следующем виде.

В основании разреза залегают пестроцветные соленосные дислоцированные отложения триаса, образующие на поверхности диапировые структуры. Выше располагаются известняки и мергели юры общей мощностью до 1000 м (схематично они расчленены на две части — лейас и доггер-малъм). На юрских отложениях согласно залегают последовательно все ярусы мела от валанжина до дания общей мощностью 2500—3000 м. В мелу, палеоцене и эоцене преобладают карбонатные породы, а в олигоцене — глинистые. Общая мощность отложений палеогена 1200—1600 м. Выше залегают литологически пестрые отложения неогена. Суммарная мощность их до 2000 м. Завершают разрез четвертичные пески, глины, суглинки, гравий, галечник мощностью 20—60 м (рис. 19). Перерывы в отложениях наблюдаются вверху палеоцена, между эоценом и олигоценем и в самом верху миоцена, когда повсеместно наступил континентальный период.

В структурном отношении котловина Ходна представляет собой крупный синклинальный прогиб, который возник, возможно, еще в меловое время и продолжал существовать с некоторыми перерывами до конца миоцена. Свидетельством столь длительного развития прогиба являются существенно увеличенные мощности меловых и палеоген-неогеновых отложений. При этом следует отметить, что в меловое время прогиб имел относительно небольшие размеры, так как на разных участках котловины Ходна наблю-

Система	Отдел	Ярус	Индекс геологического возраста	Литологический разрез	Мощность, м	Описание пород	Гидрогеологическая характеристика						
Четвертичная			Q		до 60	Пески, глины, галечник, гилс	Грунтовые воды пестрой минерализации (1-13 г/л)						
					> 200	Песчаники, глины, галечники							
					до 100	Конгломераты, песчаники							
					до 1400	Мергели, прослои красцветных глин							
Неогеновая			N <sub>1-2</sub>		85	Мергели, конгломераты с прослоями песчаников	Безнапорные и напорные воды в песчано-галечниковых прослоях в верхней части комплекса. Основной водоносный горизонт бассейна. Удельные дебиты скважин 0,5-1,1 л/с; М 0,3-1,3 г/л						
					200	Глины с прослоями песчаников							
					Ольвицкая	Р <sub>30</sub>			до 513	Мергели с прослоями гипса и каменной соли			
											Ипрский	Р <sub>2i</sub>	110
					Танетский	Р <sub>1t</sub>		до 740	Известняки, мергели с прослоями песчаников				
										Монский	Р <sub>1m</sub>	1	Мергели
					Верхний			Датский	K <sub>2d</sub>				
										до 1500	Известняки		
										до 130	Известняки		
										до 250	Мергели, известняки, глины		
до 200	Известняки, мергели с прослоями песчаников												
Нижний		Альбский	K <sub>1al</sub>		300-370	Известняки, мергели с прослоями песчаников	Напорные воды с самоизливом в нерасчлененных отложениях нижнего мела. Удельные дебиты скважин до 0,5 л/с; М 1,3-2,5 г/л						
					Аптский-барремский	K <sub>1a+br</sub>		100-180					
										Готеривский	K <sub>1g</sub>	до 300	
					Валанжинский	K <sub>1v</sub>							

Рис. 19. Сводная геолого-гидрогеологическая колонка артезианского бассейна котловины Ходна

даются очень большие различия в мощности меловых, особенно верхнемеловых отложений. Например, на склонах гор Метлили (Сахарский Атлас) видимая мощность отложений сенона измеряется десятками метров, а в скв. 4, отстоящей на 1,5—2 км к югу от обнажения, она превышала 1000 м (забой скважины глубиной 1600 м, заложенной на туронские известняки, не вышел из отложений сенона). Другой пример, скв. 86 в оазисе Мдукаль (к юго-западу от скв. 4, также вблизи склона Сахарского Атласа) вскрыла отложения турона на глубине 230 м, пройдя отложения мио-плиоцена. Эта неравномерность в распределении мощностей отложений геологического разреза котловины Ходна должна непременно учитываться при заложении скважин на любой горизонт ниже мио-плиоцена.

На основании материалов предыдущих исследований и упомянутого бурения разведочно-эксплуатационных скважин сложилось представление о наличии в разрезе артезианского бассейна котловины Ходна трех водоносных комплексов: 1) нижнемелового, 2) верхнемелового и 3) мио-плиоценового. Проводилась разведка водоносности и миоценового комплекса, но она не дала положительных результатов.

Нижнемеловой водоносный комплекс на преобладающей части территории бассейна залегает глубоко и изучен слабо. Некоторое представление о нем дают две скважины, пробуренные в районе населенных пунктов Бир-эль-Крубана и Бордж-Щелаль, где нижнемеловые отложения залегают относительно неглубоко. Первая из них в прослоях песчаников (в интервале глубин 232—800 м) вскрыла напорные воды со статическим уровнем на 22,5—25,5 м выше поверхности земли. Удельный дебит скважины при опробовании изменялся в пределах 0,002—0,5 л/с. Вода слабоминерализованная с содержанием водорастворимых солей от 1,38 до 2,4 г/л. Вторая скважина в отложениях нижнего мела воды не встретила.

Верхнемеловой водоносный комплекс, представленный в значительной мере известняками, потенциально являющимися коллекторами подземных вод, отличается неодинаковой степенью водообильности. Наиболее обводнена толща известняков туронского яруса, что, кстати, характерно и для других районов Алжира. В ряде мест туронский горизонт имеет практическое значение для водоснабжения населения и орошения. К выходам пород этого возраста на северной и восточной окраинах котловины Ходна приурочен ряд источников, среди которых есть крупные, с дебитом свыше 100 л/с.

В пределах равнинной части котловины туронские воды вскрыты двумя скважинами в районе оазиса Мдукаль. Первая скважина (пробурена до 1964 г.) глубиной 789 м встретила в известняково-доломитовой толще турона в интервале глубин 480—789 м напорные воды со статическим уровнем на 21 м ниже поверхности земли. Дебит при понижении на 33 м составил 25 л/с и после трехкратной обработки соляной кислотой возрос до 38 л/с при

понижении на 35 м. Воды этой скважины отличаются повышенной минерализацией (2,7 г/л).

Вторая скв. 86 (глубина 500 м), пробуренная в 1970—1971 гг. с участием советских специалистов, следующим образом охарактеризовала туронский водоносный горизонт: водоносный интервал 320—500 м, статический уровень +15 м, дебит при понижении на 56 м составил 37,7 л/с. Дебит при самоизливе с сохранением избыточного напора над устьем 1,5 м был равен 18,5 л/с. Общая минерализация воды 1,27 г/л.

Упомянутая выше скв. 4, пройденная до глубины 1600 м, под осадками мио-плиоцена на глубине 476 м встретила толщу верхнемелового возраста (сенон), представленную мергелями с прослоями и несколькими пачками известняков; последние отмечаются преимущественно в верхней части, до глубины 1000 м. Известняки плотные, слаботрещинчатые оказались практически неводоносными. До турона, где ожидалось водоносные породы верхнемелового комплекса, скв. 4 не дошла. Залегающая под отложениями турона глинисто-мергелистая толща сеномана является нижним водоупором этого комплекса. Гилсометрическое положение кровли сеномана определяет направление подземного стока туронских вод.

Анализ гидрогеологических данных по названным скважинам относительно водообильности только туронского горизонта позволяет сделать вывод об отсутствии в восточной части шотта Эль-Ходна предпосылок для формирования в других ярусах верхнего мела значительных запасов подземных вод.

Мио-плиоценовый водоносный комплекс, широко распространенный в пределах равнинной части котловины Ходна, издавна эксплуатируется рядом скважин для водоснабжения населения и ирригации сельскохозяйственных угодий. Первые скважины на этот комплекс были пробурены еще в XIX. Многие из них не сохранились, а действующие находятся в плохом состоянии. Глубина таких скважин преимущественно 100—150 м. Скважины на этот комплекс, пробуренные с участием советских специалистов, имеют глубины от 155 до 370 м.

Характеризуя водоносный комплекс, можно отметить, что толща отложений мио-плиоцена, состоящая преимущественно из глин, содержит водоносные прослои в линзах песков, галечников, песчаников и конгломератов, отличающихся крайне невыдержанным распространением и мощностью. Это обуславливает сложность гидрогеологической обстановки, заключающейся в резких изменениях глубин залегания продуктивных прослоев, их числа, мощности и водообильности.

По периферии котловины рассматриваемый водоносный комплекс содержит безнапорные или слабонапорные воды со статическим уровнем, устанавливающимся ниже поверхности земли. С приближением к центральной части в отложениях мио-плиоцена воды напорные с самоизливом. Область распространения напорных вод с положительными статическими уровнями ограничи-

вается ориентировочно горизонтально с абсолютной отметкой 425—430 м.

Мио-плиоценовый комплекс характеризуется сравнительно небольшой водообильностью, которая в зависимости от гранулометрического состава водосодержащих пород изменяется в широких пределах. Производительность большинства самоизливающих скважин 2—5 л/с и только отдельные из них фонтанируют с дебитами 15—20 л/с. Некоторые данные по разведочно-эксплуатационным скважинам, пробуренным в 1964—1968 гг., приведены в табл. 15.

Таблица 15

*Характеристика водоносности мио-плиоценовых отложений бассейна Ходна*

Номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного комплекса, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Общая минерализация г/л
4	1600,4	78,9—121,8	-2,67	36	26	0,758
27	253,4	164—230	+20	19,6	21,8	1,009
28	370,58	4,5—92	-21,6	46	2,1	1,004
29	370	40—145	-3,1	27,25	3,2	1,33
30	222,24	80—215	+10,75	10,6	5	0,343
32	155	17,5—155	+7,2	7,2	5,5	0,727

Воды мио-плиоценовых отложений, залегающие на сравнительно небольшой глубине и имеющие связь с поверхностью, отличаются невысокой минерализацией, которая в редких случаях превышает 1 г/л.

Питание водоносного комплекса осуществляется в основном за счет подземного стока из контактирующих с ним образований более древнего возраста и частично путем инфильтрации атмосферных осадков непосредственно на площади распространения водосодержащих пород. Однако доля атмосферного питания, по-видимому, должна быть незначительной, учитывая широкое распространение с поверхности глинистых отложений, препятствующих проникновению атмосферных осадков на глубину.

В заключение отметим, что при изыскании новых источников подземных вод в пределах центральной части котловины основное внимание должно быть обращено на более полное использование запасов вод мио-плиоценового комплекса с помощью скважин глубиной до 300 м.

По окраинам бассейна, в его предгорной части, на отдельных участках интерес представляют подземные воды, связанные с известняками тулона. Последние, залегая здесь на сравнительно небольшой глубине, могут содержать напорные воды со статическим уровнем выше поверхности земли. В центральных областях

бассейна отложения турона, являющиеся возможными коллекторами подземных вод, залегают на большой глубине (свыше 1600 м), что ставит под сомнение рентабельность строительства на этот горизонт эксплуатационных водозаборов. То же относится и к отложениям нижнего мела. Безводны на всей площади бассейна породы миоцена, представленные в основном глинами и мергелями.

## Четвертая зона

### ГОРНО-СКЛАДЧАТЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ САХАРСКОГО АТЛАСА

Горные сооружения Сахарского Атласа, составляющие вполне определенную и в общем единую структуру Алжирской части альпийской геосинклинальной системы по ряду особенностей природных условий и прежде всего по гидрогеологическим, могут быть разделены на три относительно обособленных участка. Такими участками, которые, по нашему мнению, могут рассматриваться как самостоятельные гидрогеологические районы или подрайоны, являются: 1) западная часть Сахарского Атласа — от границы с Марокко до оазиса Бискра; 2) массив Орес; 3) восточное кончание Сахарского Атласа, которое иногда называют Северо-Восточным Атласом (Силин-Бекчурин, 1962). И если в структуре первого и третьего участков больше общего, то разделяющий их массив Орес обладает многими отличительными чертами структурного, историко-геологического и гидрогеологического характера.

При описании каждого из выделенных районов будут кратко охарактеризованы особенности природных условий, которые должны обосновать правомерность их самостоятельного выделения.

#### *Горно-складчатая гидрогеологическая область западной части Сахарского Атласа*

Естественной границей на западе является восточная окраина оазиса Фигиг, находящегося на территории Марокко. Восточная граница, как уже отмечалось, проходит примерно по меридиану Бискры, где смыкаются три относительно разновозрастные структуры: Сахарский Атлас (наиболее древняя из всех трех структур), южная ветвь Восточного Телля (хр. Белезма) и массив Орес (самое молодое здесь горно-складчатое сооружение). Северная и южная границы фиксируются соответственно по зонам Северо-Атласского сброса и Южно-Атласского краевого прогиба. Общая площадь этого гидрогеологического района примерно 60 000 км<sup>2</sup>.

Поверхность образуют в основном средневысотные, параллельно-вытянутые в северо-восточном направлении горные цепи с понижениями того же направления. К горным цепям с юга при-

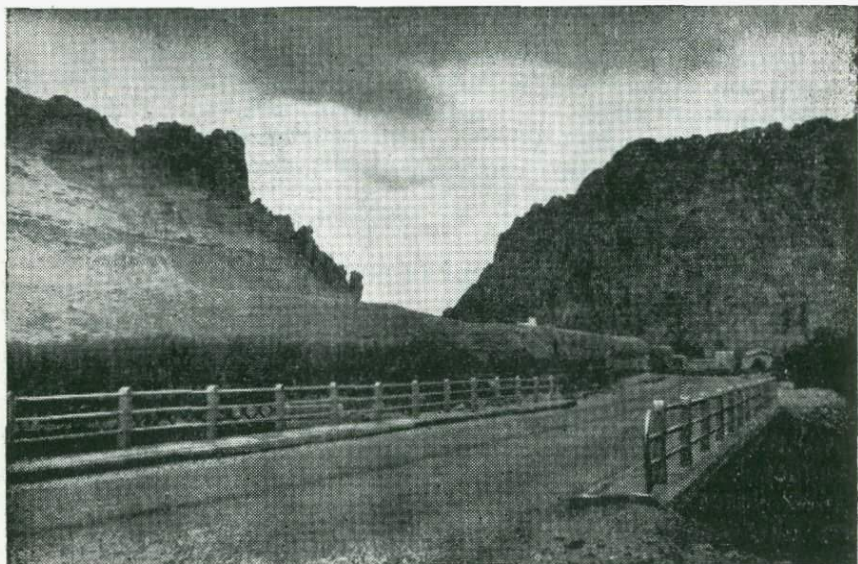


Рис. 20. Ущелье Эль-Кантара («Сахарские ворота»), прорезающее Сахарский Атлас на стыке с Оресом

мыкают многочисленные мелкие складки, имеющие вид коротких гребней, расположенных перпендикулярно к главной оси Сахарского Атласа. Сложены они чаще всего засоленными и загипсованными породами, что подчеркивает их принадлежность к структурам соляной тектоники, широко развитой в Алжирском Атласе (рис. 20).

Водообеспеченность в горных районах зависит от суммы осадков, которые в среднем составляют 400 мм/год, на отдельных участках до 600 мм/год. Выпадают они неравномерно по времени, площади и интенсивности. Дожди идут преимущественно поздней осенью и ранней весной. Чаще всего они ливневые и потому лишь на короткий срок пополняют русла уэдов.

Зимой в горах выпадает снег, частично регулирующий поверхностный сток. Среди многочисленных уэдов южного и северного склонов западной части Сахарского Атласа относительно постоянным водотоком обладают только уэды, дренирующие подземные воды. К их числу принадлежат уэды Себгаг и Шеллал, которые при слиянии дают начало уэду Туиль — единственной реке Сахарского Атласа, несущей свои воды (правда, перемежающиеся) в Средиземное море.

Водоснабжение немногочисленного здесь населения обеспечивается главным образом за счет подземных вод. Крупные населенные пункты обосновались либо вблизи мощных родников, отразив эту приуроченность в своем наименовании, например г. Айн-Сефра (айн по-алжирски источник, родник), либо на расширенных

участках речных долин, где оказалось возможным использовать для водоснабжения воды грунтового потока, например города Джельфа, Лагуат и др. Сельское население ведет полукочевой образ жизни, занимаясь преимущественно скотоводством (разведением овец, коз, верблюдов). Располагаются кочевья вблизи источников.

В западной части Сахарского Атласа наиболее широко распространены нижнемеловые отложения. Только на крайнем западном участке, вблизи от границы с Марокко, наблюдается крупный массив, сложенный юрскими породами, которые местами обнажаются также в ядрах антиклиналей, образующих структуры Сахарского Атласа. На крыльях антиклиналей развиты валанжин-готеривские преимущественно глинистые отложения и баррем-апт-альбские, в которых преобладают разнородные песчаники. Верхнемеловые отложения встречаются в виде отдельных пятен и получают относительное развитие в северо-восточном направлении. В районе Тольга с ними связаны довольно крупные родники, вода которых используется жителями ближайших оазисов для питья и орошения.

Главный водоносный горизонт западной части Сахарского Атласа приурочен к песчаникам баррема-альба, которые выполняют ряд замкнутых синклинальных структур. Он дает начало немногочисленным естественным источникам и интенсивно эксплуатируется здесь колодцами. Источники, как правило, нисходящие, приуроченные к эрозионным врезам, дебиты от 0,05 до 29 л/с. В зависимости от атмосферных осадков дебиты родников в течение года изменяются в 2 раза и более. Минерализация воды 0,1—0,7 г/л.

За последние годы баррем-альбский водоносный комплекс в пределах описываемого района вскрыт несколькими скважинами, пробуренными под руководством советских специалистов. Одна из них (94 в г. Айн-Сефра) глубиной 545 м обнаружила в континентальных отложениях нижнего мела два обводненных участка в интервалах 138—150 и 188—201 м со статическим уровнем на 2,32 м ниже устья. При совместном опробовании с понижением на 43,1 м дебит достигал 30 л/с. Вода хлоридно-сульфатная натриевая с минерализацией свыше 7,5 г/л. Еще одна скважина была пробурена в пос. Сиди-Тифур (между городами Афлу и Эль-Баяд), она вскрыла в отложениях верхней юры — нижнего мела приток воды с удельным дебитом 0,3 л/с, но высокой минерализации (около 19 г/л).

В северо-восточном направлении песчаники нижнего мела перекрываются мергелями сеноманского яруса, заключенные в них воды имеют также повышенную минерализацию. О строении и водоносности баррем-альбских отложений в центральной части района частичное представление дает гидрогеологическая скв. 26, пробуренная в 1966 г. в г. Лагуат. Залегающие здесь под небольшим слоем континентального неогена альбские отложения представлены в кровле и подошве мергелями, внутри песчаниками

с прослоями глин и песков мощностью до 400 м (всего мощность отложений альба здесь более 800 м). Скв. 26 вскрыла три водоносные зоны — одну в неогене и две в альбе (табл. 16).

Таблица 16

*Характеристика водоносности альбского горизонта*

Водоносная зона	Глубина залегания, м	Возраст	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация воды, г/л
1	4,5—13	N	4,5	1,1	4,65	3,3
2	37—79	K <sub>1</sub>	4,4	1,2	7,4	3,1
3	100—127	K <sub>1</sub>	47,45	20,85	5,0	1,6

Ниже были вскрыты еще две обводненные зоны, которые по основным показателям — дебит, понижение, минерализация воды, составили общий водоносный комплекс с третьей зоной. Скв. 26 оборудована для постоянной эксплуатации с дебитом 5 л/с при понижении на 20,85 м. Вода по составу сульфатно-хлоридная кальциево-натриевая, минерализация до 1 г/л. В пределах западной части Сахарского Атласа некоторой водообильностью обладают отложения титона, валанжина-готерива и плиоцен-четвертичные. К песчаным прослоям валанжина-готерива приурочен ряд источников с дебитами от 0,5 до 30 л/с. Минерализация воды 1—3 г/л. На северных склонах Сахарского Атласа широко распространен водоносный горизонт в плиоцен-древнечетвертичных отложениях, интенсивно эксплуатируемый местными жителями при помощи колодцев.

Как уже упоминалось, водоснабжение некоторых крупных населенных пунктов осуществляется за счет грунтового потока в аллювиальных отложениях при помощи шахтных колодцев (Лагуат).

*Горно-складчатая гидрогеологическая область массива Орес*

Орес — самый высокий и сложный по структуре горный массив Алжирского Атласа. Западные границы его были описаны выше. На северо-западе узкая депрессия Батна — Эль-Кантара отделяет его от гор Ходна. К северу от Оресских гор расположена Тимгадская впадина, центральная часть которой занята шоттом Гараэт-Тарф. Эта впадина переходит в равнины Константины. На востоке Орес смыкается с системой гор Неметша, которая наряду с другими горными сооружениями входит в состав восточного окончания Сахарского Атласа.

По структуре массив Орес представляет собой ряд параллельных складчатых гребней, ориентированных с юго-запада на северо-

ро-восток. Как уже отмечалось, многие вершины Ореса превышают 2000 м, а самая высокая точка района — гора Шелия имеет абсолютную отметку 2328 м. Высокие, нередко плосковершинные горные гряды разделены узкими и глубокими долинами коротких, но многоводных в паводки уэдов. На участках пересечения гор долины сужаются до 10—50 м, русла завалены каменными глыбами. При выходе из горных ущелий долины расширяются до 300—500 м, появляются аллювиальные террасы, земли которых обрабатываются населением (рис. 21).

Рельеф Ореса испытал неоднократные омоложения и современные формы его во многом обязаны постплиоценовым поднятиям. По сравнению с другими районами Сахарского Атласа Орес благодаря своему приподнятому положению имеет благоприятные климатические условия для накопления поверхностных и подземных вод. В центральных частях Ореса (абсолютные отметки 1600—2000 м) количество осадков составляет 800 мм, а в наиболее высоких горах количество их достигает 1000 мм. Продолжительность снежного покрова обычно не менее 20—30 дней в году. Обилие осенне-зимних осадков способствует образованию в этот период больших паводков. В другие месяцы года русла уэдов остаются почти сухими, сохраняя, как правило, подземный подрусловый водоток, в питании которого определенную роль могут играть подземные воды. В паводки уэды выносят огромные количества воды в пустыню, где большая часть ее испаряется. Наиболее крупные уэды Эль-Абиод, Эль-Абди, Эль-Араб и другие стекают на юг к шотту Мельгир — бассейну местного стока.

Для регулирования поверхностного стока в долинах уэдов строятся плотины и водохранилища объемом до 2,5 млн. м<sup>3</sup>, обеспечивающие потребности орошаемого земледелия и частично производство электроэнергии.

Подземные воды массива изучены очень слабо. В связи с перспективами развития промышленности (в последние годы в Оресе найдены рудные месторождения) и сельского хозяйства района изучение подземных вод Ореса и выявление дополнительных водных ресурсов приобретают первостепенное значение.

По современным данным, часть которых получена экспедициями с участием советских специалистов, геолого-гидрогеологическая характеристика описываемого района представляется в следующем виде. Горный массив Орес сложен мощными толщами юрских, меловых и палеогеновых отложений, суммарная мощность которых превышает 6000 м (рис. 22). В геологическом разрезе района выделяются крупные комплексы осадков: терригенно-карбонатный (верхняя юра — нижний мел), карбонатный (верхний мел, палеоцен, нижний эоцен), гипсоносный (средний эоцен), молассовый (верхний эоцен — олигоцен). В отличие от западных районов Сахарского Атласа в Оресе особенно широко распространены отложения верхнего мела. В меньшей степени развиты неоген-четвертичные отложения. Они встречаются преимущественно в межгорных впадинах, где их мощность достигает 300 м.

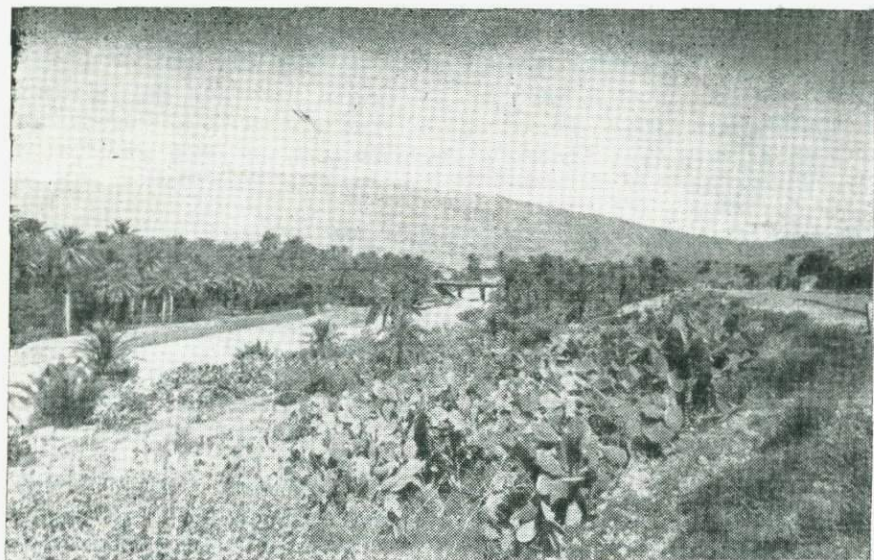


Рис. 21. Пальмовая плантация в оазисе Эль-Кантара (Сахарский Атлас), орошаемая поверхностными водами

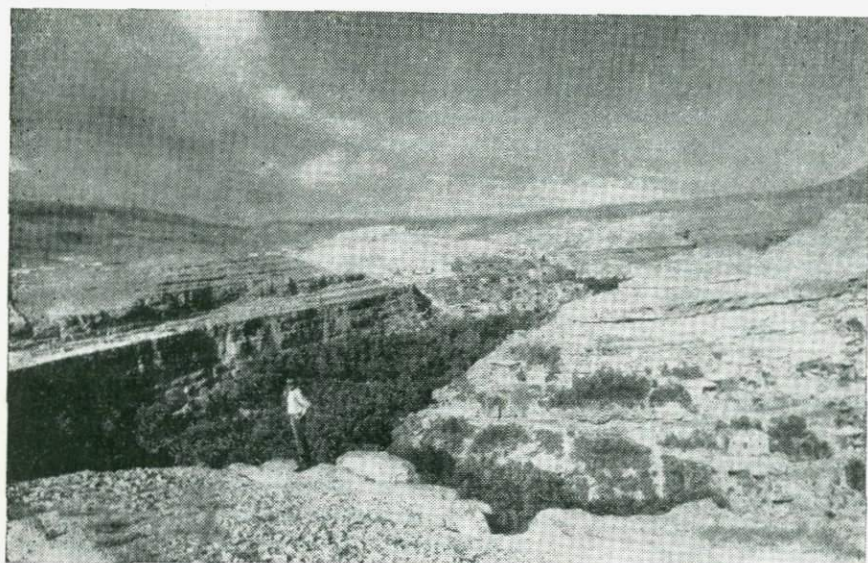


Рис. 22. Поле развития трещиноватых водообильных известняков палеогена в долине уэда Эль-Абди (Орес)

В структуре района выделяются крупные антиклинали коробчатой формы, линейной конфигурации протяженностью 10—60 км при ширине до 10 км (Шелия, Эль-Азерег, Хеншела). Вдоль крыльев антиклиналей прослеживаются крупные разломы. Ядра антиклиналей сложены породами юры и нижнего мела. В районе развиты также структуры синклиналичного типа, центральные части их сложены породами палеогена и неогена.

Массив Орес развивался на протяжении мезозоя и большей части палеогена в виде крупного внутриплатформенного прогиба. В позднем эоцене и олигоцене эта зона испытала интенсивное складкообразование. Позднее здесь широко проявились процессы выравнивания территории, сменившиеся в неоген-четвертичное время интенсивными горообразовательными движениями.

Наибольший интерес в гидрогеологическом отношении представляют терригенно-карбонатный и карбонатный комплексы; гипсоносный и молассовый комплексы слабо обводнены и содержат воды плохого качества. С терригенно-карбонатным комплексом (верхняя юра — нижний мел), обнажающимся в ядрах антиклиналей, связано несколько малодобитных источников, выходящих на поверхность на отметках 1700—1800 м. Источники наблюдаются по тальвегам овражной сети, дебиты их до 0,03 л/с. В долинах уэдов Медина и Таглит подземные воды встречены несколькими разведочными скважинами, вскрывшими отложения терригенно-карбонатного комплекса. Статические уровни воды в зависимости от рельефа местности устанавливались на глубине от —54 до +3 м.

В пределах тектонических нарушений выделяются более обводненные зоны. Дебит источников, приуроченных к зонам нарушений, изменяется от долей до 75 л/с (родник в с. Аррис, в 60 км к востоку от Батны). Воды пресные, минерализация 0,5—1 г/л.

Карбонатные породы верхнего мела трещиноватые и закарстованные, захваченные многочисленными разломами, являются относительно крупным коллектором подземных вод. Глубина залегания их изменяется от 1—2 до десятков метров и зависит в основном от мощности трещиноватой зоны и степени дренированности пород. Дебиты источников, располагающихся на различных гипсометрических отметках и подверженные сезонным колебаниям, изменяются от долей до 2—5 л/с. Отдельные из них имеют дебит более 100 л/с, например дебит источника Скуна, расположенного севернее оазиса Эль-Кантара (абс. отм. 620,3 м) 136 л/с.

Верхнемеловые воды вскрыты также несколькими скважинами в районах Бискры и Кеншела. Около Бискры эти воды встречены на глубине 80—100 м. Производительность скважин изменяется от нескольких до 115 л/с (скважина в оазисе Шетма). Воды солоноватые с плотным остатком 2,3 г/л. Юго-восточнее Кеншела скв. 61 вскрыла артезианские воды на глубине 466 м. Дебит при свободном изливе составил 135 л/с. Воды слабосоленоватые, содержание сухого остатка 2,65 г/л.

К известнякам палеогена мощностью до 150 м приурочены напорные трещинно-карстовые воды. Скв. 22 в оазисе Канга-Сиди-Наджи вскрыла напорные самоизливающиеся воды с дебитом 3 л/с и напором над устьем скважины 1,25 м. При откачке с понижением на 22,4 м получен дебит 14 л/с. Наблюдаемые сильнообводненные зоны связаны с крупными тектоническими нарушениями, к которым часто приурочены термальные источники.

Спорадическое распространение имеют воды аллювиальных отложений преимущественно в долинах наиболее крупных уэдов. Например, подрусловые воды уэда Бискра используются для водоснабжения оазиса Бискра. Скважины, заложенные в долине, дают около 40 л/с при понижении на 5—6 м. Мощность аллювия около 100 м. В питании вод подруслового потока уэда большую роль играют воды, поступающие из известняков маастрихта.

Питание подземных вод горного массива Орес осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, в распределении которых наблюдается вертикальная зональность: наибольшее количество выпадает в горах, наименьшее — у их подножий. В соответствии с высотной структурой массива отмечается уменьшение осадков с севера на юг (от 350 до 500 мм/год). Хорошая обнаженность района, трещиноватость пород, глубокая расчлененность рельефа территории способствуют усиленному водообмену, а также дренированию этих вод глубоко врезынными долинами уэдов.

### *Восточное окончание Сахарского Атласа*

Границы: на западе общая с массивом Орес, на севере — с Восточным Теллем, на юге — вдоль Южно-Атласского краевого прогиба, на востоке граница открыта в сторону Туниса, куда продолжают горные сооружения, возникшие в Сахарском Атласе и известные там под названием Тунисского Атласа. Поверхность характеризуется сочетанием высокогорных хребтов с вершинами более 1700 м и широких межгорных равнин, среди которых особенно выделяются обширные поперечные равнины, занимающие тектонические депрессии. По ним проложены главные дороги. Равнины нередко располагаются на большой высоте, например равнина Шерия лежит на высоте 1100 м. Основные хребты — Немеша, Тебесса, Айн-Бейда представляют собой крупные антиклинальные складки, вытянутые в северо-восточном направлении. Они интенсивно расчленены водной эрозией и осложнены поперечными складками тектонического происхождения. Хр. Айн-Бейда самый северный, располагается он на стыке Телльского и Сахарского Атласов. Этот горный участок включен нами в описываемый гидрогеологический район с известным допущением.

Водообеспеченность территории восточного окончания Сахарского Атласа определяют несколько больших уэдов, имеющих сток преимущественно в зимние и весенние месяцы, когда здесь выпадают атмосферные осадки. Среднегодовое количество осадков относительно невелико и колеблется в пределах 300—400 мм.

Весной осадки часто выпадают в виде ливневых дождей, зимой они также бурные, иногда с градом, вызывают катастрофические наводнения и приносят много вреда сельскохозяйственным угодьям. На питание водоносных горизонтов приходится небольшая часть выпадающих осадков.

Самыми распространенными здесь породами являются мергели и известняки верхнего мела и эоцена, смятые в складки различных направлений. Господствуют антиклинали северо-восточного простирания, образовавшиеся в домиоценовое время. В ряде мест их пересекают расположенные к ним перпендикулярно короткие антиклинальные складки, возникшие после миоцена.

По гидрогеологическим условиям в верхнемеловых отложениях выделяются кампанский ярус с весьма ограниченной водоносностью и маастрихтский — довольно водообильный, дающий начало многим родникам. Мощность отложений маастрихта 160 м. В эоценовых известняково-мергельных отложениях основной водоносный горизонт заключен в известняках лютетского яруса. Маастрихтский водоносный горизонт признается главным в этом районе по распространенности и производительности. К нему приурочен ряд крупных источников, среди которых наиболее значительным является Айн-Далаа, расположенный вблизи дороги, связывающей населенные пункты Хеншела и Шерия. Дебит этого источника непостоянен. Разновременные замеры его дали следующие результаты (л/с): 10/II—1942 г. 230,45; 6/IV 1947 г. 92,73; 10/IV 1947 г. 103,76; 17/IV 1947 г. 109,44; 29/IX 1949 г. 135,10.

Дюрозой приводит мнение Саворнена, который в проекте капитальных работ на источнике Далаа указывает возможный дебит его 400—500 л/с (Durozoj, 1952). Кроме Далаа в этом районе известно еще несколько источников и колодцев, связанных с маастрихтским горизонтом. Дебит их измеряется единицами литров в секунду при максимуме 10—12 л/с. На участках эрозионных врезов маастрихтский водоносный горизонт дренируется аллювиальными отложениями. Добываемые из этих отложений колодцами и скважинами подземные воды используются для орошения.

К отложениям лютетского яруса эоцена приурочены многие источники с дебитами, измеряемыми литрами в секунду. Дебит наиболее крупного из них Айн-Керма 7 л/с (по данным замера 1950 г.). Он расположен в долине уэда Стиа, где известно еще несколько источников: Геррая (3 л/с), Стиа (0,5 л/с) и др. Выходы подземных вод наблюдаются и на участках распространения ипрских и танетских отложений, но расходы их, как правило, менее 1 л/с.

В режиме источников (по которым имеются отрывочные сведения) наблюдается прямая зависимость от выпадающих атмосферных осадков, что указывает на близость областей питания и разгрузки водоносных горизонтов.

За последние годы на территории района пробурено несколько скважин, которые обнаружили достаточно обильные воды в верхнемеловых и мио-плиоценовых отложениях. Например, скв. 56

к востоку от пос. Бабар (юго-восточнее Хеншела) в отложениях сенона вскрыла самоизливающуюся (напор +81 м) пресную воду (минерализация 0,66 г/л) с дебитом свыше 100 л/с и удельным дебитом 1,4—1,6 л/с. В районе крупного населенного пункта Тебеса скв. 69 вскрыла на контакте мио-плиоцена и верхнего мела достаточно обильный водоносный горизонт, дебит при откачке достигал 33 л/с при удельном дебите до 1 л/с. К востоку от пос. Седрата (севернее Айн-Бейда) скв. 92 вывела из отложений верхнего сенона самоизливающуюся воду с дебитом при откачке до 3 л/с, удельный дебит 0,04 л/с. Минерализация воды в верхней части отложений сенона колеблется (в зависимости от интенсивности откачки) в пределах 1,2—3,4 г/л. Вниз по разрезу минерализация воды быстро увеличивается до 10,3 г/л при откачке с интервалов 318—524 м.

Эти сведения свидетельствуют о перспективности разведки здесь верхнемеловых вод.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ  
АЛЖИРСКОЙ САХАРЫ

Алжирская Сахара не обладает такой ясно выраженной природной зональностью, как Алжирский Атлас, поэтому описание входящих в нее гидрогеологических районов выполнено по приуроченности их к геологическим образованиям в стратиграфической последовательности (снизу вверх).

Всего в Алжирской Сахаре выделяется девять гидрогеологических районов, в двух из них по структурно-геологическим признакам выделяются подрайоны.

ДОКЕМБРИЙСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ  
АХАГГАР

Массив Ахаггар занимает одноименное нагорье, составляющее центральную часть Туарегского щита, к которому относятся также кристаллические массивы Ифорас и Аир, расположенные южнее за пределами Алжира. С севера и юга Ахаггар окружен песчаниковыми плато Тассилин-Аджер и Тассилин-Ахаггар. На западе склоны массива спускаются во впадину Танезруфт.

Современный рельеф Ахаггара сформировался под воздействием неоднократно проявившихся орогенических и эпейрогенических движений и активных вулканических излияний. В целом Ахаггар представляет собой древний пенеплен, среди которого выделяются скалистые поднятия и котловины, заполненные продуктами выветривания кристаллического фундамента. В центре массива находится его наиболее высокая часть — Атакор, с вершиной — горой Тахат (3003 м). Для рельефа Атакора, сложенного базальтами, характерны конусы, пики, купола — продукты активной денудации вулканических аппаратов. В Ахаггаре зарождаются многочисленные долины уэдов, которые радиально расходятся во все стороны от центра массива. Долины уэдов глубоко врезаны, имеют крутой профиль. Участки узких каньонов чередуются с расширениями долин, заполненными грубым аллювием.

Водообеспеченность района невысокая. Природные условия этого района Алжира весьма суровы и неблагоприятны для накопления крупных запасов поверхностных и подземных вод. Редкие ливни, выпадающие в этих районах, лишь на короткое время

оживляют каменистую пустыню. Поверхностные воды быстро стекают по уздам в депрессии рельефа и инфильтруются в трещиноватые кристаллические породы. Лишь небольшая часть дождевых вод задерживается в западинах поверхности или углублениях русел, прорезающих скалистые породы. Кочевники-туареги добывают воду при помощи мелких колодцев, из которых ее черпают пригоршнями. Такие колодцы не приспособлены для длительного использования и служат исключительно для утоления жажды людей и животных.

В последние годы алжирские организации начали систематическое изучение Ахаггара и прилегающих к нему районов. В составе экспедиции, изучающей геологическое строение Ахаггара с 1969 г., принимают участие советские геологи.

По данным ряда исследователей: К. Килиан (Kilian, 1922), Н. Меньшиков (1956), А. А. Богданов (1971) и др., ядро массива Ахаггар образуют мощные серии докембрийских пород, различающихся по составу и степени метаморфизма. Среди этих серий выделяются суггаритский и фарузийский комплексы, занимающие обширные площади массива.

Суггарийский комплекс сложен гнейсами, гранито-гнейсами, слюдяными сланцами, амфиболитами общей мощностью не менее 20 000 м. На востоке и северо-востоке Ахаггара распространены менее метаморфизованные породы фарузийского комплекса, предполагаемая мощность которого 15 000 м. Породы этого комплекса представлены гнейсами, разнообразными сланцами, кварцитами, известняками со строматолитами, Фарузийский и суггарийский комплексы на большей части территории разделены тектоническими контактами, на отдельных участках отмечено резко несогласное залегание пород фарузия на суггарийских гнейсах. Предполагается, что породы суггарийского комплекса по возрасту нижепротерозойские, фарузийского — среднепротерозойские. В периферийных частях Ахаггара кристаллический фундамент перекрыт осадочными породами кембро-ордовика, силура, девона, карбона и мезо-кайнозоя.

Четвертичные отложения имеют ограниченное распространение и представлены делювиально-элювиальными и аллювиальными отложениями. В долинах уэдов, пересекающих поверхность массива, развиты современные аллювиально-пролювиально-делювиальные отложения, мощность которых изменяется от 2—5 до 10—20 м. На пониженных равнинах Ахаггара, а также на расширенных участках долины уэдов распространены обширные поля дюн и перевеваемых песков.

Массив Ахаггар разбит большим числом разрывных нарушений, образующих две наиболее крупные системы преимущественно меридионального простираения. Каждая из систем составлена множеством разломов разных размеров и ориентировки. Эти тектонические трещины в значительной степени определяют образование различных форм макро- и микрорельефа массива Ахаггар и прилегающих к нему плато Тассили.

Геологическое строение, особенности рельефа и климата Ахаггара малоблагоприятны для формирования значительных запасов подземных вод. В горных массивах, высота которых достигает 1500—2000 м над уровнем моря, выпадает осадков около 50 мм/год. Подземные воды накапливаются главным образом в зонах тектонических нарушений и в коре выветривания. Они дренируются глубоко врезанными долинами уэдов, что поддерживает поверхностный сток продолжительное время даже в бездождливый период. Большинство уэдов, спускающихся с Ахаггара, теряется в песках пустынных равнин.

По условиям распространения, движения и формирования подземных вод в кристаллическом массиве Ахаггар выделяются три основных водоносных горизонта и комплекса: 1) в аллювиальных отложениях уэдов и коре выветривания кристаллического фундамента; 2) в зоне трещиноватости пород фундамента и тектонических нарушений; 3) в трещинах молодых базальтов. Воды первого комплекса имеют ограниченное распространение и приурочены к долинам уэдов и понижениям рельефа, где развита кора выветривания. Водовмещающими породами являются разнородные пески с включением грубообломочного материала, а также рыхлые отложения коры выветривания кристаллического фундамента. Глубина залегания зеркал грунтовых вод изменяется от 0,2—0,5 до 11—18 м. Мощность русловых отложений колеблется от 5—10 до 30 м.

Дебиты нисходящих источников составляют 0,1—2 л/с. Грунтовые воды в долинах уэдов вскрываются колодцами и фоггара<sup>1</sup>. Расходы отдельных колодцев в районе Таманрассета достигают 10—15 л/с при понижении на 1—1,5 м (колодцы кооператива Амсель). Фоггара, вскрывающие воды современных отложений, имеют протяженность от нескольких сотен метров до 3 км. Расходы фоггара колеблются в пределах 0,8—9,5 л/с.

Грунтовые воды преимущественно пресные с минерализацией 0,12—0,5 г/л. По химическому составу они гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые и гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые. Реже встречаются воды с повышенной минерализацией (1—1,5 г/л) сульфатно-хлоридного кальциево-магнезиевого состава. Некоторое увеличение минерализации может быть вызвано затрудненными условиями движения или смещением их с более минерализованными водами других горизонтов.

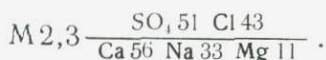
Воды зоны трещиноватости и тектонических нарушений имеют локальное распространение. Выделяются грунтовые воды зоны экзогенной трещиноватости, залегающие близко от дневной поверхности, и воды экзогенной трещинной зоны, приуроченные к линейно-вытянутым тектоническим трещинам, пересекающим массив монолитных и слабопроницаемых пород. Разломы являются проводниками подземных вод и не аккумулируют больших запасов.

<sup>1</sup> Водозаборное сооружение типа среднеазиатских каризов.

Обводненные зоны тектонических нарушений дренируются многочисленными уздами, вдоль которых наблюдаются выходы трещинно-жильных вод в виде источников. Расходы этих источников изменяются от 0,02 до 3 л/с. Воды преимущественно пресные, степень минерализации колеблется в пределах 0,3—1 г/л. Реже встречается минерализация до 4—5 г/л. Воды с минерализацией до 1 г/л по составу гидрокарбонатные натриевые или кальциевые. Встречаются также воды смешанного состава



Воды с минерализацией до 3 г/л сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые или магниевые. В качестве примера приводим состав воды, отобранной из скважины в Лауни (район Таманрассета)



Воды, приуроченные к полям развития молодых базальтов, распространены на западном склоне массива Атакор. К трещиноватым базальтам приурочена группа источников в районе пос. Силет. Воды базальтов вскрыты также колодцами. Глубина залегания зеркала грунтовых вод 0,1—5 м. Воды пресные с минерализацией 0,33—0,47 г/л, по составу гидрокарбонатно-хлоридные натриево-кальциевые и гидрокарбонатно-хлоридные натриево-магниевые.

Питание и формирование грунтовых вод аллювиальных отложений уэдов и коры выветривания кристаллического массива происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих в пределах водосборной площади уэдов, и перетока подземных вод из других горизонтов. Направление грунтового потока определяется особенностями рельефа.

По имеющимся скудным данным, режим грунтовых вод в течение года непостоянен. Большую часть засушливого периода грунтовые воды сохраняются лишь на отдельных заглубленных участках долин, где имеется подземное питание. Разгрузка грунтовых вод осуществляется в виде родникового стока, путем инфильтрации в нижезалегające проницаемые породы и за счет искусственного отбора подземных вод фаггара, колодцами и скважинами. При близком залегании зеркала грунтовых вод происходят испарение и транспирация их растениями. По сведениям местных жителей наиболее высокое положение зеркала грунтовых вод отмечается зимой, наиболее низкое — летом. Амплитуда колебания уровня 1—3 м.

Питание и формирование ресурсов подземных вод экзогенной и эндогенной трещиноватости кристаллического массива и молодых базальтов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих в горах Атакора и других возвышенных участках массива. Возможна также конденсация влаги из атмо-

сферы вследствие значительного перепада температуры воздуха в течение суток. Определенную роль в питании может играть приток вод по тектоническим трещинам из смежных районов.

Грунтовые воды уэдов, молодых базальтов, коры выветривания широко используются для различных целей местным населением и кочевниками.

Естественные ресурсы подземных вод аллювиальных отложений значительно изменяются в зависимости от сезонов года. А. Корне приводит сведения о том, что расход канала, дренирующего воды уэда в Таманрассете, в 1952—1956 гг. составлял 51 л/с. Сильная засуха в 1957 г. вызвала резкое снижение расхода этого канала до 0,5 л/с. Однако после выпадания дождей расход канала восстановился.

Фоггара в Таманрассете дают около 350 л/с, в Абалессе — от 80 до 100 л/с.

Все питьевое и хозяйственное водоснабжение района Ахаггара базируется на подземных водах.

## АРТЕЗИАНСКИЙ СКЛОН ПАЛЕОЗОЙСКОГО ПЛАТО ТАССИЛИН-АХАГГАР

Тассилин-Ахаггар с трех сторон ограничивается древними кристаллическими массивами: Ахаггар на северо-востоке, Ифорас на юго-западе и Аир на юго-востоке.

Поверхность Тассилин-Ахаггар представляет собой расчлененное пустынное плато, сложенное палеозойскими песчаниками. Абсолютные отметки плато изменяются от 500 до 700 м. Поверхность наклонена в юго-западном направлении и прорезана долинами сухих уэдов, спускающихся с южных склонов Ахаггара. Самыми крупными уэдами района являются Закир, Игаргар, Тин-Амзи, Тин-Тарабин, Ихирен и др. Большую часть года русла уэдов остаются сухими.

Водообеспеченность района ничтожно мала. Тассилин-Ахаггар из-за сильной засушливости климата малообитаем и представляет собой безжизненную пустыню. Количество выпадающих осадков не превышает 17 мм/год. Кочевое население, посещающее эти места, получает воду из заболоченных луж, «гельтов и агельманов»<sup>1</sup> или обычных колодцев, отрываемых в понижениях рельефа.

Наиболее древними породами Тассилин-Ахаггара являются нижние песчаники тассили (ордовик), залегающие на породах фундамента. Они перекрываются породами, сложенными внизу глинами с граптолитами готланда, сверху — девонскими песчаниками.

Оценить водоносность песчаников тассили рассматриваемого района весьма трудно из-за слабой их гидрогеологической изученности. По физическим свойствам песчаники тассили могут являться неплохими коллекторами для накопления вод трещинного ти-

<sup>1</sup> Временные водоемы в понижениях рельефа.

па. Однако условия для формирования и движения подземных вод в этом районе в целом довольно неблагоприятные (малое количество осадков, многократно превышающее их испаряемость, глубокая дренированность территории ущельями и долинами многочисленных уэдов).

## АРТЕЗИАНСКИЙ СКЛОН ПАЛЕОЗОЙСКОГО ПЛАТО ТАССИЛИН-АДДЖЕР

Плато Тассилин-Аджер расположено к северо-востоку от Ахаггара. Оно простирается между Амгидом, Форт-Полиньяком и Джанетом. Восточным краем плато примыкает к Фецзанае (на территории Ливии). Протяженность плато с востока на запад около 800 км, ширина 50—70 км. Граница между Тассилин-Аджер и нагорьем Ахаггар проводится по контакту пород кристаллического основания и палеозойских песчаников. Поверхность Тассилин-Аджер представляет собой труднодоступное, сильно изрезанное сухими и глубокими долинами наклонное плато. Абсолютные отметки изменяются от 1500 м на юге до 400—600 м на севере.

Известный исследователь Тассилин-Ахаггара А. Лодт писал, что весь массив подвергся воздействию вод, которые изрезали его потоками и придали ему причудливые формы. Они подмывали, выдалбливали, просверливали массив, как бы превращая огромные каменные глыбы в кружево. Пробираться здесь можно лишь узкими ущельями или по поверхности, усеянной столбообразными выветрелыми скалами, которая напоминает картину мертвых городов.

По водообеспеченности Тассилин-Аджер характеризуется как исключительно засушливый и безводный. Среднее количество осадков в год в Форт-Полиньяке 17,6 мм, в Джанете 17,8 мм. Осадки выпадают нерегулярно. Постоянных водотоков нет. Для этого района, как и для других районов Сахары, типичны редкие ливневые дожди. Поверхностные воды благодаря сильной расчлененности рельефа быстро стекают по склонам и заполняют русла уэдов. Паводок проходит в течение нескольких дней. Часть поверхностных вод инфильтруется в аллювиальные отложения. Иногда дождевые воды на несколько месяцев задерживаются в гелях.

В структурном отношении Тассилин-Аджер представляет собой моноклиналиное плато, осложненное небольшими складками меридионального простирання. В пределах плато условно выделяют три зоны — Ахнет, Иммидор и Тассилин-Аджер, отделенные друг от друга выступами докембрийского фундамента. В геологическом строении принимают участие породы от кембрия до среднего девона. На пенепленизированной поверхности кристаллического фундамента несогласно залегают песчаники кембро-ордовика, которые возвышаются над докембрийским пенепленом в виде куэст, носящих название «внутренние тассили». Нижняя часть этой толщи представлена конгломератами и грубозернистыми пес-

чаниками с косой и перекрывающейся слоистостью, выше которых залегают массивные песчаники с тигилалитами и песчаники с горизонтальной слоистостью и волноприбойными знаками.

Песчаники «внутренние тассили» в депрессиях перекрываются силурийскими (готландскими) отложениями, широко известными в Сахаре. Силур в основном представлен глинами с фауной граптолитов, прослоями известняков, реже песчаников. Выше силурийских глин залегают грубозернистые песчаники «внешние тассили», относящиеся к нижнему девону. Последние перекрываются отложениями среднего и нижнего девона. Общая мощность тассилийских образований 1000—1200 м.

Водоносность этого комплекса отложений очень слабо изучена. Имеются лишь сведения о формировании напорных вод в отложениях тассилий. Водоносные комплексы, приуроченные к песчаникам кембро-ордовика (внутренние тассили) и нижнего девона (внешние тассили), разделены мощной слабопроницаемой толщей силурийских глинистых отложений. Воды относятся к порово-пластовым и пластово-трещинным. Водовмещающими породами являются разнозернистые песчаники с гравием и галькой.

К песчаникам тассили приурочены выходы источников. Подземные воды вскрываются также рядом колодцев в Араке, Джанете и в других районах. Глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта изменяется от 1 до 10 м. Расход колодцев от 1—3 до 16 л/с. Воды тассилийского комплекса пресные с минерализацией до 0,5, реже 0,7 г/л. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые или сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Питание и формирование подземных вод песчаников тассили происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, паводковых вод уэдов, перетока вод из трещиноватых пород кристаллического фундамента. Значительная роль в питании подземных вод тассилей принадлежит конденсации влаги из атмосферы. Подземные воды тассилийского комплекса, приуроченные к крупной гидрогеологической структуре, представляют большой интерес как источник водоснабжения.

## ДОКЕМБРИЙСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ ЭГЛАБ

Границы массива на западе — синклираль Тиндиф, на севере и востоке — выходы палеозойских пород обрамления, на юге — синклираль Таудени. Массив Эглаб входит в так называемый Регибатский щит, занимая его северо-восточное окончание. На поверхности выделяются горные вершины, возвышающиеся над окружающей каменистой и песчаной пустыней на 100—200 м.

В сложении массива принимают участие породы докембрия, которые подразделяются на две серии: Амсага и Акжутт. Первая относится к нижнему докембрию и сложена слюдяными сланца-

ми, гнейсами и другими сильнометаморфизованными породами. Серия Акжутт, датируемая верхним докембрием, состоит из сланцев и кварцитов. В верхней части серии залегают конгломераты и песчаники. Обе серии разделены перерывом и различаются по степени метаморфизации (нижняя более метаморфизована).

В гидрогеологическом отношении район не изучен. Массив Эглаб характеризуется исключительно тяжелыми климатическими условиями. На площади массива выпадает осадков 10—20 мм/год, испаряемость более 5299 мм/год, среднегодовая температура около +24° С, максимальная +54° С. Такие природные условия не дают основания предполагать сколько-нибудь значительную водоносность пород докембрия, слагающих массив Эглаб.

## АРТЕЗИАНСКИЙ СКЛОН ПАЛЕОЗОЙСКОГО ОБРАМЛЕНИЯ МАССИВА ЭГЛАБ

Рассматриваемый гидрогеологический район располагается между юго-восточными склонами щита Эглаб на северо-западе и артезианским бассейном Танезруфт на юго-востоке. К северу от него находятся Угартские цели и огромный песчаный массив Большой Западный Эрг. На юге граница условно может быть проведена по государственной границе Алжира с Мали.

Массив Эглаб, сложенный кристаллическими породами, лишь незначительно возвышается над общей поверхностью пустынной равнины (абс. отм. около 500 м). Его окружает относительно выровненная поверхность, развитая на эродированном палеозойском основании. В гидрогеологическом отношении район не изучен. Водные ресурсы крайне ограничены. В основании разреза, по Р. Фюрону (Furon, 1964), залегают кембрийские известняки, а выше — ордовикские сланцы. Южнее протягивается узкая полоса песчано-сланцевых пород готландия и девона, затем каменноугольные отложения (известняки, песчаники с глинами). Площадь, занимаемая артезианским склоном массива Эглаб, характеризуется неблагоприятными для накопления подземных вод природными условиями. По соседству находятся исключительно засушливые безжизненные области Танезруфт, Таудени, Эрг-Шеш. Поверхность покрыта солончаками или песками. Питание подземных вод поверхностными водами или атмосферными осадками практически исключается, так как количество осадков, выпадающих в данном районе, около 10 мм/год при испаряемости около 4000 мм/год. Поверхностный сток со стороны кристаллического массива Эглаб также исключен. В гидрогеологическом отношении район совершенно не изучен. Однако, как уже указывалось, ожидать здесь формирования сколько-нибудь значительных запасов подземных вод не приходится ввиду крайне неблагоприятных для этого природных условий.

## ГОРНО-СКЛАДЧАТАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ УГАРТСКИХ ЦЕПЕЙ

Район примыкает на севере к Анти-Атласу и, возможно, является его юго-восточным продолжением. Их разделяют Антиатласский разлом и седловина Кем-Кем, переходящая на западе в плато Дра. На востоке и северо-востоке Угарта ограничивается впадиной Тимимун, которая на севере соединяется с бассейном Канадза-Бешар. К западу и юго-западу от Угартской складчатой зоны располагается синклиналь Тиндуф. К югу Угартские цепи переходят в артезианский склон палеозойского плато, занятого Эргом-Шеш.

В структурном отношении Угартские цепи представляют собой ряд кулисообразно расположенных складок, ядра которых сложены кембрийскими, а крылья — силурийскими породами. К кембрию в Угартских цепях относят вулканические туфы и толщу риолитов мощностью более 200 м (Меньшиков, 1933). Эта толща перекрывается песчаниками Угарты мощностью около 1000 м. Возраст нижней части песчаников не установлен, предположительно он соответствует кембрию. Верхняя часть песчаников Угарты, по мнению марокканских геологов, относится к ордовику. Между кембрием и силуром на Сахарской плите, возможно, был перерыв в осадконакоплении. С начала силура началась новая трансгрессия моря. Отложения этой трансгрессии известны в Угартских цепях и южнее Регибатского щита. Эти отложения представлены в основном песчаными фациями. Максимум трансгрессии достигла в готландии, когда отложились глубоководные сланцы с граптолитами. Небольшая их мощность (1100 м) отмечается в Анти-Атласе.

Образование зоны Угартских цепей относится к эпохе герцинской складчатости, охватившей Сахарскую плиту в среднем и начале верхнего карбона. Морфологически Угартская складчатая зона выражается серией низкогорных хребтов (абс. отм. 420—750 м), ориентированных с юго-востока на северо-запад. К востоку от горных гряд Угарты проходит долина уэда Саура, являющаяся одной из самых крупных долин Западной Сахары.

Ресурсы поверхностных и подземных вод района незначительны и достоверные сведения о них практически отсутствуют. Водоносность палеозойских отложений Угарты не исследована. По аналогии с песчаниками нижнего силура, участвующими в сложении западного берега Фецзанской Чаши (Ливия), можно предполагать, что и песчаники Угартских цепей могут быть водоносными (Силин-Бекчурин, 1962). Однако Угартские цепи и прилегающие к ним районы располагаются в исключительно неблагоприятных климатических условиях. Количество атмосферных осадков не превышает 50—55 мм/год при испаряемости 4880 мм/год. Таким образом, учитывая имеющиеся данные о климате, геологическом строении и рельефе района, можно считать, что запасы подземных вод в песчаниках Угарты не могут быть значительными.

## АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН ПАЛЕОЗОЙСКОЙ СИНКЛИНАЛИ ТИНДУФ

Синклиналь Тиндуф расположена между горными хребтами Анти-Атласа на севере и массивом Эглаб. На востоке синклиналь ограничивается Угартскими цепями, а к западу она продолжается в Марокко.

Поверхность района довольно ровная, занята хамадой Тунасин с массивами песков. С севера от приподнятой хамады Дра спускаются русла редких уэдов, которые большую часть года безводные.

Рассматриваемая территория характеризуется неблагоприятными условиями для накопления подземных и поверхностных вод. По среднемноголетним данным здесь выпадает осадков 32 мм/год при испаряемости 5299 мм/год, среднегодовая температура  $+24^{\circ}$  при максимальных летних температурах до  $54^{\circ}$  С. Поверхностный сток с севера со стороны Анти-Атласа ограничен, так как большая часть поверхностных вод, стекающих с хребта на юг, дренируется уэдом Дра. Весьма ограниченным является сток и с юга, со стороны Регибатского щита, на площади которого выпадает осадков 10—20 мм/год (Силин-Бекчурин, 1962). Синклиналь Тиндуф выполнена каменноугольными отложениями (известняки, песчаники), которые перекрыты переслаивающимися песчаниками и сланцами вестфальского яруса. Каменноугольные отложения перекрываются песчаниками и мергелистыми гипсами с плитками кремнистых известняков третичного возраста мощностью до 100 м. К югу мощность третичных отложений уменьшается, и песчаники с конгломератами исчезают из разреза (Фюрон, 1964).

Как уже отмечалось, синклиналь Тиндуф характеризуется тяжелыми климатическими условиями, поэтому накопление запасов подземных вод представляется маловероятным.

## АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН ПАЛЕОЗОЙСКОГО СИНКЛИНОРИЯ БЕШАР

Артезианский бассейн Бешар располагается на крайнем северо-западе Алжирской Сахары. На севере и западе от него проходит государственная граница с Марокко. Юго-восточную и восточную границы составляют пески Большого Западного Эрга. На юге бассейна расположена складчатая область Угарта.

Бассейн Бешар окружен с севера и северо-запада горными сооружениями, составляющими восточное окончание Анти-Атласа (Джебель-Груз, абс. отм. 1834 м, Тамзаза, абс. отм. 1056 м). К югу от Анти-Атласа протягивается система низкогорных складок с высотами 1000—1500 м (Джебель-Антар, Джебель-Бешар, Джебель-Мезариф и др.). Абсолютные отметки этих горных гряд южнее Бешара снижаются до 600—800 м. Пониженные межгорные пространства заняты равнинами, в том числе самой крупной из них — Эль-Гаада (к северо-северо-западу от Игли).

Климат рассматриваемого района отличается засушливостью, количество осадков редко превышает 100 мм/год, а испаряемость во много раз больше выпадающих осадков (табл. 17).

Таблица 17

Краткая характеристика климатических условий  
бассейна Бешар

Название метеостанции	Количество осадков, мм/год	Годовое испарение, мм/год	Коэффициент увлажнения
Бешар	88,9	4059	0,022
Табельбала	23,6	—	—
Ревуаль-Бени-Униф	113,9	32,93	0,035
Тарит	50,8	—	—

Режим поверхностного стока характеризуется значительными колебаниями. В сухое время года уэды имеют очень слабый сток или его вообще не бывает. В период дождей, выпадающих в горах Анти-Атласа, в уэдах проходят высокие паводки. Нерегулярность поверхностного стока ограничивает возможность использования поверхностных вод в качестве постоянного источника водоснабжения.

Другим видом водных ресурсов являются подземные воды, которые пока мало исследованы.

По структуре бассейн Бешар представляет собой синклиниорий, выполненный каменноугольными отложениями. В синклинальных впадинах развиты верхнемеловые, эоценовые, неогеновые и четвертичные отложения. Район разбит многочисленными тектоническими нарушениями. Самым крупным из них является Южно-Атласский разлом, протянувшийся с северо-востока на юго запад на сотни километров.

В гидрогеологическом отношении лучше изучены каменноугольные и верхнемеловые отложения (табл. 18, 19).

Из пород каменноугольного возраста водоносны песчаники, чередующиеся с пластами угля. По сведениям А. Корне (Corne, 1952), из каменноугольных песчаников и известняков при откачке получено от 5 до 12 л/с воды. Верхнемеловые отложения занимают сравнительно небольшую площадь в пределах бассейна Бешар.

Верхнемеловые воды залегают на глубине 8—70 м. Водосодержащими породами являются трещиноватые и кавернозные известняки. Воды субартезианские, статические уровни устанавливаются от 9,7 до 22,3 м ниже поверхности земли. Производительность скважин изменяется от 4 до 41 л/с. Воды пресные (скв. 42) и солоноватые (скв. 81), содержание сухого остатка колеблется в пределах 0,6—3,5 г/л.

Таблица 18

Сведения по скважинам, вскрывшим подземные воды в каменноугольных и верхнемеловых отложениях

Местонахождение и номер скважины	Глубина скважины, м Геологический индекс	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с
Район Бешара, 81	$\frac{35,5}{K_2}$	8,5—35,5	—9,7	—	41,7
Там же, 42	$\frac{75,0}{K_2}$	28,5—71,5	—22,3	38,7	4
Там же, северная Хасси-Экилибр, 82	$\frac{45}{C}$	1,8—30,2	—9,8	—	—

Таблица 19

Химический состав верхнемеловых вод, г/л

Номер скважины	Минерализация, г/л	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na+K
42	0,55	0,133	0,042	0,173	0,075	0,035	0,096
81	3,39	0,155	1,092	1,011	0,390	0,116	0,625

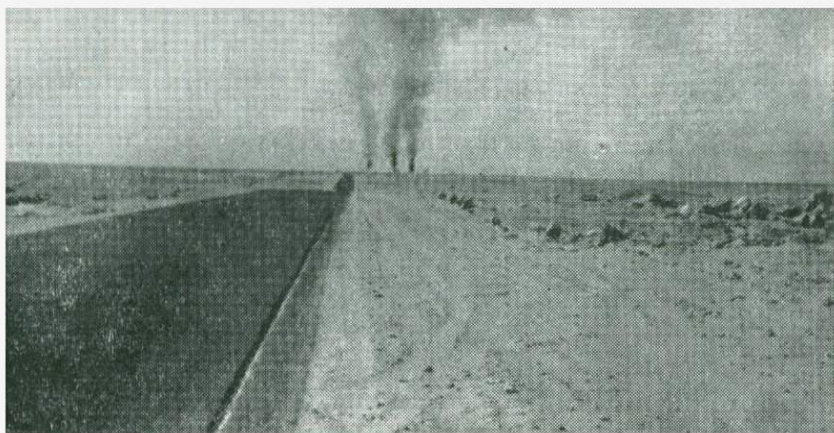
Подземные воды могут быть также приурочены к миоцен-четвертичным отложениям, довольно широко распространенным в районе Бешара, в долине уэда Зусфана и в других местах. Однако водоносность этих отложений пока не изучена.

В целом артезианский бассейн Бешар располагается в неблагоприятных для накопления запасов подземных вод условиях.

## БОЛЬШОЙ САХАРСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

Большой Сахарский артезианский бассейн — один из самых крупных в Африке. Он занимает территорию от Сахарского Атласа на севере до Ахаггара на юге, от Угартских цепей на западе до границы с Тунисом и Ливией на востоке. Восточная граница бассейна фактически открыта, и он продолжается на территорию Туниса и Ливии. Площадь бассейна в пределах Алжира примерно 600 тыс. км<sup>2</sup>.

Поверхность Сахарского артезианского бассейна, представляя собой часть Африканского плато, полого понижается с юга на



р. 23. Хамада (каменистая пустыня). На горизонте — факелы нового нефтегазового месторождения (Уаргла)

зер. Рельеф имеет ассиметричное строение. Восточная часть ссейна занимает сравнительно низкую территорию, за которой в тературе укрепилось название «Низкая Сахара». Средние абсолютные отметки поверхности этой территории 100—200 м. Самые низкие отметки поверхности приурочены к области шоттов зруан, Мельгир и Федж. Границы шоттов оконтуриваются нулевой горизонталью. Наиболее пониженные участки шоттов имеют метки от —24 до —36 м.

Обширные пространства пустынного плато, заключенные между дизонталями 300 и 500 м, на восточной и западной окраинах территории заняты массивами перевевающих песков. В центральной части бассейна расположено возвышенное плато Мзаб (абс. отм. 450—700 м), вытянувшееся с севера на юг от Лагуата Эль-Голеа. К югу и юго-востоку от Мзаба расположены известняковые плато Тадемаит и Тингерт, образующие южную окраину бассейна (рис. 23).

Западная часть рассматриваемого района «Высокая Сахара», и «Южно-Оранская хамада», представляет собой плато, наклонное к югу (абс. отм. 800—300 м). Как уже отмечалось, проанство между западным окончанием Мзаба и Саурой занято скалами большого Западного Эрга.

Рассматриваемый артезианский бассейн располагается в зоне стынного тропического климата с ярко выраженной аридностью. индекс аридности для Алжирской Сахары изменяется от 3,89 в лагуате и 3,5 в Бискре до 0,15 в Аулефе и 0,25 в Завия-Эль-Кахла

(Капо-Рей, 1958). Количество осадков постепенно уменьшается от Сахарского Атласа к югу, в глубь пустыни, составляя в районах Тидикельта и Танезруфта 5—10 мм/год. Кроме осадков в виде дождя выделяются «скрытые осадки», т. е. осадки конденсации. Их величина составляет 40—45 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в основании дюн и 8—15 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в их верхней части.

При столь незначительных осадках, выпадающих в течение года, отмечается исключительно высокое испарение. По средне-многолетним наблюдениям испаряемость в Туггурте 2818 мм, в Гардае 3851 мм, в Айн-Салахе 5171 мм. Поверхностный сток почти отсутствует. Руслу уэдов заполняются водой лишь периодически в районах, тяготеющих к Сахарскому Атласу. Главную роль в жизни населения играют подземные воды. Они являются надежным источником водоснабжения, орошения и промышленного водоснабжения. В настоящее время в Сахарском артезианском бассейне выявлены значительные ресурсы пресных и слабоминерализованных подземных вод. По ориентировочным подсчетам французских геологов статические запасы подземных вод только горизонта континенталь-интерколера составляют 12 000—50 000 млрд. м<sup>3</sup>.

В пределах рассматриваемого района пробурено свыше 2000 эксплуатационных на воду скважин и построены сотни шахтных колодцев, которые извлекают примерно 15 м<sup>3</sup>/с воды.

Основные водозаборы сосредоточены в крупных оазисах, являющихся центрами производства фиников. Плантации финиковой пальмы в Алжирской Сахаре занимают около 40 тыс. га. Финиковая пальма является основной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в пустыне (рис. 24).

По данным ЮНЕСКО, в 2000 г. потребность в воде для орошения увеличится до 41,4—58,2 м<sup>3</sup>/с в зависимости от темпов прироста орошаемых земель. Для получения указанного объема воды в Алжире потребуется построить более 1000 новых скважин.

В строении бассейна принимают участие морские и континентальные мезо-кайнозойские отложения. Мощность осадочного комплекса в западной и южной частях бассейна составляет 500—700 м. В восточной его части в районах Туггурта, М'Райер, Айн-Нага мощность мезо-кайнозойских отложений увеличивается до 1500—3500 м.

В тектоническом отношении артезианский бассейн приурочен к Северо-Сахарской зоне погружений Сахарской плиты, в пределах которой выделяется ряд структур более низкого порядка. В центральной части находится поднятие Мзаб, сложенное верхнемеловыми известняками, которое разделяет бассейн на восточную и западную части. Последняя представляет собой впадину, заключенную между Мзабом и Угартскими поднятиями, заполненную неогеновыми и четвертичными образованиями. Восточная часть бассейна представляет собой обширную впадину, называемую Низкой Сахарой, ось которой протягивается примерно по линии Уаргла, Туггурт, Джамаа, М'Райер. С востока на запад вдоль



Рис. 24. Пальмовая плантация в районе оазиса Тольга, орошаемая подземными водами

Сахарского Атласа протягивается Предсахарский прогиб, который структурным выступом Улед-Джеллалей разделяется на две части: впадину Бену на западе и Мельгир на востоке. Предсахарский прогиб выполнен комплексом континентальных отложений мио-плиоцена и четвертичного возраста мощностью до 1500 м.

Фундамент платформы, обнажающейся в Ахаггаре и Регибате, в пределах бассейна погружается на большую глубину. В Низкой Сахаре он вскрывается скважинами на глубине 3658 и 3920 м (севернее форта Лальман). К северу глубина залегания фундамента увеличивается до 5000 м (на участке Уаргла, Туггурт, Зрибет—Эль-Уэд). Между поднятиями Тадемаит и Тингерт в северном направлении протягивается поднятие Эль-Абиод, ограниченное сбросами север-северо-восточного простирания. Это поднятие, как и другие положительные структуры бассейна, представляет собой выступ докембрийского фундамента, который разделяет впадину Низкой Сахары на впадину Большого Восточного Эрга на юго-востоке и впадину Уэд-Мья на юго-западе.

Структуры разного порядка обуславливают деление артезианского бассейна на четыре части: западная часть бассейна — Саура, центральная часть — область меловых поднятий, восточная часть — Низкая Сахара и наложенный артезианский бассейн Уэд-Тир.

В разрезе мезо-кайнозой выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы: континенталь-интерколер или нижнемеловой (слабосцементированные разнозернистые песчаники, гравели-

ты), верхнемеловой (известняки, закарстованные и трещиноватые), нижнеэоценовый (известняки трещиноватые), мио-плиоценовый (слабосцементированные песчаники, пески с гравием), четвертичный (пески, галечники). Водоносные горизонты и комплексы в различной степени разобщены относительно водоупорными отложениями валанжина и готерива (глины с прослоями песчаников, доломитов, мергелей), сеномана (глины и мергели), сенона (глины, ангидриты, мергели) и среднего эоцена (гипсы, глины), мощность которых изменяется от десятков до нескольких сотен метров. Наиболее широко распространен сеноманский водоупор, который имеет региональное значение.

## Западная часть бассейна — Саура

Саура занимает территорию от гор Сахарского Атласа на севере до Гуары и Туата — на юге. Западным ограничением бассейна являются горно-складчатые сооружения Угартских цепей и Бешарского бассейна. Восточная граница проходит по подножию Мзаба. Территория представляет собой слабонаклонную равнину с отметками 800—700 м у южных склонов Сахарского Атласа и 500—300 м в районе оазиса Туат. Равнина сложена толщей кремневого известняка или известково-гипсовыми корами, бронирующими поверхность. Там, где поверхность равнины расчленена эрозией, главной формой рельефа являются многочисленные плосковершинные столовые поверхности, носящие название «гур».

С Сахарского Атласа в пустыню спускаются многочисленные уэды (Саура, Намус, Эль-Гарби и др.). Руслу уэдов, достигнув пустынного плато, разделяются на ряд мелких протоков, теряющихся в песках Большого Западного Эрга. В долинах уэдов выделяется до четырех эрозионных уровней (Cognet, 1952). Например, в уэдах Саура и Сеггер террасы имеют следующие относительные высоты: первая 5—6 м, вторая 20 м, третья 40 м, четвертая 50 м.

Южная часть территории Сауры покрыта песками Большого Западного Эрга, простирающегося с севера на юг более чем на 200 км.

Водообеспеченность Сауры крайне низкая, осадков здесь очень мало (29,5 мм в Бени-Аббесе и 15,22 мм в Тимиладже), они быстро испаряются и поглощаются песками. Паводковые воды, стекающие с гор, достигая пустыни, испаряются. Постоянных водных артерий в районе нет. Поэтому вся жизнедеятельность населения сосредоточена у естественных выходов подземных вод в долине Саура. В Туате и Гуарате подземные воды горизонта континенталь-интерколер залегают близко от поверхности земли и дренируются с помощью фоггара. Общая протяженность фоггара составляет 7—10 км, суммарный расход воды около 3 м<sup>3</sup>/с.

Геологическое строение и подземные воды района Саура изучены очень слабо. Обусловлено это тем, что территория Западной Сахары труднодоступна, мало заселена и не развита эконо-

мически. В последние годы в связи с широкими поисковыми работами на нефть и газ западнее Мзаба бурятся разведочные скважины, которые в ближайшее время могут дать новый материал по гидрогеологии рассматриваемого района.

По имеющимся данным (Shoeller, 1945; Cornet, 1952) в слоении района принимают участие осадочные породы нижнего и верхнего мела, мио-плиоцена и четвертичного возраста. Нижнемеловые отложения представлены переслаивающейся толщей континентальных слабосцементированных песчаников и песков различного механического состава с прослоями гравелитов и глин. Эта песчано-глинистая толща с континенталь-интерколера, возможно, также включает и континентальные отложения верхней юры. Она залегает на глинисто-ангидритовых осадках юры и триаса и имеет мощность до 500—800 м.

Верхнемеловые отложения, представленные карбонатными породами, распространены лишь узкой полосой вдоль Сахарского Атласа. Их мощность изменяется в пределах 50—100 м.

Породы верхнего мела покрыты пестрыми осадками так называемой «конечной континентальной серии», возраст которой условно определяется как мио-плиоценовый. Она состоит из чередующихся слоев песка, гравия, глин и озерных известняков. Мощность ее от нескольких десятков до 100 м.

Четвертичные отложения представлены рыхлыми осадками различного генезиса: пролювиальными, пролювиально-делювиальными, золовыми. Пролувиальные и пролювиально-делювиальные отложения локализируются преимущественно по долинам уэдов. Они сложены пестрым слабосортированным материалом. Среди отложений четвертичного возраста наиболее широко развиты озовые отложения, образующие огромный массив песков Большого Западного Эрга. Золовые пески различной мощности перекрывают отложения мио-плиоцена или нижнего мела.

По условиям распространения, залегания, особенностям формирования, питания и разгрузки в этой части бассейна выделяются водоносные комплексы в отложениях нижнего мела (континенталь-интерколера), верхнего мела, мио-плиоцена и четвертичного возраста. Выделенные водоносные комплексы не все изучены в одинаковой степени, поэтому подробность характеристики каждого из них соответствует наличию гидрогеологической информации.

Водоносный комплекс континенталь-интерколера распространен на всей площади района от Сахарского Атласа до оазисов Гуарары и Туата, где имеются обширные обнажения нижнемеловых песчаников. Характерной особенностью залегания комплекса является отсутствие на большей части площади его распространения выдержанного водоупора. Глинистая толща сеномана, образующая на большей части артезианского бассейна региональный водоупор, в данном районе имеет незначительное распространение. Отсутствие водоупора делает возможным существование гидравлической связи между водоносными комплексами, развитыми на данной площади.

Представление о водообильности отложений континенталь-интерколер можно получить по ряду скважин, расположенных к северу и северо-западу от Эль-Голеа. В пределах Сауры распространены артезианские и субартезианские воды, залегающие на глубине от 50—80 до 150 м. Мощность вскрытой части водоносного комплекса 70 м. Удельные дебиты изменяются от 1,5 до 8—11 л/с при самоизливе. Производительность водозаборов колеблется в довольно широких пределах (4—50 л/с, реже до 100 л/с). Пьезометрические уровни в зависимости от гипсометрии поверхности изменяются от —100 до +6 м (табл. 20).

Таблица 20

*Характеристика водоносных нижнемеловых отложений (Большой Западный Эрг)*

Местонахождение и номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень воды, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация, г/л
			Абс. отм. уровня, м			
Хасси-Ба-Хамон	120	86—119	$\frac{-62}{-}$	—	4	0,372
Хасси-Аллаля	90	48—90	$\frac{-43}{-}$	0,4	3	0,272
Тагит	123	78—118	$\frac{+1,95}{-}$	—	16	0,179
Герн-Бен-Катбу	660	110—190	$\frac{-77,8}{-}$	0,8	14	1,583
Эрг Эль-Ангеёр	1228	—	$\frac{-100}{-}$	—	14	0,78
Фуко, 19	151,5	128—150	$\frac{+6,41}{397}$	—	22	—
Аффрет — Бель-Аббес	88,5	55,5—88,5	$\frac{-}{394,74}$	—	39,2	0,288
Сант-Жозеф, 15	126,9	89,0—126,5	$\frac{-}{401,8}$	—	12	0,343
Хасси-Эль-Гара, 688	81	46—81	$\frac{-}{379,2}$	—	25	0,221
Бадриан, 25	145	66—145	$\frac{2,6}{396}$	—	11,5	0,339
Дуар-Кшеб	160	102—158	$\frac{-}{385,8}$	—	47,5	0,207

Воды района Эль-Голеа ультрапресные и пресные, хорошего качества. По химическому составу выделяются гидрокарбонатные кальциевые или магниевые воды смешанного анионного состава. В водах этого типа среди анионов на первом месте находится гидрокарбонат-ион, содержание которого варьирует от 2 до 47%-экв, на втором месте сульфат-ион — 28—34%-экв. Из катионов на первом месте находится ион кальция или натрия, реже магния, содержание которых составляет 53—65%-экв (табл. 21).

Для некоторых участков водоносного комплекса характерно распространение сульфатно-хлоридных кальциевых или сульфатных натриево-кальциевых вод с минерализацией до 0,8 г/л. Воды Эль-Голеа по своему качеству являются лучшими питьевыми во всей Северной Сахаре. Значительные удельные дебиты скважин, неглубокое залегание водоносного горизонта, относительно высокие пьезометрические уровни, обеспечивающие свободное фонтанирование большинства скважин, а также хорошее качество воды делают подземные воды этого района особенно ценным природным богатством.

Питание вод горизонта континенталь-интерколер осуществляется за счет атмосферных осадков, выпадающих в горах Сахарского Атласа. Дополнительным источником питания служат паховые воды временных водотоков, а также инфильтрация конденсационных вод из песков Большого Западного Эрга.

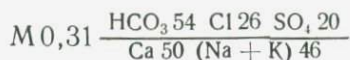
Сток вод рассматриваемого водоносного комплекса происходит в двух направлениях. Одна часть подземного стока направлена на юг в соответствии с наклоном геологической структуры к оазисам Туат и Гурара, где происходит частичная разгрузка нижнемеловых вод в шотты, другая — на восток в сторону Низкой Сахары.

По данным Г. Шёллера, к трещинным озерным известнякам и грубообломочным песчаным отложениям мио-плиоцена приурочены пресные грунтовые воды.

По химическому составу выделяются гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-магниевые, хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые и сульфатные воды смешанного анионного состава (табл. 22). Минерализация вод колеблется в пределах 0,28—0,75 г/л.

Грунтовые воды четвертичных отложений слабо изучены. По имеющимся данным зеркало грунтовых вод залегает на глубине 1—5 м. Воды пресные, минерализация до 1 г/л. На участках развития засоленных глинистых пород минерализация грунтовых вод повышается до 3—4 г/л и более.

Химический состав вод следующий:



(колодец Бель Аид в окрестности Эль-Голеа).

Химический состав подземных вод нижнемелового комплекса в районе Эль-Голеа (Большой Западный Эрг)

Местонахождение и номер скважины	Ионный состав, г/л/мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Эль-Кевш, 538	0,105	0,018	0,172	0,08	0,15	0,55	M1,1 $\frac{\text{HCO}_3\ 63\ \text{SO}_4\ 22\ \text{Cl}\ 15}{\text{Ca}\ 60\ \text{Na}\ 30\ \text{Mg}\ 10}$
	4,37	1,46	8,58	2,26	3,12	9,02	
	30	10	60	15	22	63	
Эль-Ахмар, 600	0,022	0,014	0,058	0,058	0,106	0,094	M3,35 $\frac{\text{SO}_4\ 41\ \text{Cl}\ 30\ \text{HCO}_3\ 29}{\text{Ca}\ 54\ \text{Mg}\ 28\ \text{Na}\ 18}$
	0,96	1,51	2,89	1,69	2,21	1,54	
	18	28	54	30	41	29	
Жени, 601	0,021	0,015	0,034	0,027	0,040	0,135	M0,27 $\frac{\text{HCO}_3\ 58\ \text{SO}_4\ 22\ \text{Cl}\ 20}{\text{Ca}\ 44\ \text{Mg}\ 32\ \text{Na}\ 24}$
	0,91	1,23	1,7	0,76	0,83	2,21	
	24	32	44	20	22	58	
Эль-Гара	0,016	0,006	0,024	0,019	0,039	0,066	M0,17 $\frac{\text{HCO}_3\ 44\ \text{SO}_4\ 33\ \text{Cl}\ 23}{\text{Ca}\ 49\ \text{Na}\ 30\ \text{Mg}\ 21}$
	0,7	0,49	1,19	0,54	0,81	1,08	
	30	21	49	23	33	44	
Хадж-Халима	0,03	0,007	0,024	0,02	0,037	0,092	M0,21 $\frac{\text{HCO}_3\ 53\ \text{SO}_4\ 27\ \text{Cl}\ 20}{\text{Na}\ 42\ \text{Ca}\ 39\ \text{Mg}\ 19}$
	1,3	0,58	1,2	0,56	0,77	1,5	
	42	19	39	20	27	53	
Петроши, 603	0,154	0,017	0,09	0,092	0,276	0,258	M0,9 $\frac{\text{SO}_4\ 46\ \text{HCO}_3\ 33\ \text{Cl}\ 21}{\text{Na}\ 53\ \text{Ca}\ 36\ \text{Mg}\ 11}$
	6,7	1,4	4,49	2,6	5,75	4,24	
	53	11	36	21	46	33	

Химический состав подземных вод мио-плиоценовых отложений левобережья узда Саура

Местоположение и номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Хасси-Бель-Хаджи, 375	0,024	0,013	0,078	0,056	0,027	0,236	M0,4 $\frac{\text{HCO}_3\ 64\ \text{Cl}\ 27\ \text{SO}_4\ 9}{\text{Ca}\ 65\ \text{Mg}\ 18\ \text{Na}\ 17}$
	1,05	1,09	3,88	1,59	0,56	3,87	
	17	18	65	27	9	64	
Хасси-Эль-Хомер, 377	0,091	0,033	0,144	0,17	0,218	0,276	M0,93 $\frac{\text{Cl}\ 35\ \text{SO}_4\ 33\ \text{HCO}_3\ 32}{\text{Ca}\ 52\ \text{Na}\ 29\ \text{Mg}\ 19}$
	3,96	2,71	7,2	4,8	4,54	4,53	
	29	19	52	35	33	32	
Хасси-Фальва, 378	0,019	0,028	0,104	0,105	0,086	0,218	M0,56 $\frac{\text{HCO}_3\ 36\ \text{Cl}\ 43\ \text{SO}_4\ 21}{\text{Ca}\ 62\ \text{Mg}\ 28\ \text{Na}\ 10}$
	0,83	2,3	5,2	2,96	1,79	3,57	
	10	28	62	36	21	43	
Хаммам-Маздер, 379	0,03	0,009	0,056	0,049	0,074	0,117	M0,28 $\frac{\text{HCO}_3\ 32\ \text{Cl}\ 28\ \text{SO}_4\ 40}{\text{Ca}\ 58\ \text{Na}\ 29\ \text{Mg}\ 13}$
	1,3	0,74	2,84	1,38	1,54	1,92	
	27	15	58	28	32	40	

## Центральная часть бассейна — область меловых поднятий

Поднятие Мзаб, протягивающееся в меридиональном направлении от Лагуата к Эль-Голеа, с запада ограничивается массивом песков Большого Западного Эрга, на востоке граница его может быть проведена по контакту с отложениями мио-плиоцена. На юге Мзаб переходит в плато Тадемаит, представляющее собой моноклиналь, сложенную преимущественно карбонатными породами верхнего мела. Плато Тадемаит с юга и юго-запада обрывается высокими куэстами к равнинам Тидикельта, к востоку оно сменяется известняковым плато Тингерт (рис. 25).

Абсолютные высоты поверхности Мзаба 750—600 м понижаются в сторону Гардаи и Эль-Голеа до 450—350 м и вновь повышаются до 550—700 м на плато Тадемаит. В пределах плато Тингерт отметки поверхности колеблются в пределах 300—500 м, на общем фоне поверхности хамады возвышаются отдельные гряды с высотами 550—565 м. Поверхность Мзаба сложена сильно-трещиноватыми и закарстованными известняками верхнего мела и интенсивно расчленена эрозионной сетью.

Капо-Рей отмечает, что плато Мзаб настолько изрезано уэдами, что превратилось в беспорядочное чередование хребтов и останцов. Южную часть Мзаба, отпрепарированную денудацией и изрезанную густой сетью уэдов, в Сахаре называют «шебка».

К северу от Гардаи характерным элементом рельефа Мзаба является дайма, представляющая собой замкнутую котловину, в которой могут собираться воды поверхностного стока. По мнению Капо-Рейя, происхождение даймы связано с активными карстовыми процессами, протекающими на поверхности, сложенной карбонатными породами. По этим специфическим формам рельефа поднятие Мзаб условно делится на два района: на севере район даймы на юге шебка. Известковые хамады Тадемаит и Тингерт характеризуются широким развитием куэстовых форм рельефа.

Водообеспеченность района низкая. Количество осадков в Гардае 61 мм/год, в Завия-эль-Кахла 13,7 мм/год. В пределах плато Тадемаит и Тингерт осадки выпадают не ежегодно. Поверхностных водотоков нет. Проблема водоснабжения является одной из самых важных при решении вопроса о хозяйственном освоении этих районов. Наиболее освоенный и населенный район Мзаба находится на севере территории. В этом районе выпадает несколько большее количество осадков, что обеспечивает значительно больший сток в уэдах Мзаба. Паводки бывают в среднем каждый год или один раз в 2 года. Местное население в долинах уэдов строит плотины, с помощью которых задерживает паводковые воды для полива плантаций. Широко распространены шахтные колодцы, подъем воды из которых производят с помощью животной тяги (верблюды, ослы). Такие колодцы глубиной 10—55 м эксплуатируют воду подрусловых потоков уэдов или в известняках верхнего мела. Горизонты грунтовых вод маловодообильны. В жаркое



Рис. 25. Плато Тадемаит

время года статические уровни грунтовых вод значительно снижаются. Но по сведениям местных жителей колодцы функционируют в течение всего года. В последнее десятилетие в оазисах Гардаи пробурено более 30 скважин, которые эксплуатируют горизонт континенталь-интерколера с суммарным дебитом около 850 л/с (по данным инвентаризации 1965 г.).

В гидрогеологическом отношении район меловых поднятий изучен весьма неравномерно. Основные материалы по подземным водам касаются преимущественно района Мзаб, который более населен и развит экономически. Южная часть территории (плато Тадемаит и Тингерт) — это почти безжизненные пространства, которые даже кочевники посещают редко. В последние годы в связи с бурением скважин для обеспечения водой транспортных артерий пустыни, а также с разведкой на нефть и газ был получен новый материал, который несколько уточнил и расширил представление о геологическом строении и водоносных горизонтах рассматриваемого района.

В геологическом строении принимают участие отложения сенона и турона (преимущественно известняки и мергели) и нижнего мела (баррема — альба), представленные слабосцементированными песчаниками с прослоями глины. Подчиненное значение имеют континентальные образования неогена и четвертичного возраста.

В геологическом разрезе меловых поднятий может быть выделено три водоносных комплекса (снизу вверх): 1) континенталь-интерколера, 2) верхнемеловых отложений; 3) отложений четвертичного возраста. Водоносный комплекс континенталь-интерколера

распространен на всей рассматриваемой территории, где он залегает под глинистыми отложениями сеномана, образующими выдержанный водоупор мощностью до 100 м. В Мзабе отложения континенталь-интерколер погружаются в восточном направлении от абсолютных отметок 215—230 м в районе оазисов Гардаи до абсолютной отметки минус 400 м в оазисе Геррара.

Водосодержащими являются слабосцементированные песчаники или пески с прослоями глин пестрой окраски, иногда с линзами гравелитов. Содержание глин в разрезе весьма изменчиво. Нижнемеловые отложения, как можно видеть по данным скважин, пробуренных экспедицией Гипроводхоза и другими организациями, содержат напорные воды, пьезометрические уровни которых в зависимости от особенностей рельефа и гидродинамических условий нередко устанавливаются выше поверхности земли. Глубина залегания кровли нижнемеловых отложений обусловлена структурными особенностями. Скважина в Тильгемте, расположенном между Лагуатом и Беррианом, вскрыла кровлю нижнемеловых отложений на глубине 176 м. Наиболее водообильным оказался интервал 310—372 м. Южнее кровля водоносных отложений нижнего мела залегает на следующих глубинах: в Берриане (скв. 21) — 390 м, в Гардае (скв. 20) — 474 м, в Метлили (скв. 29) — 171 м. Между оазисами Метлили и Эль-Голеа кровля нижнемеловых отложений находится на глубине 154—240 м, на плато Тингерт водоносные песчаники вскрываются скважинами на глубине 250—350 м.

Производительность скважин, эксплуатирующих воды нижнемеловых отложений, изменяется в широких пределах в зависимости от водно-физических свойств пород и гидродинамических условий. Удельные дебиты скважин 1,76—7,46 л/с в районе Гардаи, 3—11,49 л/с в районе Тидекельта. В окрестностях Гардаи при откачках с понижениями на 3—24 м из скважин получают 15—70 л/с. При изливе в районе Тидикельта производительность скважин составляет 13—115 л/с, на плато Тингерт (район Завия-эль-Кахла) 20—40 л/с (табл. 23).

По степени минерализации нижнемеловые воды относятся к пресным и слабосолевым. По химическому составу они сульфатные, хлоридно-сульфатные или сульфатно-хлоридные, реже сульфатно-гидрокарбонатные. В северной части района между Лагуатом и оазисом Нумерат наиболее распространены воды сульфатно-хлоридного состава с повышенным содержанием гидрокарбонат-иона. С увеличением минерализации до 1 г/л и более воды становятся хлоридно-сульфатными. При этом ион хлора значительно преобладает над сульфат-ионом. Из катионов на первом месте находится ион натрия, на втором — кальция.

Южнее Гардаи в условиях более активного водообмена распространены пресные воды, содержание плотного остатка в которых изменяется от 0,4 до 1 г/л. При минерализации более 0,4—0,6 г/л воды относятся к сульфатно-хлоридным натриево-кальциевым. Пресные воды с минерализацией до 0,4 г/л характеризуются

Характеристика водоносности нижнемелового комплекса в районе поднятия  
Мзаб и равнины Тидикельт

Номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация, г/л
<i>Поднятие Мзаб</i>						
19	545,8	436—545,8	—91,8	24	40	0,788
20	540,3	474—523	—74,5	24	50	1,84
21	519	390—519	—72,9	9	67	1,389
<i>Равнина Тидикельт</i>						
11	151	50,8—108,3	11,35	10,6	20	1,627
12	127,2	38,6—111	4,5	3,7	13	1,079
13	162,1	55,1—148,1	8,8	8,4	70	2,261

повышенным содержанием и гидрокарбонат-иона по сравнению с ионом хлора. По мере удаления от областей питания минерализация вод значительно повышается и в районе Тидикельта достигает 2—3 г/л. Воды района Ин-Салаха относятся к хлоридно-сульфатным натриево-кальциево-магниевым. Из анионов преобладает фтор-ион — 50—60% -экв, содержание сульфат-иона изменяется в пределах 30—45% -экв (табл. 24).

Основная область питания вод нижнемелового водоносного комплекса находится в горах Сахарского Атласа. Дополнительное питание поступает из района Большого Западного Эрга, что, видимо, и является причиной некоторого опреснения нижнемеловых вод на участке Нумерат—Эль-Голеа. Общее направление подземного стока вод определяется характером геологической структуры, особенностями рельефа и литологическим составом пород. Напорный градиент на участке Лагуат—Берриан равен 0,0024, между Гардая и Эль-Голеа — 0,0018, а южнее между Эль-Голеа и Айн-Салахом он уменьшается до 0,0004. Общий уклон пьезометрической поверхности направлен от Сахарского Атласа к югу и востоку, что свидетельствует о подземном стоке в двух направлениях: на восток в сторону Низкой Сахары и на юг к Туату и Тидикельту.

Пьезометрические уровни в районе Хасси-Рмеля и Гардаи находятся на глубине 72,9—91,8 м (абс. отм. 442 м), с понижением рельефа к югу от Гардаи пьезометрические уровни устанавливаются выше поверхности земли на 1—2 м. В оазисе Нумерат пьезометрический напор на скв. Дайя-Ханеш (южнее Гардаи) равен 46 м (абс. отм. 406 м) выше поверхности земли. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности в Тидикельте составляют 279—285 м. Частичная разгрузка нижнемеловых вод происходит в шоттах в 40—70 км южнее оазиса Айн-Салах. Искусственная раз-

Химический состав подземных вод нижнемеловых отложений в районе меловых поднятий и равнины Тидикельт

Местоположение и номер водопункта	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
<i>Тидикельт</i>							
Оазис Айн-Салах, 44	0,584	0,096	0,24	0,994	0,72	0,146	M2,8 $\frac{\text{Cl } 62 \text{ SO}_4 \text{ 33}}{\text{Na } 56 \text{ Ca } 26 \text{ Mg } 18}$
	25,4	8	12	28	15	2,4	
	56	18	26	62	33	5	
Там же, 46	0,504	0,102	0,23	0,781	0,84	0,146	M2,6 $\frac{\text{Cl } 53 \text{ SO}_4 \text{ 42}}{\text{Na } 53 \text{ Ca } 27 \text{ Mg } 20}$
	21,4	8,5	11,5	22	17,5	2,4	
	53	20	27	53	42	5	
<i>Мзаб</i>							
Оазис Гардая, 19	0,131	0,026	0,105	0,181	0,253	0,18	M0,87 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 40 Cl } 38 \text{ HCO}_3 \text{ 22}}{\text{Na } 43 \text{ Ca } 40 \text{ Mg } 17}$
	5,7	2,33	5,25	5,1	5,25	2,93	
	43	17	40	38	40	22	
Там же, 20	0,334	0,069	0,182	0,502	0,609	0,151	M1,85 $\frac{\text{Cl } 48 \text{ SO}_4 \text{ 43}}{\text{Na } 49 \text{ Ca } 31 \text{ Mg } 20}$
	14,5	5,68	9,11	14,16	12,66	2,48	
	49	20	31	48	43	9	
Хасси-Фанль, южнее Гардая, 297	0,136	0,037	0,101	0,143	0,357	0,157	M0,93 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 53 Cl } 29 \text{ HCO}_3 \text{ 18}}{\text{Na } 42 \text{ Ca } 36 \text{ Mg } 22}$
	5,92	3,04	5,04	4,03	7,43	2,57	
	42	22	36	29	53	18	
Хасси-Тупль, 299	0,175	0,046	0,109	0,171	0,457	0,153	M1,1 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 57 Cl } 29 \text{ HCO}_3 \text{ 14}}{\text{Na } 45 \text{ Ca } 33 \text{ Mg } 22}$
	7,61	3,78	5,44	4,82	9,51	2,5	
	45	22	33	29	57	14	
Хасси-Гурет-Мусса, 455	0,012	0,03	0,079	0,056	0,169	0,11	M0,46 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 50 HCO}_3 \text{ 27 Cl } 23}{\text{Ca } 57 \text{ Mg } 36}$
	0,52	2,46	3,94	1,58	3,52	1,82	
<i>Плато Тингерт</i>							
Уэд Амескики, 337	0,607	0,133	0,582	0,279	2,769	0,032	M4,4 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 87 Cl } 12}{\text{Ca } 44 \text{ Na } 39 \text{ Mg } 17}$
	26,4	10,94	29,04	7,87	58,01	0,52	
	39	17	44	12	87	1	
Рудра-Багуль, 450	0,455	0,126	0,455	0,824	1,364	0,074	M3,3 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 54 Cl } 44}{\text{Ca } 43 \text{ Na } 37 \text{ Mg } 20}$
	19,79	10,36	22,7	23,24	28,4	1,21	
	37	20	43	44	54	2	

грузка подземных вод осуществляется при помощи фоггара и скважин. По данным службы инженерных исследований (SES) Алжира, в 1967 г. в Айн-Салахе расход фоггара составлял 0,5 м<sup>3</sup>/сут, а отбор из скважин — 0,75 м<sup>3</sup>/сут. Подземными водами орошалось около 1600 га пальмовых плантаций. Для полного обеспечения водой орошаемых земель Тидикельта требуется современный водоотбор увеличить примерно на 30%. Наряду со строительством новых водозаборов необходимо принимать действенные меры по охране подземных вод и их рациональному использованию (рис. 26).

Водоносный горизонт в отложениях верхнего мела (сенон и турон) представлен трещиноватыми и кавернозными известняками, распространенными на всей площади рассматриваемого района. Они слагают поверхность плато Мзаб, Тадемаит и Тингерт, прорезанную долинами многочисленных уэдов. Мощность отложений верхнего мела в Мзабе 60—150 м, в районе хамады Тингерт до 200 м.

Водообильность верхнемелового водоносного горизонта изучена крайне слабо. На большей части Мзаба они дренированы до вреза уэдов. Имеются сведения о том, что колодцы глубиной до 60—70 м в Северном Мзабе не встретили водоносного горизонта. К югу от Мзаба до Тадемаит между Эль-Голеа и Айн-Салахом (около 430 км) существует лишь один колодец у Форты-Мирибель, который вскрывает воду в известняках сенона (рис. 27). Статический уровень воды находится на 15 м ниже поверхности земли (абс. отм. 446,4 м).

В целом район меловых поднятий отличается неблагоприятными условиями для формирования ресурсов подземных вод в известняках верхнего мела. В пределах Мзаба выпадает ежегодно около 60 мм осадков. К югу их количество уменьшается до 13,7 мм (Айн-Салах, Завия-эль-Кахла), причем на плато Тингерт и плато Тадемаит осадки выпадают не каждый год. Капо-Рей, например, указывает, что в Айн-Салахе дожди не выпадают в течение 3—4 лет. Кроме того, для этих районов характерна огромная испаряемость.

Площади распространения известняков верхнего мела расчленены частой и глубоковрезанной сетью уэдов, что обеспечивает быстрый сток поверхностных вод и редких атмосферных осадков.

Питание верхнемелового водоносного горизонта может происходить за счет частичной инфильтрации осадков, выпадающих на площади распространения известняков, и поглощения поверхностного стока уэдов со стороны Сахарского Атласа. Возможен также приток вод из горизонтов Большого Западного Эрга.

В южной части поднятия Мзаб толща пород верхнего мела на большей части распространения сдренирована до уровня вреза эрозивной сети и является практически безводной. Подземный сток возможен лишь ниже уровня вреза уэдов. Его направление соответствует наклону структуры, т. е. на юг к Тидикельту и на

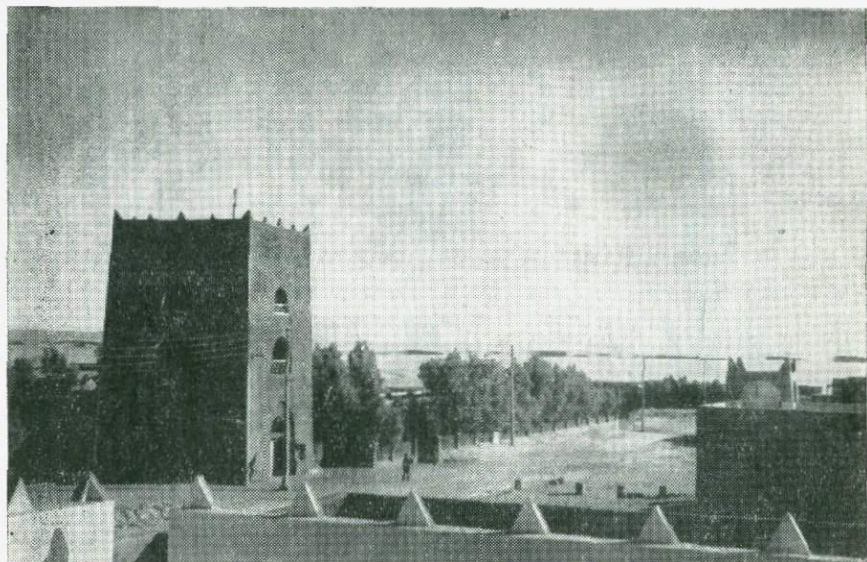


Рис. 26. Оазис Айн-Салах в Центральной Сахаре

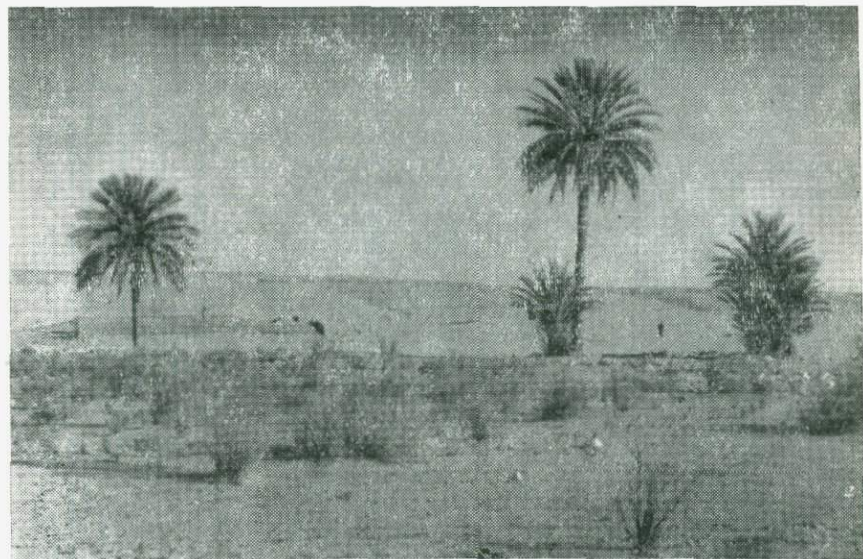


Рис. 27. Древняя долина с грунтовым колодезем у Форта-Мирибеля (плато Тадемаит)

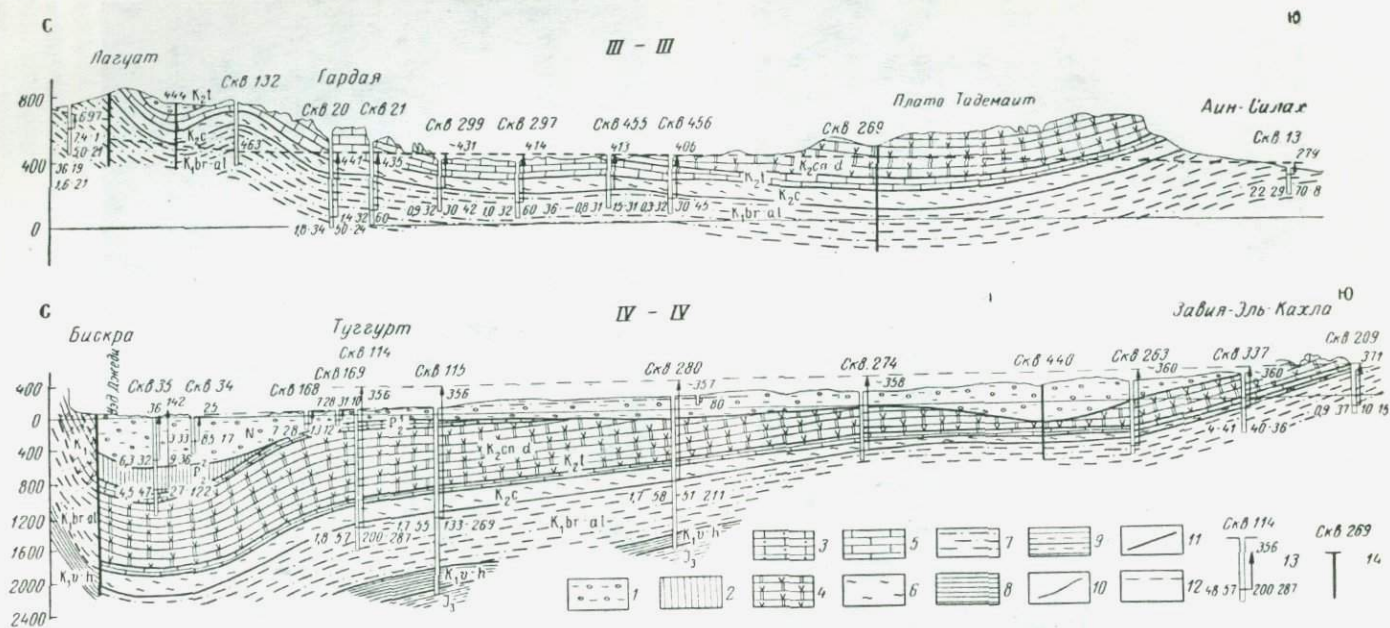


Рис. 28. Схематические гидрогеологические разрезы через меловые поднятия и Низкую Сахару по линиям III—III и IV—IV

Водоносные комплексы, горизонты и водоупоры: 1 — в отложениях мио-плиоцена, воды солоноватые, напорные, удельные дебиты скважин до 11 л/с; 2 — водоупорные отложения (мергели, глины, доломиты) среднего эоцена; 3 — в отложениях нижнего эоцена, воды солоноватые, напорные, удельные дебиты скважин 1,5—8 л/с; 4 — в нерасчлененных верхнемеловых отложениях, воды солоноватые, реже пресные, напорные, удельные дебиты скважин 0,3—1,5 л/с; 5 — в отложениях тулона (известняки), воды напорные, солоноватые; 6 — водоупорные отложения (глины, мергели, гипсы) сеномана; 7 — в нижнемеловых отложениях (баррем-альб), воды напорные, пресные и слабосоленоватые, производительность скважин 10—300 л/с; 8 — водоупорные нерасчлененные отложения валанжина и готерива; 9 — в верхнеюрских отложениях; 10 — стратиграфическая граница; 11 — Южно-Атласский разлом; 12 — пьезометрическая поверхность; 13 — скважина: вверху — номер, стрелка — абсолютная отметка уровня подземных вод, м; внизу справа: дебит, л/с и понижение, м; слева: минерализация, г/л и температура воды, °С; 14 — структурная скважина

## Химический состав грунтовых вод четвертичных отложений поднятия Мзаб и равнины Тидикельт

Местонахождение и номер водопункта	Глубина отбора, м	Ионный состав, г/л, мг.экв/л, %-экв						Формула химического состава
		Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Мзаб, оазис Берриан, кол. 724	5,3	0,435	0,156	0,176	0,696	0,614	0,535	M2,6 $\frac{Cl\ 48\ SO_4\ 32\ HCO_3\ 20}{(Na+K)\ 46\ Mg\ 32\ Ca\ 22}$
		18,91	12,83	8,83	19,64	12,8	8,79	
		46	32	22	48	32	20	
Тидикельт, оазис Сахела Фукания, кол. 18	0,85	1,853	0,242	0,594	2,625	2,495	0,249	M8,0 $\frac{Cl\ 57\ SO_4\ 40}{(Na+K)\ 62\ Ca\ 33\ Mg\ 15}$
		80,6	19,9	27,40	74,03	51,42	4,08	
		62	15	23	57	40	3	
Там же, шурф 20	0,50	3,028	0,362	0,743	4,025	3,92	0,346	M12,4 $\frac{Cl\ 57\ SO_4\ 41}{(Na+K)\ 66\ Ca\ 19\ Mg\ 15}$
		131,75	29,77	37,08	113,55	81,62	5,67	
		66	15	19	57	41	1	
„ „ шурф 2	1,9	1,577	0,289	0,611	2,438	2,485	0,151	M7,6 $\frac{Cl\ 56\ SO_4\ 42}{(Na+K)\ 56\ Ca\ 25\ Mg\ 19}$
		68,6	123,77	30,49	68,72	51,7	12,48	
		56	19	25	56	62	2	
Оазис Фоггарет-эз-Зуа, шурф 23	1,45	1,425	0,091	0,396	1,05	2,732	0,161	M5,9 $\frac{SO_4\ 64\ Cl\ 33}{(Na+K)\ 69\ Ca\ 22}$
		62,2	7,48	19,76	29,6	55,84	2,64	
		69	8	22	33	64	3	
Там же, шурф 25	1,5	3,474	0,242	0,683	3,850	4,514	0,176	M12,9 $\frac{Cl\ 52\ SO_4\ 46}{(Na+K)\ 73\ Ca\ 17}$
		151,1	19,9	34,08	108,6	93,48	2,89	
		73	9	17	53	46	1	
Оазис Эль-Барка, шурф 244	0,32	1,09	0,216	0,64	1,349	2,64	0,268	M6,2 $\frac{SO_4\ 57\ Cl\ 39}{(Na+K)\ 49\ Ca\ 33\ Mg\ 18}$
		47,4	17,77	31,9	38,14	55,0	4,39	
		49	18	33	39	57	4	
Там же, шурф 215	0,82	0,136	0,402	0,73	2,059	2,64	0,653	M7,6 $\frac{Cl\ 48\ SO_4\ 47}{(Na+K)\ 41\ Ca\ 31\ Mg\ 28}$
		49,36	33,06	36,43	58,54	55,0	10,7	
		41	28	31	48	47	5	

восток-юго-восток к центральной части впадины Низкой Сахары (рис. 28, III—III).

Водоносный горизонт в четвертичных отложениях характеризуется спорадическим распространением. Водосодержащими породами являются аллювиальные отложения уэдов, песчано-глинистые осадки, заполняющие впадины даёа, и эоловые пески. Грунтовые воды четвертичных отложений залегают на глубине от 1 до 30 м и более. В долинах уэдов они вскрываются колодцами на глубине от 2 до 20 м. Эти воды характеризуются пестрой минерализацией (3—13 г/л). По типу воды хлоридно-сульфатные натриевые или натриево-кальциевые, реже хлоридные натриевые. На равнине Тидикельт грунтовые воды приурочены к песчано-глинистым элювиально-делювиальным отложениям. Эти воды вскрыты многочисленными колодцами и шурфами на глубине 0,5—3 м. Наиболее высокое залегание зеркала грунтовых вод отмечается на орошаемых землях. По химическому составу воды преимущественно хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые с минерализацией до 10—12 г/л (табл. 25).

Питание грунтовых вод осуществляется частично путем инфильтрации атмосферных осадков и поглощения поверхностного стока, однако большую роль в питании играет приток вод из напорного нижнемелового комплекса в вышележащие отложения через гидрогеологические окна. Формирование грунтовых вод песчаных массивов в определенной степени происходит путем конденсации атмосферной влаги, на что указывает снижение минерализации грунтовых вод на площади распространения эоловых песков.

В зоне орошения одним из источников дополнительного питания грунтовых вод служат дренажные воды, а также воды, инфильтрующиеся из оросительных каналов и поступающие из скважин. Базисом стока грунтовых вод являются замкнутые депрессии — шотты.

## Восточная часть бассейна — Низкая Сахара

Границы района четко выражаются в рельефе. На севере он ограничивается горами Сахарского Атласа и Ореса, на западе поднятием Мзаб, на юге плато Тадемаит и Тингерт. Восточная краевая часть артезианского бассейна выходит за территорию Алжира и продолжается в Тунисе и Ливии.

Поверхность представляет собой обширное пониженное плато с преобладающим наклоном поверхности с юга на север. Среди пустынного плато выделяется несколько генераций эрозионно-денудационных поверхностей, сложенных породами мио-плиоцена. Абсолютные отметки этих поверхностей колеблются от 160 до 240 м. Широко распространенной формой рельефа являются столовые останцовые поверхности «клипены», возвышающиеся над нижележащей поверхностью на 10—50 м.

С юга на север Низкая Сахара прорезается древними ложбинами стока — уэдами Мья и Гир. Долины этих уэдов хорошо про-

слеживаются в рельефе. Они открываются в область шоттов Меруан и Мельгир. Долины Мья и Гир, находящиеся гипсометрически ниже поверхности пустынного плато, где грунтовые воды залегают сравнительно близко от поверхности, издавна привлекали внимание жителей Сахары. Уже в I в. нашей эры в этих местах существовали оазисы и возделывались финиковые пальмы. Через уэд Гир проходили крупные торговые связи с Тунисом и Ливией, а также с Центральной Сахарой.

Юго-восточная часть Низкой Сахары занята песками Большого Восточного Эрга, простирающегося с севера на юг почти на 300 км. Характерной формой рельефа массива песков являются «сифы», представляющие собой дюны, гребни которых в плане изогнуты в виде буквы S. Группы сифов образуют цепи, гряды или массивы.

В северной части Сахары располагается обширная депрессия, оконтуриваемая примерно нулевой горизонталью. Эта депрессия занята шоттами Мельгир и Меруан. К шоттам приурочены минимальные абсолютные отметки поверхности —36 м в шотте Мельгир и —20 м в шотте Меруан.

Гидрографическая сеть развита слабо и представлена редкими руслами уэдов, спускающимися с Сахарского Атласа, самым крупным среди которых является уэд Джеди. Его протяженность 560 км (включая и горную часть), водосборная площадь 26,8 тыс. км<sup>2</sup>.

Областью стока поверхностных вод служат шотты Мельгир и Меруан. Большая часть уэдов, выйдя из горных ущелий, теряет русла и растекается по равнине, образуя широкие дельты. Большую часть года уэды бывают сухими. Лишь в периоды дождей они заполняются водой и иногда выходят из берегов.

Климатические условия района не благоприятствуют образованию поверхностного стока. Количество осадков невелико, выпадают они нерегулярно, иногда в виде коротких ливней. В Бискре среднегодовая норма осадков равна 160 мм, в Туггурте — 62,8 мм, в Уаргле — 40,5 мм, в Завия-эль-Кохле — 13,7 мм. В то же время испаряемость, например, в Туггурте составляет 2828 мм, в Уаргле — 3092 мм, в Завия-эль-Кохле — 4715 мм.

Поверхностный сток в некоторой степени может быть использован в практических целях лишь в районах, прилегающих непосредственно к горам Сахарского Атласа.

Главным, а в большинстве мест и единственным источником водоснабжения в районе являются подземные воды. В Низкой Сахаре, более населенной части пустыни, для удовлетворения хозяйственных нужд в воде бурят артезианские скважины глубиной 100—1700 м и строят шахтные колодцы. По северному краю Сахары на участке Бискра — Эль-Амри в зоне региональной разгрузки подземных вод устраивают каптажи естественных источников. Во многих оазисах сохранились римские каптажные сооружения, строительство которых относится к I—V в. нашей эры. Местное население до сих пор нередко использует для водоснаб-

жения старые водозаборные устройства в виде галерей, бассейнов и колодцев.

Водоносный горизонт континенталь-интерколер в пределах Низкой Сахары включает отложения альба (пески, песчаники с гравием, разноцветные глины), апта (известняки, реже доломиты) и баррема (песчаники, переслаивающиеся с глинами). В Низкой Сахаре на этот комплекс пробурено более 30 эксплуатационных скважин. Дополнительные сведения о его водоносности получены при бурении на нефть.

Рассматриваемый водоносный комплекс распространен на всей площади артезианского бассейна. В основании его лежат валанжин-юрские глины, доломиты и мергели с прослоями песка и песчаника. В кровле залегают глины, мергели, ангидриты и доломиты сеномана, а также мергелисто-глинисто-доломитовая толща вракона (верхняя часть альба), служащие водоупором (рис. 29).

Наиболее водообильными породами комплекса являются разнородные пески и песчаники альба, разделенные прослоями глин, относительное значение которых в разрезе изменчиво. По Н. В. Гуськову (1952), содержание песчаников альба в разрезе следующее (в %): Мзаб 65,9; Зельфана 50; Геррара 55; Эль-Голеа 65; Айн-Салах 60; Туат 45; Гурара 80. По данным А. Корне, пористость альбских песчаников изменяется от 20 до 30%. Мощность водоносных отложений нижнемелового комплекса в Низкой Сахаре достигает 600—800 м.

На всей площади Низкой Сахары континенталь-интерколер содержит высоконапорные воды со статическими уровнями выше поверхности земли. Максимальные значения пьезометрических напоров над устьем скважин отмечаются в районе оазисов Туггур, Тамерна, Мрара, где они достигают 290 м.

Величины пьезометрических напоров по скважинам, расположенным в Низкой Сахаре, характеризуются величинами, приведенными в табл. 26.

Разнообразие фильтрационных свойств водосодержащих пород и гидродинамических условий на обширной территории распро-

Таблица 26

*Пьезометрические напоры водоносного комплекса  
в отложениях нижнего мела*

Местонахождение и номер скважины	Статический уровень, м	Абс. отн. статического уровня, м
Сиди-Халед	160	381
Зельфана, 150	72	428
Геррара, 18	108	401
Уаргла-2, 298	267	405
Тамерна	289	358
Завия-Эль-Кахла	16	369

Система	Отдел	Ярус	Индекс геологического разреза	Литологический разрез	Мощность, м	Описание пород	Гидрогеологическая характеристика
Четвертичная			Q		до 100	Пески с гравием, пески, глины, гилсы	Грунтовые воды пестрой минерализации
						Неогеновая	Мио-плиоцен
Палеогеновая	Эоцен Нижний/Средний		P <sub>2</sub> <sup>2</sup>		9-219	Переслаивающиеся глины, мергели, гилсы, известняки	Водоупорные отложения
						P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	25-200
Меловая	Верхний	Коньякский-датский	K <sub>2</sub> sp-d		80-350	Известняки, доломиты, мергели, глины	Солоноватые, реже пресные трещинно-пластовые напорные воды. Удельные дебиты скважин 0,3-1,5 л/с
						K <sub>2</sub> sp-1	40-150
		Сеноманский	K <sub>2</sub> c		70-620	Глины разноцветные, мергели, доломиты, ангидриты, гипс, соль	Водоупорные отложения
		Альбский	K <sub>2</sub> a1		20-130	Доломиты, мергели, глины	Водоупорные отложения
		Апский	K <sub>2</sub> a		80-400	Глины песчанистые, пески, пески с гравием, песчаники, прослой мергеля и доломиты	Самый водообильный, водонасыщенный комплекс. Воды порово- и трещинно-пластовые, напорные пресные и слабосоленоватые.
Неоком	Барремский	K <sub>2</sub> br		13-100	200-475	Известняки, доломиты, мергели	Производительность скважин 10-300 л/с, температура до 57 °C
						K <sub>2</sub> v-h	115-324

Рис. 29. Сводная гидрогеологическая колонка подрайона Низкой Сахары

странения континенталь-интерколер определяет значительные колебания производительности скважин. Например, в районе Завия-эль-Кахла, где пьезометрические уровни находятся на 12—16 м выше поверхности земли, дебиты скважин при самоизливе на уровне поверхности земли составляют 30—40 л/с. Северо-западнее Завия-эль-Кахла фонтанирующая скважина в уэде Амескики имеет дебит 40 л/с при напоре на устье скважины 35 м. В Хасси-Мессауде скважина глубиной 1425 м вскрыла артезианские воды в отложениях континенталь-интерколер с дебитами 172 л/с при напоре на устье скважины 210 м.

Производительность скважин значительно возрастает к северу и северо-западу от Хасси-Мессауда. Например, скважины в районе оазисов Геррара, Зельфана, Уаргла и Туггурт имеют дебиты до 200—375 л/с при статическом уровне воды на 110—289 м выше поверхности земли.

Воды комплекса характеризуются различной степенью минерализации, увеличивающейся с запада на восток и северо-восток. В базисе Геррара она составляет 1,4 г/л, в районе Туггурта увеличивается до 1,77 г/л. На северо-западе Низкой Сахары в районе базиса Сиди-Халед в скважине, пробуренной на континенталь-интерколер, встречена вода с минерализацией 3 г/л. Повышенная минерализация воды объясняется глубоким залеганием (до 1750 м) комплекса в данном районе и расположением скважин в периферийной части предатласского прогиба (рис. 30), отличающегося замедленным водообменом (табл. 27).

Таблица 27

*Характеристика водоносности нижнемеловых отложений Низкой Сахары*

Местонахождение и номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного комплекса, м	Статический уровень*, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с
Геррара, 18	993	750—938	+108	105	330	3,1
Зельфана, 150	929	780—893	+72	68,5	108	1,6
Мрара, 109	1580	1350—1580	+320	319	466	1,46
Тамеллат, 115	—	1554—1673	+270	250	133	0,5
Уаргла, 298	1350	1119—1315	+267	257	142	0,55
Хасси-Мессауд, 292	1425	1274—1425	+210	208	172	0,82

\* (+) — самоизлив.

По химическому составу преобладают сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные воды (табл. 28).

Областями питания водоносного комплекса являются на северо-западе Сахарский Атлас (за пределами Низкой Сахары), на юге — периферийная часть хамады Тингерт, где нижнемеловые

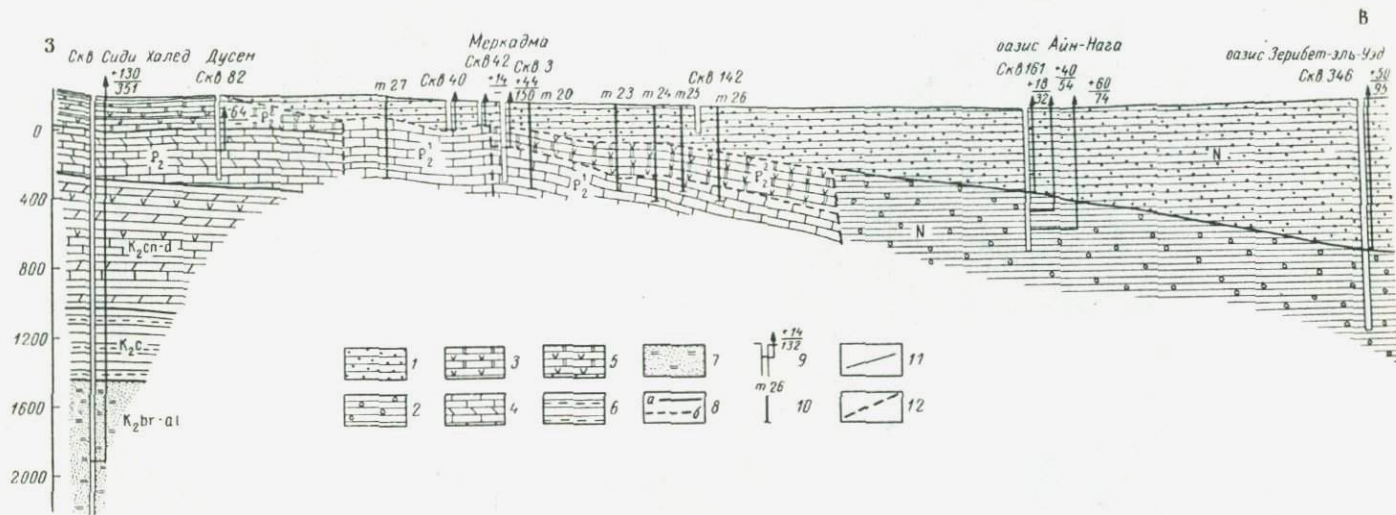


Рис. 30. Схематический гидрогеологический разрез через Предатласский краевой прогиб по линии V—V

Водоносные комплексы, горизонты и водоупоры: 1, 2 — в отложениях мио-плицена (1 — слабоводоносные песчано-глинистые отложения, 2 — пески разнозернистые с глинами, дебиты скважин до 22 л/с, при понижении 11—60 м, минерализация воды до 3,9 г/л). 3 — водоупорные отложения среднего эоцена (глины, мергели); 4 — в известняках нижнего эоцена, дебиты скважин до 135 л/с при самоизливе, минерализация до 3 г/л; 5 — в известняках верхнего мела, дебиты скважин до 80 л/с, минерализация до 2 г/л; 6 — водоупорные отложения сеномана; 7 — в слабосцементированных песчаниках нижнего мела, дебит скважин до 120 л/с при самоизливе, минерализация воды до 2 г/л. 8 — стратиграфическая граница: а — установленная, б — предполагаемая; 9 — скважина: в числителе — уровень воды над устьем скважины, м; в знаменателе абсолютная отметка уровня, м; 10 — точка вертикального электрического зондирования; 11 — литологическая граница; 12 — разлом

Химический состав подземных вод нижнемелового комплекса районов Низкой Сахары

Местонахождение и номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Зельфана, 150	0,254 11,04 42	0,087 7,15 27	0,167 8,33 31	0,459 12,94 50	0,488 10,16 40	0,207 3,39 10	M1,6 $\frac{\text{Cl } 50 \text{ SO}_4 \text{ 40}}{(\text{Na}+\text{K}) \text{ 42} \text{ Ca } 31 \text{ Mg } 27}$
Геррара, 18	0,292 12,7 36	0,005 0,39 24	0,234 11,66 40	0,447 12,59 44	0,374 7,78 44	0,269 4,41 12	M1,6 $\frac{\text{Cl } 53 \text{ SO}_4 \text{ 44 HCO}_3 \text{ 15}}{\text{Na } 51 \text{ Ca } 47}$
Мрара, 109	0,233 10,13 35	0,081 6,66 24	0,22 10,98 40	0,438 12,35 41	0,594 12,37 41	0,207 3,39 12	M1,67 $\frac{\text{SO}_4 \text{ 44 Cl } 44 \text{ HCO}_3 \text{ 12}}{\text{Ca } 40 \text{ Na } 36 \text{ Mg } 24}$
Сиди-Слимане, 397	0,261 11,35 37	0,091 7,48 25	0,232 11,58 38	0,505 14,24 47	0,658 13,6 45	0,155 2,54 8	M1,9 $\frac{\text{Cl } 49 \text{ SO}_4 \text{ 47}}{(\text{Na}+\text{K}) \text{ 37} \text{ Ca } 38 \text{ Mg } 25}$
Уаргла, 298	0,269 11,7 40	0,09 7,4 26	0,201 10,03 34	0,505 14,24 50	0,669 13,93 49	0,031 0,51 1	M1,8 $\frac{\text{Cl } 50 \text{ SO}_4 \text{ 49}}{(\text{Na}+\text{K}) \text{ 40} \text{ Ca } 34 \text{ Mg } 26}$
Тамерна, 114	0,177 7,7 30	0,07 5,75 23	0,237 11,85 47	0,445 12,55 45	0,563 11,7 42	0,214 3,45 13	M1,72 $\frac{\text{Cl } 45 \text{ SO}_4 \text{ 42 HCO}_3 \text{ 13}}{\text{Ca } 47 \text{ Na } 30 \text{ Mg } 23}$

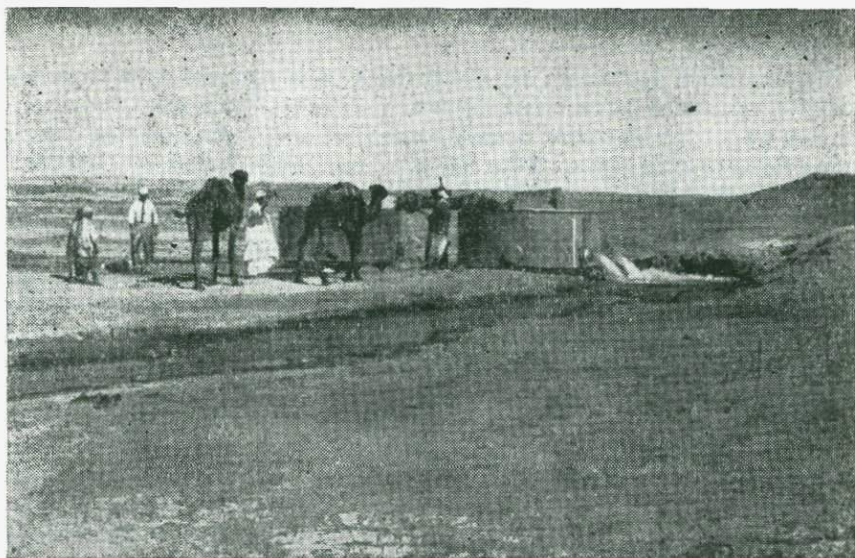


Рис. 31. Одна из самых водообильных (330 л/с) скважин Алжирской Сахары (оазис Гертара)

отложения выходят на поверхность. Кроме того, как отмечает А. И. Силин-Бекчурин (1962), в водоносный комплекс континенталь-интерколера стекают по уздам поверхностные воды с докембрийских щитов и Северного Тассили. Поэтому массив Ахаггер, Северное Тассили и массивы эффузивных пород, по его мнению, также следует рассматривать в качестве областей питания комплекса континенталь-интерколера. Важная роль в питании глубоких водоносных горизонтов Сахары, на наш взгляд, принадлежит также многочисленным разломам и в первую очередь Южно-Атласскому, протягивающемуся на несколько сотен километров с запада на восток.

Схематические карты гидроизопьеда «альбского горизонта», как иногда называют этот комплекс, составленные Ж. Саворненом (Savornin, 1947), Н. В. Гуськовым и А. Корне (Gousskov, Cornet, 1952), а также Техническим обществом поисков подземных ископаемых в Сахаре, отличаясь в деталях, в общем показывают направление стока вод в двух направлениях. Подземный сток направлен с северо-запада от Мзаба на восток и северо-восток, а также от Ахаггара в северном направлении к области шоттов и заливу Габес, где происходит региональная разгрузка подземных вод.

Значительные дебиты скважин, высокие напоры, позволяющие вскрывать фонтанирующие хорошего качества (для условий Сахары) воды (рис. 31), сделали водоносный комплекс континенталь-

интерколера одним из основных источников водоснабжения в Алжирской Сахаре.

Водоносный комплекс верхнего мела приурочен к трещиноватым и кавернозным известнякам турона и сенона. Этот водоносный горизонт распространен на всей площади Низкой Сахары от Сахарского Атласа до хамады Тингерт и от поднятия Мзаб на западе до гор Нефзуза в Восточном Тунисе (см. рис. 28 IV—IV). На большей части территории распространения известняки верхнего мела залегают под отложениями нижнего эоцена и мио-плиоцена на глубине от 300 до 400 м. Глубина их залегания возрастает в районе оазисов Сиди-Халед и Айн-Нага от 500 до 1300 м. Мощность водоносного комплекса изменяется в широких пределах и достигает нескольких сотен метров.

Верхнемеловые отложения, слагающие структуру Сахарского Атласа, погружаются к югу под отложения мио-плиоцена и нижнего эоцена, появляясь вновь на поверхности в периферийной части бассейна, где они образуют широкие известняковые плато Тингерт и Эль-Халифе.

На западе известняки турона и сенона участвуют в сложении поднятия Мзаб.

Водоносность верхнемеловых отложений изучена слабо. По этой причине мощная карбонатно-глинистая толща, в которой выделяется ряд обводненных зон, объединяется в один водоносный комплекс. Этот водоносный комплекс содержит напорные воды с абсолютными отметками пьезометрических уровней, закономерно снижающимися от Сахарского Атласа, Мзаба, плато Тингерт и Эль-Халифе на восток, северо-восток и север по направлению к шоттам Мельбир, Джерид и заливу Габес в Средиземном море.

На отдельных участках при наличии выдержанного водоупора между обводненными известняками сенона и турона наблюдается различие в положении статических уровней. Так, в скважине, расположенной в районе Гадамес, статический уровень воды в отложениях сенона установился на абсолютной отметке 318 м, а в отложениях турона — на абсолютной отметке 348 м.

В то же время известно, что в оазисах Гадамес и Буруж-Блеф (Тунис) отметки вод верхнемелового и нижнемелового горизонтов близки или совпадают, что указывает на возможную гидравлическую связь между ними (Силин-Бекчурин, 1962). Производительность скважин, эксплуатирующих воды верхнемелового водоносного комплекса, изменяется в значительных пределах. Скважины в Уаргле и Темасине (около г. Туггурта) изливают с дебитами 3—5 л/с при напорах над устьем скважин 1—1,5 м. Откачкой с понижением 16,5 м из скв. 15 в Уаргле получен дебит 22,6 л/с.

На юго-востоке района в г. Гадамес скважина вскрыла более водообильный горизонт на глубине 274 м. Эта скважина фонтанировала с дебитом 90 л/с при статическом уровне +15 м.

В окрестностях оазиса Бискра дебиты вод из верхнемеловых известняков до 100—130 л/с при самоизливе (скв. Айн-Гуськов в оазисе Шетма).

Воды верхнего мела разгружаются в виде источников по долинам уэдов, по зонам повышенной трещиноватости, приуроченным к южным склонам горных гряд, образующих Сахарский Атлас. Расходы восходящих источников от нескольких десятых до 3—20 л/с. Минерализация воды непостоянна. Содержание сухого остатка на участках, где верхнемеловые породы характеризуются большой проницаемостью, обычно не превышает 1,5—2 г/л. Там, где в разрезе верхнего мела увеличивается содержание гипса и глины, качество воды ухудшается. Например, в Гадамесе и Форт-Сэнте минерализация воды возрастает до 4 г/л.

Питание верхнемелового водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации осадков, выпадающих в местах обнажения верхнемеловых известняков в Сахарском Атласе, Мзабе и хамаде Тинрерт.

Из карты гидроизопьез, составленной А. Корне (Cornet, 1952), видно, что общее направление стока верхнемеловых вод соответствует направлению стока вод нижнемелового комплекса с запада и юга на северо-восток в зону шоттов, где происходит их разгрузка. А. Корне (Cornet, 1952), рассматривая вопросы формирования подземных вод, указывал на возможность перетекания в районе Гардаи и Уарглы напорных вод верхнемелового комплекса в вышезалегающие песчано-гравийные отложения мио-плиоцена.

Подземные воды отложений верхнего мела из-за недостаточной изученности пока ограничено используются для водоснабжения. Водоносный горизонт нижнего эоцена распространен в Атласском предгорном прогибе и во впадине уэда Гир. Водообильность пород эоцена изучена неравномерно. Наибольшее количество сведений имеется по району, тяготеющему к Сахарскому Атласу на участке оазисов Лишана и Эль-Амри. В этом районе на протяжении примерно 30 км фиксируются выходы многочисленных источников, с давних пор снабжающих водой пальмовые плантации. С конца прошлого века южнее зоны источников в пределах сравнительно небольшой площади было пробурено более 150 артезианских скважин, суммарная производительность которых составляла около 2 м<sup>3</sup>/с (по замерам 1964 г.).

До недавнего времени сведения об условиях залегания и водообильности эоценовых отложений к западу и юго-востоку от Тольги отсутствовали. За последние годы в результате гидрогеологических исследований, проведенных экспедицией Гипроводхоза, были получены новые сведения об условиях распространения, залегания и водообильности известняков нижнего эоцена. Советскими специалистами было пробурено девять разведочно-эксплуатационных скважин в оазисах Улед-Джеллаль, Дусен, Лиуа, Бентиус, Урлаль и Гамерна, которые не только решили вопросы практического характера, но дали ценные научные сведения о подземных водах рассматриваемого района (табл. 29).

Кровля известняков вскрыта скважинами на различных глубинах. Значительное различие в глубинах залегания объясняется структурными особенностями территории, наличием разрывных на-

Основные сведения по скважинам, эксплуатирующим нижнеэоценовый водоносный комплекс

Местонахождение и номер скважины	Глубина скважины, м	Интервал опробования, м	Высота уровня воды над устьем скважины, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация, г/л
					Удельный дебит, л/с	
Бентнус, 2	524	373—542	+58	56	$\frac{73,3}{1,3}$	2,276
Меркадма, 3	459	240—450	+44	43	$\frac{80}{1,86}$	2,467
Лнуа, 10	457	271—457	+45	45	$\frac{77,8}{1,75}$	2,675
Урлаль, 61	477	465—477	+64,7	62	$\frac{135,1}{2,19}$	2,65
Дусен, 79	501	300—501	-1,9	32,6	$\frac{64}{1,96}$	2,85
Там же, 80	505	300,6—505,2	+3	52	$\frac{110}{2,12}$	4,5
Улед-Джеллаль, 82	620	306—620	-39,7	46,65	$\frac{0,71}{0,015}$	3,246
То же, 83	516	290—516	-26,2	42,3	$\frac{1}{0,023}$	3,229
Дусен, 84	600	253—600	-1	57	$\frac{33}{0,58}$	3,9
Там же, 81	536	220—536	+15,9	14	$\frac{43,3}{3,1}$	3,0

рушений, по которым отмечены вертикальные смещения пластов пород до 120—150 м. В центральной части Низкой Сахары нижнеэоценовые отложения уничтожены позднейшей денудацией. Они сохранились лишь, как упоминалось выше, во впадине уэда Гир.

К известнякам нижнего эоцена приурочены трещинные напорные воды. Западнее Бискры между горами Сахарского Атласа и уэдом Джели в толще известняков нижнего эоцена выделяются две обводненные зоны, вскрытые группой скважин.

Верхняя зона мощностью около 20 м отличается меньшей водообильностью. При опробовании этой зоны в скв. 1, 3 и 10 получены дебиты от 7 до 34,4 л/с, а в скв. 2 в оазисе Бентнус дебит при самоизливе составил лишь 0,25 л/с.

Основной продуктивный горизонт приурочен к низам известняковой толщи, залегающей на глубине от 370 до 520 м. Вскрытие

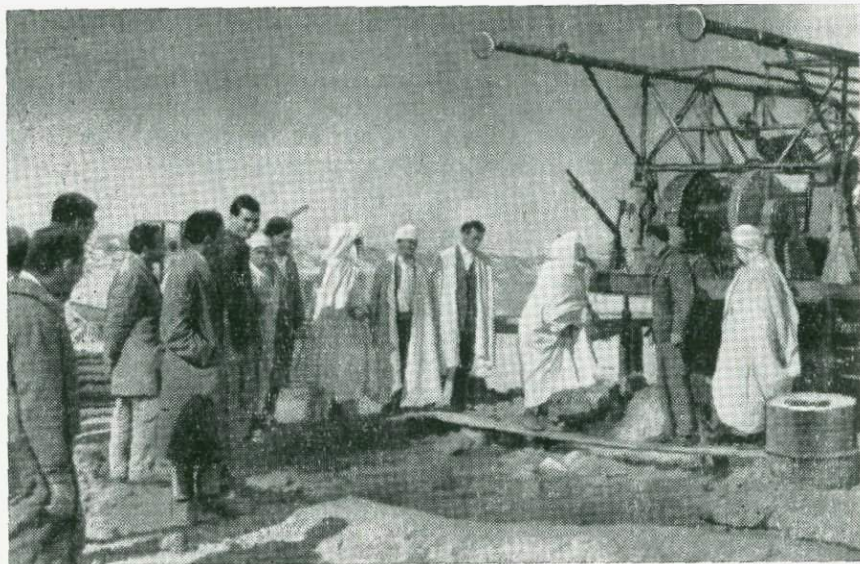


Рис. 32. Фонтанирующая скв. 3 в оазисе Меркалма

этого интервала известняков сопровождается увеличением дебита скважин самоизливом до 73—80 л/с (рис. 32). В зависимости от трещиноватости известняков удельные дебиты скважин изменяются от 0,0015 до 3,1 л/с. Наиболее высокие дебиты самоизливом 80—150 л/с характерны для района оазисов Умаш, Тольга, Эль-Амри (западнее Бискры). Бурением установлено, что наиболее обводненные зоны приурочены к тектоническим нарушениям. Эту особенность необходимо учитывать при выборе мест заложения эксплуатационных скважин.

Геологическое строение и орографические условия данного района Северной Сахары благоприятствуют формированию значительных ресурсов подземных вод в известняках нижнего эоцена. Область питания водоносного комплекса располагается в горах Сахарского Атласа, средние высоты которых в данном районе составляют 500—1500 м над уровнем моря. Однако основную роль в питании водоносного комплекса в условиях жаркого климата и ограниченного количества осадков (50—150 мм/год) играет приток вод по тектоническим трещинам из смежных геологических структур на севере. На это указывают высокие значения пьезометрических уровней нижнеэоценового горизонта и химический состав подземных вод. Отсутствие водоупора между известняками нижнего эоцена и верхнего мела создает благоприятные условия для перетока вод по трещинам и кавернам из нижележащих в вышележащие отложения. Анализ пьезометрических уровней указывает, что пьезометрическая поверхность понижается в южном и юго-восточном направлениях. Абсолютные отметки пьезометрических уровней изме-

няются от 172—174 м в районе Улед-Джеллалая и Дусена до 150 м в Бентүсе и Урлале.

Частичная разгрузка нижнеэоценовых вод происходит вдоль регионального разлома, ориентированного вдоль гор Заб. Расходы восходящих источников изменяются от десятых долей до 63 л/с (табл. 30). Суммарный расход источников около 1,5 м<sup>3</sup>/с.

Таблица 30

*Некоторые данные по расходу источников района Тольги, дренирующих воды верхнего мела — нижнего эоцена*

Название и местонахождение источника	Абсолютная отметка, м	Год замера дебита	Дебит, л/с	Месяц и год замера дебита	Дебит, л/с
Кебир 1, оазис Дро	—	1860	70	Май 1956	32,6
Умаш, оазис Умаш	104,4	1861	217	Январь 1956	168
Айн-Миуб, оазис Лишана	150,2	1921	37	Декабрь 1958	10
Айн-Сиди-Калифа, оазис Лишана	150	1921	2,1	Июль 1956	0
Айн-Шур, оазис Буша-грун	148	1921	3,2	Апрель 1956	0,9
Айн-Устания, оазис Фар-фар	152,3	1921	28,7	1956	3,3
Айн-Кельви, оазис Лишана	148,9	1921	172,9	1958	63,1

Воды солоноватые с минерализацией от 1,8 до 4,5 г/л. По химическому составу они преимущественно сульфатные кальциево-натриевые или кальциево-магниевые. Содержание сульфатов достигает 70—80% -экв. Второе место среди анионов занимает ион хлора (табл. 31).

Распространение солоноватых вод сульфатного типа генетически связано с широким распространением хемогенных осадков в геологическом разрезе района. Температура воды 27—42°С.

Практическое значение подземных вод нижнеэоценового водоносного комплекса трудно переоценить. Все возрастающая потребность в воде для орошения и других хозяйственных целей (рис. 33) вызывает необходимость дальнейшего изучения подземных вод района.

При постановке новых гидрогеологических исследований необходимо широко использовать геофизические методы, позволяющие достаточно точно выявлять зоны тектонических нарушений, характеризующиеся повышенной водоносностью.

Сходность химического состава вод нижнеэоценового и верхнемелового водоносных горизонтов в районе Айн-Керма и Буша-грун, а также близкие значения их пьезометрических уровней до-

Химический состав подземных вод нижнеэоценового водоносного комплекса

Местонахождение и номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Бентнус, 2	0,215	0,334	0,586	0,368	2,58	0,122	M2,5 $\frac{SO_4 81 \text{ Cl } 16}{Mg 42 \text{ Ca } 44 \text{ (Na+K) } 14}$
	9,36	27,49	29,29	10,37	53,76	2	
	14	42	44	16	81	3	
Меркадма, 3	0,156	0,121	0,359	0,177	1,268	0,185	M2,1 $\frac{SO_4 77 \text{ Cl } 14}{Ca 52 \text{ Mg } 28 \text{ (Na+K) } 20}$
	6,8	9,92	17,94	4,99	26,6	3,04	
	20	28	52	14	77	9	
Лнуа, 10	0,147	0,15	0,407	0,225	1,397	0,225	M2,4 $\frac{SO_4 75 \text{ Cl } 16}{Ca 52 \text{ Mg } 32 \text{ (Na+K) } 16}$
	6,4	12,36	20,34	6,35	29,11	6,35	
	16	32	52	15	70	15	
Урлаль, 61	0,198	0,126	0,4	0,256	1,368	0,207	M2,6 $\frac{SO_4 73 \text{ Cl } 18}{Ca 51 \text{ Mg } 27 \text{ (Na+K) } 22}$
	8,61	10,36	19,94	7,22	28,51	3,39	
	22	27	51	18	73	9	
Дусен, 67	0,237	0,126	0,34	0,17	1,44	0,177	M2,5 $\frac{SO_4 79 \text{ Cl } 13}{Ca 45 \text{ Mg } 28 \text{ (Na+K) } 271}$
	10,3	10,5	17	4,8	30	2,8	
	27	28	45	73	79	8	
Там же, 79	0,083	0,192	0,5	0,22	1,68	0,207	M2,8 $\frac{SO_4 79 \text{ Cl } 14}{Ca 56 \text{ Mg } 36}$
	3,6	16	25	6,2	35	3,4	
	8	36	56	14	78	8	
Там же, 80	0,529	0,214	9,61	0,532	2,5	0,183	M4,5 $\frac{SO_4 75 \text{ Cl } 21}{Ca 43 \text{ (Na+K) } 33 \text{ Mg } 24}$
	23	17	30,5	15	52,5	3	
	33	24	43	21	75	4	
Улед-Джеллал, 82	0,046	0,198	0,67	0,334	1,93	0,159	M3,2 $\frac{SO_4 75 \text{ Cl } 19}{Ca 66 \text{ Mg } 31}$
	1,4	16,3	33,5	9,4	38,4	3,2	
	3	31	66	19	75	6	
Дусен, 83	0,014	0,198	0,69	0,256	1,968	0,207	M3,2 $\frac{SO_4 77 \text{ Cl } 15}{Ca 68 \text{ Mg } 31}$
	0,4	15,8	34,5	7	39,4	4	
	1	31	68	—	77	8	



Рис. 33. Водозаборное сооружение и оросительный канал у самоизливающей скв. 2 в оазисе Бентус

пускают возможность притока вод из нижележащих водоносных горизонтов. Значительная роль в формировании подземных вод участка Тольга — Бискра, по-видимому, принадлежит разломам, которые могут служить зоной притока подземных вод из более древних пород.

Положение пьезометрических уровней свидетельствует о стоке вод нижнеэоценового водоносного горизонта с северо-запада и запада на юго-восток и восток.

Водоносный комплекс мио-плиоцена характеризуется широким распространением в Низкой Сахаре. Он изучен по большому количеству скважин, расположенных в оазисах Уаргла, Айн-Нага, Эль-Уэд и в других районах.

Чередование прослоев водоупорных глин с прослоями песков и галечников обусловило развитие в толще мио-плиоценовых отложений нескольких водоносных зон и горизонтов, которые на основании общности гидравлических параметров и сходства химического состава вод объединяются в единый водоносный комплекс.

Этот комплекс, залегая в северной и центральной частях рассматриваемого района на известняково-мергельной толще эоцена и восточнее Мзаба на известняково-доломитовой толще верхнего сенона, перекрывается маломощным покровом четвертичных отложений, известняково-гипсовыми корками и песками Большого Восточного Эрга. Мощность комплекса колеблется в широких пределах. Так, в районе оазиса Уаргла она составляет 60—80 м, на

участке оазиса Эль-Уэд — 100—160 м, а в пределах Южно-Атласского прогиба превышает 1000 м.

С отложениями мио-плиоцена связаны напорные воды, статические уровни которых в южной и западной областях района находятся ниже поверхности земли, и по мере движения в северном и восточном направлениях постепенно приближаются и устанавливаются выше дневной поверхности. По данным скважин, пробуренных в районе оазиса Уаргла, статические уровни мио-плиоценового комплекса устанавливаются на глубине от 3—5 м ниже поверхности земли до 1,5 м выше ее. В уэде Гир вскрываются самоизливающиеся воды с напором до 21 м над устьем скважин, а в Южно-Атласском прогибе с напором до 65 м (скважина в оазисе Эль-Фенд).

Отличаясь невыдержанным разрезом как по простиранию, так и по вертикали, отложения мио-плиоцена характеризуются различной степенью обводненности. Наиболее водообильной является гравийно-песчаная толща, залегающая в основании мио-плиоценового водоносного комплекса на участке оазисов Уаргла, Стель, Эль-Уэд. Производительность скважин, эксплуатирующих нижнюю часть водоносного комплекса в районе оазиса Уаргла, составляет 40—50 л/с при понижениях на 10—15 м. Удельные дебиты изменяются от 0,6 до 0,8 л/с.

Дебиты скважин в оазисах Тайбет (24) и Эль-Уэд (33), эксплуатирующие также нижнюю часть водоносного комплекса, составили соответственно 29 и 50,5 л/с при понижениях уровня на 12 и 14 м. Скв. 34 в оазисе Стель фонтанирует с дебитом 85,5 л/с (рис. 34). В табл. 32 приведены основные сведения по скважинам этого горизонта.

Таблица 32

*Основные сведения по разведочно-эксплуатационным скважинам, пробуренным на мио-плиоценовый водоносный комплекс Низкой Сахавы*

Местонахождение и номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация воды, г/л
Уаргла, 14	94,47	44,5—68,5	1,6	15	45	1,485
Там же, 16	70,6	32—67	0,8	11	28,3	2,481
Там же, 17	93,6	47—92,65	0	12	53	1,677
Тайбет, 24	262,8	115—172,5	-12,8	12,2	28,8	4,045
Эль-Уэд, 33	300	235—287,5	+1,35	14,25	50,5	2,811
Стель, 34	449	297—412	+17,8	16,68	85,5	3,468

Исключением является скв. 23 в оазисе Темасн, встретившая в низах мио-плиоцена слабообводненную толщу глинисто-песчаных отложений. На глубине 243 м она вскрыла напорные воды



Рис. 34. Фонтанирующая скв. 34 в оазисе Стилъ

с пьезометрическим уровнем на 14,3 м выше поверхности земли. Производительность скважины составила 5,6 л/с при понижении на 69,3 м.

По химическому составу воды мио-плиоценового комплекса хлоридно-сульфатные, натриево-кальциевые и сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые. Общая минерализация их изменяется в довольно широких пределах (табл. 33).

Скв. 35, пробуренная в оазисе Шега с целью изучения водоносности отложений мио-плиоцена и нижнего эоцена, вскрыла (сверху вниз):

отложения четвертичного возраста, представленные глинами и гравийно-галечниковыми накоплениями . . . . .	0—15 м
отложения мио-плиоцена, представленные глинами с прослоями песков, мергелей, песчаников, известняков . . . . .	15—160 „
отложения среднего эоцена, представленные глинисто-мергельным комплексом . . . . .	160—818 „
отложения нижнего эоцена — верхнего мела, представленные известняками с прослоями глин	818—1264,7 „

Отложения мио-плиоцена здесь менее водообильны. Дебит самоизливающей скважины при статическом уровне воды на 17,8 м выше поверхности земли составил 9 л/с.

Высоконапорные воды были вскрыты в известняках эоцена — верхнего мела (сенона), обладающих повышенной трещиноватостью в интервалах глубин 950—1000 и 1200—1260 м. Дебит

## Химический состав подземных вод мио-плиоценовых отложений Низкой Сахары

Местонахождение и номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Уаргла, 14	0,156	0,112	0,207	0,58	0,345	0,171	M1,6 $\frac{Cl\ 62\ SO_4\ 27}{Ca\ 39\ Mg\ 35\ Na\ 26}$
	6,8	9,18	10,36	16,36	7,17	2,8	
	26	35	39	62	27	11	
Там же, 17	0,261	0,082	0,192	0,417	0,651	0,146	M1,7 $\frac{SO_4\ 49\ Cl\ 43}{Na\ 41\ Ca\ 35\ Mg\ 24}$
	11,38	6,77	9,56	11,77	13,54	2,4	
	41	24	35	43	49	8	
Стиль, 34	0,681	0,105	0,317	0,522	1,757	0,171	M3,5 $\frac{SO_4\ 68\ Cl\ 27}{Na\ 55\ Ca\ 29\ Mg\ 16}$
	29,62	8,63	15,84	14,73	36,56	2,8	
	54,7	16,0	29,3	27,2	67,6	5,2	
Эль-Уэд, 33	0,554	0,115	0,267	0,871	0,943	0,166	M2,9 $\frac{Cl\ 52\ SO_4\ 42}{Na\ 51\ Ca\ 29\ Mg\ 29}$
	24,10	9,44	13,34	24,55	19,61	2,72	
	51,4	20,1	28,5	52,4	41,8	5,8	
МТгебра, 77	0,503	0,13	0,499	0,685	2,018	0,115	M3,9 $\frac{SO_4\ 64\ Cl\ 33}{Ca\ 50\ Na\ 29\ Mg\ 21}$
	21,9	10,7	25	19,3	40,4	2	
	38	18	44	31	65	4	
Хобба, 75	0,557	0,114	0,36	0,873	1,178	0,159	M3,3 $\frac{Cl\ 49\ SO_4\ 45}{Ca\ 41\ Na\ 38\ Mg\ 21}$
	24,2	9	18	26	23,5	3,2	
	47	18	35	49	45	6	
Тайбет, 24	0,79	0,142	0,378	1,17	1,419	0,146	M4,0 $\frac{Cl\ 51\ SO_4\ 45}{Na\ 60\ Ca\ 29\ Mg\ 18}$
	34,34	11,69	18,9	33	29,5	2,4	
	59,9	18	29	50,83	45,5	3,7	
Форт-Лальман. 401	0,617	0,105	0,369	1,065	0,901	0,313	M3,4 $\frac{Cl\ 60\ SO_4\ 38}{Na\ 50\ Ca\ 34\ Mg\ 16}$
	26,84	8,63	18,45	30,05	18,74	5,13	
	50	16	34	55	35	10	
Эль-Митта, 88	0,128	0,081	0,175	0,114	0,609	0,293	M1,4 $\frac{SO_4\ 62\ HCO_3\ 20\ Cl\ 18}{Ca\ 47\ Mg\ 38\ Na\ 15}$
	3,8	6,5	8,7	3,4	12,2	4	
	20	34	46	18	62	20	

скважины при самоизливе достиг 27,2 л/с при пьезометрическом уровне воды на 122 м выше поверхности земли.

Как показывают данные бурения разведочно-эксплуатационных скважин, между отложениями мио-плиоцена и эоцена в большинстве случаев имеется водоупор, образуемый глинами мио-плиоцена или глинисто-мергельной толщей среднего эоцена. Этот водоупор распространен не повсеместно, и на отдельных участках рассматриваемого района, например восточнее оазисов Джамаа, Мрайер и Эль-Уэд, воды отложений мио-плиоцена и эоцена образуют единый водоносный комплекс.

В оазисах, прилегающих к Эль-Уэду, пробурено более 20 скважин, эксплуатирующих совместно подземные воды отложений нижнего эоцена и мио-плиоцена. Скважины глубиной 260—340 м вскрывают напорные воды на глубине 230—300 м. Статические уровни устанавливаются на глубине от 11 м ниже поверхности до 12—14 м выше поверхности земли в зависимости от рельефа. Абсолютные отметки пьезометрических уровней в районе Эль-Уэда изменяются в пределах 50—76 м. Водоносный комплекс характеризуется значительной водообильностью. Удельные дебиты колеблются от 1,5 до 7 л/с. Производительность скважин достигает 60—80 л/с при понижениях на 26,5 и 12,6 м. Воды слабосоленоватые, по типу сульфатные кальциево-натриевые или хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые.

Питание подземных вод мио-плиоцена осуществляется за счет атмосферных осадков, выпадающих в горах Сахарского Атласа и на площади распространения отложений мио-плиоцена. Однако исключительно высокое испарение, характерное для жаркого климата тропической пустыни, значительно снижает роль атмосферных осадков в питании водоносного комплекса. Большую роль в формировании запасов вод мио-плиоценового комплекса может играть подток из нижележащих горизонтов в местах их контакта с отложениями мио-плиоцена. В северных районах Низкой Сахары возможна разгрузка вод из нижнеэоценовых и верхнемеловых отложений по тектоническим трещинам. На площади развития массива эоловых песков по аналогии с другими районами Сахары возможна инфильтрация конденсационных вод в мио-плиоценовые отложения. Подземный сток мио-плиоценовых вод соответствует общему уклону геологической структуры и направлен от периферийных частей Низкой Сахары к шоттам Меруан и Мельрир, где происходит разгрузка подземных вод. Подземные воды мио-плиоценового комплекса широко используются для различных сельскохозяйственных целей (рис. 35).

Каждая скважина, эксплуатирующая воду мио-плиоцена, может орошать участки пальмовых плантаций 10—60 га. Суммарный водоотбор в оазисах Эль-Уэд в 1968 г. составлял 0,19 м<sup>3</sup>/с, в Уаргле — 0,75 м<sup>3</sup>/с. В ближайшее время только в Эль-Уэде намечается увеличить общий расход воды на 80% по сравнению с современным водоотбором. В связи с этим дальнейшее изучение за-



Рис. 35. Субирригация пальмовых плантаций, заложенных в песчаных траншеях Большого Восточного Эрга, водами мио-плиоценового комплекса (Эль-Уэд, схема)

пасов подземных мио-плиоценовых вод в различных районах Алжирской Сахары является особенно актуальным.

К комплексу четвертичных отложений приурочены грунтовые поровые воды, зеркало которых залегает на глубине от 1 до 10—40 м. Водосодержащими породами являются аллювиально-пролювиальные пески с гравием, выполняющие вади, пролювиальные грубообломочные породы предгорных равнин, а также золотые пески.

В аллювиально-пролювиальных отложениях формируются в основном временно действующие и слабообильные потоки грунтовых вод, питающихся за счет атмосферных осадков или дренирования вод из более древних пород. Воды пролювиальных и пролювиально-делювиальных отложений распространены в основном на севере территории, в предгорной зоне.

Водосодержащими породами являются пески, супеси с прослоями огипсованных глин, гравия и гальки. Крупность материала заметно уменьшается от Сахарского Атласа в направлении шотта Мельрир. Уклон грунтового потока направлен с севера и северо-запада на юг к шотту, где происходит их разгрузка.

По химическому составу воды неоднородны. Ближе к областям питания, а также на участках, где развиты более проницаемые породы, состав вод преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-магниевый с минерализацией до 1,5—2 г/л. По мере удаления от областей питания и с увеличением глинистости водосодержащих пород гидрокарбонатно-сульфатные воды пере-

ходят в сульфатные кальциево-магниевые или натриевые с сухим остатком 2—4 г/л. Для этих вод характерно высокое содержание сульфатов, достигающее 72—82%-экв. Первое место среди катионов занимает ион кальция (до 50%-экв). При увеличении содержания иона хлора и одновременном уменьшении гидрокарбонатов на первое место среди катионов выходит ион натрия. В результате сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые воды переходят в сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые. На участках с развитием менее проницаемых пород в условиях затрудненного водообмена степень минерализации увеличивается до 6—8 г/л.

Воды элювиально-пролювиально-делювиальных отложений денудационных равнин распространены преимущественно в центральной части территории между Мзабом и долиной Уэда Гир. Они залегают на глубине от 2 до 10 м и более. Грунтовые воды формируются в понижениях рельефа и не имеют регионального распространения. Водосодержащими породами служат песчано-суглинистые, реже грубообломочные разности, отмечаются включения гипса. Химический состав и минерализация воды различны (табл. 34). Юго-западнее Улед-Джеллаля широко распространены сульфатно-кальциевые воды. Содержание сульфат-иона в этих водах достигает 74—93%-экв, иона кальция — 70—89%-экв. Степень минерализации изменяется в пределах 2,5—2,9 г/л, жесткость 14—43 мг·экв. Столь широкое распространение «чистых» сульфатно-кальциевых вод связано с растворением и выщелачиванием гипса, приуроченного к отложениям среднего эоцена, выходы на поверхность которых отмечаются в описываемом районе.

В районе оазисов Стилль, Ум-Эль-Тиур и Шегга развиты воды сульфатного типа с повышенным содержанием иона хлора и сложным катионным составом.

В золотых отложениях Большого Восточного Эрга формируются грунтовые воды спорадического распространения. Условия их залегания и формирования не изучены, что в значительной степени объясняется неосвоенностью и труднодоступностью территории развития песчаных массивов. Описание вод золотых отложений дается нами по материалам, собранным во время посещения районов Эль-Уэда и Хасси-Месауда. В песчаных массивах, прилегающих к Хасси-Месауду, грунтовые воды вскрываются колодцами, расположенными в межрядовых понижениях на глубине 5—20 м. Воды, залегающие на указанных глубинах, слабосоленоватые и соленые, преимущественно хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого типа. В окрестностях Эль-Уэда в золотых песках, подстилаемых глинистыми сильноогипсованными песками и гипсовыми корами, грунтовые воды встречаются на глубине 5—14 м. По составу анионов и катионов они отличаются большим постоянством и относятся к типичным водам сульфатно-кальциевого типа. В этих водах сульфат-ион резко преобладает над хлор-ионом и составляет 82—84%-экв. Содержание иона кальция изменяется в пределах 64—70%-экв. На втором месте среди катионов находится ион натрия (16—22%-экв), реже отмечается ион магния.

## Химический состав грунтовых вод четвертичных отложений некоторых районов Низкой Сахары

Местонахождение и номер колодца	Глубина отбора, м	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
		Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Оазис Улед-Джеллаль, 1	13,8	0,793	0,318	0,59	0,799	3,168	0,19	M5,8 $\frac{SO_4 73 \quad Cl 25}{Na 38 \quad Ca 33 \quad Mg 29}$
		34,49 38	26,15 29	29,44 33	21,97 25	66 73	3,12 2	
Оазис Гертара, 718	16	0,138	0,024	0,19	0,319	0,312	0,122	M1,1 $\frac{Cl 52 \quad SO_4 37 \quad HCO_3 11}{Ca 54 \quad Na 35 \quad Mg 11}$
		6 35	2 11	9,5 54	9 52	6,5 37	2 11	
Форт-Лальман, 894	5,7	0,333	0,431	0,237	1,433	0,958	0,09	M3,5 $\frac{Cl 66 \quad SO_4 32}{Mg 57 \quad Na 24 \quad Cl 19}$
		14,48 24	35,44 57	11,83 19	40,38 66	19,97 32	1,48 2	
Там же, 896	8,5	0,892	0,109	0,364	1,459	1,11	0,094	M4,0 $\frac{Cl 62 \quad SO_4 36}{Na 59 \quad Ca 27 \quad Mg 14}$
		38,82 59	8,96 14	18,2 27	41,12 62	23,32 36	1,54 2	
К югу от оазиса Улед-Джеллаль	—	0,968	0,129	0,436	0,838	2,397	0,063	M5,0 $\frac{SO_4 67 \quad Cl 32}{Na 57 \quad Ca 29 \quad Mg 14}$
		41,36 57	10,6 14	21,8 29	23,63 32	49,1 67	1,03 1	

Воды характеризуются повышенной жесткостью (37—39 мг·экв).

Распространение слабоминерализованных сульфатно-кальциевых вод в районе Эль-Уэда находится в тесной генетической связи с развитием гипсоносных пород, подстилающих эоловые пески.

Питание грунтовых вод эоловых отложений Большого Восточного Эрга может происходить за счет притока вод из нижележащих напорных водоносных горизонтов мио-плиоцена и нижнего эоцена, частично за счет инфильтрации атмосферных осадков и конденсации атмосферной влаги. Возможно также поступление вод путем поглощения поверхностных вод временных потоков уэдов, стекающих с юга, со стороны Ахаггара.

Воды четвертичных отложений широко используются местным населением для полива пальм, водопоя скота и других нужд.

### Наложенный артезианский бассейн Уэд-Гир

Артезианский бассейн Уэд-Гир занимает обширную депрессию, простирающуюся с юга на север от слияния уэдов Мья и Гаргар до шотта Меруан. Условно границы бассейна могут быть определены следующим образом. На западе она проходит через Улед-Джеллаль и Дзива, затем к оазису Гуг (южнее Туггурта) и далее к северу через Бордж-эль-Менази, Бордж-эль-Хамрайя, Бордж-Мгебра. Ширина бассейна в районе Туггурта около 30 км, протяженность с севера на юг достигает 150 км.

В морфологическом отношении площадь бассейна занимает древнюю ложбину стока, вытянутую от плато Тингерт и Тадемаит на север к шоттам Мельгир и Меруан. Самые высокие отметки поверхности (80—90 м) отмечаются в южной части бассейна Уэд-Гир. К северу высоты поверхности постепенно снижаются до 45 м в окрестностях оазиса Джамаа (севернее Туггурта), 14 м в оазисе Шегга, достигая нулевой отметки в оазисе Мрайер. Самая низкая отметка поверхности — 26 м ниже уровня моря расположена на западной окраине шотта Меруан.

Отсутствие поверхностных вод в условиях жаркого и сухого климата делает подземные воды единственным источником водоснабжения населения района. В 1967—1968 гг. скважины в Уэд-Гире отбирали 6,36 м<sup>3</sup>/с воды (без учета водоотбора из горизонта грунтовых вод). В соответствии с поливными нормами для полива пальмовых плантаций Уэд-Гира на площади 12,9 тыс. га требовалось 9,3 м<sup>3</sup>/с воды. Таким образом, дефицит в оросительной воде в 1968 г. составлял около 3 м<sup>3</sup>/с. В настоящее время лишь небольшая группа оазисов (Эль-Берд, Тинедла, Схуна и др.) в необходимой мере обеспечена оросительной водой. Расчеты показали, что для нормального обеспечения оросительной водой существующий водоотбор должен быть увеличен примерно на 40%. Для решения этого вопроса необходимо провести специальные гидрогеологические исследования по изучению режима подземных вод, определению гидродинамических параметров горизонтов и

условий формирования ресурсов подземных вод, выполнить подсчет эксплуатационных запасов водоносных горизонтов и комплексов, выявить потребность в воде отдельных плантаций и на основе поливных норм разработать годовые графики полива. Большие работы потребуются по ремонту или ликвидации старых скважин, оборудованию самоизливающих скважин задвижками и т. д.

Основные черты геологии и гидрогеологии артезианского бассейна Уэд-Гир приведены Н. В. Гуськовым (Gouskov, 1952), Ф. Пэ (Paix, 1956). Новые данные о подземных водах рассматриваемого района были получены при бурении разведочно-эксплуатационных на воду скважин экспедицией Гипроводхоза (1964—1973 гг.). Этой экспедицией было пробурено пять скважин в оазисах Сиди-Хелиль, Тамерна, Темасин, Гамра, которые уточнили имеющиеся сведения об условиях залегания, водообильности и основных гидродинамических параметрах водоносных горизонтов Уэд-Гира.

В структурном отношении бассейн Уэд-Гир приурочен к узкой впадине, вытянутой в юго-западном направлении от Сахарского Атласа по уэду Гир через оазисы Джамаа и Туггурт до широты Завия-эль-Кахла. В геологическом строении бассейна принимают участие отложения нижнего эоцена и нерасчлененный осадочный комплекс мио-плиоцена (рис. 36). Нижний эоцен представлен трещиноватыми и кавернозными известняками мощностью до 50 м. Отложения мио-плиоцена, трансгрессивно залегающие на эоценовых, состоят из переслаивающихся песков, гравелитов, глин, озерных известняков.

Мощность отложений мио-плиоцена около 200 м. Отложения эоцена и мио-плиоцена, слагающие бассейн Уэд-Гир, подстилается известняково-доломитовой толщей верхнего сенона. Мио-плиоценовые образования перекрыты маломощным покровом четвертичных отложений, известняковыми корами и песками Большого Восточного Эрга.

В пределах бассейна Уэд-Гир выделяются четыре водоносных горизонта, приуроченных к отложениям нижнего эоцена, мио-плиоцена и современным осадкам. В литературе водоносный горизонт в известняках нижнего эоцена называют «известняковым», или «третьим», горизонтом. В отложениях мио-плиоцена, характеризующихся чередованием прослоев водоупорных глин с прослоями песков, галечников и озерных известняков, выделяется два водоносных горизонта, верхний из которых называется «первым», а нижний — «вторым» горизонтом. Водоносный горизонт в современных осадках носит название «фреатического», или «поверхностного».

Третий водоносный горизонт приурочен к трещиноватым известнякам нижнего эоцена. Глубина залегания кровли известняков увеличивается с юга на север от 110—195 м до нескольких сотен метров в оазисах Мрайер и Урир. Структурные особенности и орографическое положение бассейна обеспечивают напорность вод комплекса. Высота пьезометрических напоров изменяется от



+0,46 м (абс. отм. 54,46 м) южнее Туггурта до +21,74 м (абс. отм. 26 м) над поверхностью земли в северной части бассейна в оазисе Мрайер. Значение напорного градиента для участка Туггурт — Урир колеблется от 0,00014 до 0,0003, что свидетельствует о небольших скоростях водообмена. Уклон пьезометрической поверхности направлен с юга на север и соответствует общему уклону геологической структуры впадины Уэд-Гир. Водообильность известняков зависит от степени их трещиноватости. Коэффициенты фильтрации известняков (по данным опытных откачек) 0,8—1,8 м/сут. Удельные дебиты 1,4—3,2 л/с. Производительность скважин при свободном изливе 32—104 л/с. Воды солоноватые с содержанием водорастворимых солей 4—7,6 г/л. По химическому составу воды смешанные сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые. Содержание иона хлора и сульфат-иона изменяется в пределах 49—61‰-экв. Среди катионов ион натрия незначительно преобладает над ионом кальция, содержание которого в среднем составляет 36‰-экв. Химический состав вод по некоторым скважинам, вскрывшим нижнеэоценовые воды, приведен в табл. 35.

Несмотря на повышенную минерализацию воды известняков нижнего эоцена интенсивно эксплуатируются во многих оазисах Уэд-Гира.

Второй водоносный горизонт приурочен к пескам, пескам с гравием и трещиноватым озерным известнякам мио-плиоцена, залегающим на карбонатных отложениях нижнего и карбонатно-глинистых породах среднего эоцена. Глубина залегания водоносного горизонта возрастает от оазиса Гуг (южнее Туггурта) в северном направлении от 80—100 до 200—300 м. Мощность водоносной песчано-глинистой толщи увеличивается с юга на север от 15 до 80—100 м. Воды напорные. Уклон пьезометрической поверхности вод второго водоносного горизонта также направлен с юга на север. Наибольшая высота пьезометрического уровня отмечена на скв. 50 в оазисе Хамрая, где она равна +46,4 м (абс. отм. 19 м). Второй водоносный горизонт Уэд-Гира — самый водообильный. Удельные дебиты изменяются от 1 до 10 л/с. Многие скважины фонтанируют с дебитами 6—92 л/с. А дебит скв. 72 в оазисе Н'Сига особенно большой (табл. 36). Воды этого горизонта солоноватые и соленые. Содержание сухого остатка изменяется в пределах 3,5—6 г/л. По типу минерализации воды преимущественно сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые.

Первый водоносный горизонт распространен на всей площади бассейна. Кровля его сложена глинами, известняково-гипсовыми корами. Между вторым и первым горизонтом залегают глины или песчанистые глины, которые образуют невыдержанный водоупор. Водосодержащими породами служат тонкозернистые и разнородные пески с прослоями глин и озерных известняков. Мощность водоносного горизонта 15—50 м. Воды этого водоносного горизонта напорные. Производительность самоизливающих скважин изменяется в пределах 4—32 л/с при напорах над устьем скважин до 1,2—16 м.

Местонахождение и номер скважины	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Оазис Моггар, 26	0,78	0,176	0,57	1,324	1,798	0,139	M4,8 $\frac{Cl\ 48\ SO_4\ 49}{Na\ 44\ Ca\ 37\ Mg\ 19}$
	33,93	14,97	28,44	37,26	37,48	2,28	
	44	19	37	48	49	3	
Оазис Эль-Арира, 9	1,19	0,29	0,647	2,193	2,094	0,156	M6,6 $\frac{Cl\ 57\ SO_4\ 40}{Na\ 48\ Ca\ 30\ Mg\ 22}$
	51,8	23,85	32,29	61,88	43,58	2,56	
	48	22	30	57	40	3	
Оазис Эль-Ксур, 10	1,022	0,185	0,506	1,601	1,806	0,136	M5,3 $\frac{Cl\ 53\ SO_4\ 44}{Na\ 52\ Ca\ 30\ Mg\ 18}$
	44,48	15,21	25,25	45,13	37,63	2,23	
	52	18	30	53	44	3	
Оазис Тебесбест, 25	0,69	0,209	0,526	1,218	1,773	0,141	M4,6 $\frac{SO_4\ 50\ Cl\ 47}{Na\ 41\ Ca\ 36\ Mg\ 23}$
	30,01	17,19	26,25	34,12	36,96	2,31	
	41	23	36	47	50	3	
Оазис Тамемлат, 53	0,771	0,204	0,497	1,358	1,655	0,165	M4,7 $\frac{Cl\ 51\ SO_4\ 45}{Na\ 45\ Ca\ 33\ Mg\ 22}$
	33,53	16,78	24,8	38,24	34,5	2,71	
	45	22	33	51	45	4	
Оазис Блдет-Амор, 64	0,742	0,187	0,53	1,253	1,76	0,136	M4,6 $\frac{SO_4\ 49\ Cl\ 48}{Na\ 44\ Ca\ 36\ Mg\ 20}$
	32,27	15,38	26,45	35,38	36,6	2,23	
	44	20	36	48	49	3	
Оазис Эль-К'да, 11	0,687	0,181	0,622	1,216	1,631	0,085	M4,4 $\frac{Cl\ 45\ SO_4\ 53}{Ca\ 41\ Na\ 39\ Mg\ 20}$
	29,88	14,89	31,05	34,25	39,92	1,39	
	39	20	41	45	53	2	
Оазис Айн-Мелана <sup>1</sup>	1,351	0,341	0,662	2,567	2,185	0,116	M7,2 $\frac{Cl\ 60\ SO_4\ 38}{Na\ 49\ Ca\ 28\ Mg\ 23}$
	58,74	28,04	33,03	72,39	45,5	1,91	
	49	23	28	60	38	2	
Оазис Тебесбест <sup>1</sup>	0,745	0,14	0,561	1,135	1,838	0,11	M4,5 $\frac{SO_4\ 53\ Cl\ 44}{Na\ 45\ Ca\ 39\ Mg\ 16}$
	32,84	11,51	27,99	32,04	38,27	1,95	
	45	16	39	44	53	3	

Оазис Меггарип, 29	0,877	0,178	0,658	1,593	1,85	0,132	M5,2 $\frac{Cl\ 52\ SO_4\ 45}{Na\ 45\ Ca\ 38\ Mg\ 17}$
	38,15	14,64	32,83	44,98	38,5	2,16	
	45	17	38	52	45	3	
Оазис Джедида <sup>1</sup>	0,644	0,186	0,504	1,117	1,663	0,139	M4,2 $\frac{SO_4\ 51\ Cl\ 46}{Na\ 41\ Ca\ 37\ Mg\ 22}$
	28,01	15,3	25,15	31,5	34,66	2,28	
	41	22	37	46	51	3	

<sup>1</sup> Номер скважины неизвестен.

Таблица 36

Основные сведения о втором водоносном горизонте в отложениях мио-плиоцена

Местонахождение и номер скважины	Глубина скважины, м	Глубина залегания, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Удельный дебит, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут	Общая минерализация, г/л
	Абс. отм. устья скважины, м	Вскрытая мощность горизонта, м	Абс. отм., м					
Оазис Дебила, 68	345	279	+9,42	9	41,5	4,59	—	3,45
	61,05	66	70,47					
Оазис Темасин, 70	145	43	-2,7	16	40	2,5	—	6,25
	79	48	76,3					
Оазис Ум-эль-Тиур, 71	400	202	+5,8	5,4	40,6	7,52	—	3,95
	11,72	76	17,52					
Оазис Сиди-Хелиль, 53	202	157	+3,1	6,6	29	4,4	14	3,8
	22	36	25,1					
Оазис Тамерна, 52	180	115	-17,66	16,4	60,5	3,68	7,6	3,95
	65,91	61,4	48,25					
Оазис Н'Сига, 72	256	157	+31,8	30,15	150	4,9	—	3,48
	18	99	49,8					

По химическому составу они относятся к хлоридно-сульфатным натриево-кальциевым или хлоридным натриево-кальциевым (табл. 37).

Таблица 37

Химический состав подземных вод первого водоносного горизонта  
(в отложениях мио-плиоцена)

Местоположение и номер скважины	Минерализация, г/л	Содержание ионов, мг/л					
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	O <sup>2+</sup> <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup>
Оазис Урир, 12	3,5	73	1463	835	428	116	584
Оазис Гатерна, 52	3,9	146	1872	660	275	111	851
Оазис Сиди-Хелиль, 53	3,8	134	1584	760	210	90	888
Оазис Айн-Тигеддин (скв. Туми)	3,3	74	2161	2490	635	353	1299

В зависимости от литологического состава водосодержащих пород и скорости водообмена тип и минерализация подземных вод существенно изменяются.

К современному песчано-глинистым огипсованым и нередко засоленным элювиально-делювиально-пролювиальным отложениям Уэд-Гира приурочены грунтовые поровые воды. За пределами пальмовых плантаций, где условия залегания и режима грунтовых вод не испытывают влияния орошения, зеркало их залегает на глубине от 1 до 5 м и более. Грунтовые воды распространены в понижениях рельефа. Воды характеризуются повышенной минерализацией, изменяющейся от 3 до 25 г/л. По составу воды преимущественно сульфатные кальциево-натриевые (табл. 38). Сульфат-ион составляет 56—76%-экв, на втором месте находится ион хлора (до 30%-экв). На участках с залеганием зеркала грунтовых вод менее 1 м воды имеют сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный состав.

На орошаемых землях распространены преимущественно грунтовые воды повышенной минерализации и пестрого химического состава.

Из краткого описания водоносных горизонтов наложенного артезианского бассейна Уэда-Гир видно, что выделенные водоносные горизонты не разделяются выдержанным водоупором. Наиболее высокие пьезометрические уровни характерны для водоносного горизонта известняков нижнего эоцена, самые низкие — для первого водоносного горизонта. Воды четвертичных отложений безнапорные. Для всех горизонтов Уэд-Гира наблюдается увеличение напоров по направлению с юга на север в соответствии с общим направлением регионального подземного стока Низкой Сахары в сторону шоттов Меруан и Мельгир. Ф. Пэ (1959) отмеча-

## Химический состав грунтовых вод

Местонахождение и номер шурфа	Глубина отбора, м	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава
		Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Оазис Тамерна, 1	1,95	0,382	0,66	0,69	0,504	1,92	0,146	M4,0 $\frac{SO_4 71 Cl 25}{Ca 61 Na 29 Mg 10}$
		16,6	5,43	34,43	14,22	40,0	2,39	
		29	10	61	25	71	4	
Там же, 3	1,45	0,276	0,198	0,67	0,504	2,16	0,171	M4,0 $\frac{SO_4 73 Cl 23}{Ca 54 Mg 26 Na 20}$
		12	16,28	33,43	14,22	44,97	2,8	
		20	26	54	23	73	4	
Оазис Сиди-Хелиль, 1	1	1,044	0,366	0,53	1,179	3,36	0,131	M7,2 $\frac{SO_4 66 Cl 32}{Na 43 Mg 29 Ca 28}$
		45,4	30,1	29,44	33,25	69,95	2,15	
		43	29	28	32	66	2	
Там же, 6	3,8	1,219	9,234	0,71	1,619	2,88	0,146	M7,4 $\frac{SO_4 56 Cl 42}{Na 49 Ca 33 Mg 18}$
		53	19,24	35,43	45,65	59,96	2,39	
		49	18	33	42	56	2	
Оазис Стил, 31	1,5	1,092	0,27	0,33	0,693	3,1	0,11	M5,6 $\frac{SO_4 75 Cl 23}{Na 55 Mg 26 Ca 19}$
		47,5	22,2	16,48	19,54	64,49	1,8	
		55	26	19	23	75	2	
Там же, 32	1,6	0,865	0,138	0,37	0,632	2,304	0,11	M4,6 $\frac{SO_4 71 Cl 27}{Na 56 Ca 27 Mg 17}$
		37,6	11,35	18,48	17,82	46,76	1,8	
		56	17	27	27	71	2	
Там же, 30	1,2	0,53	0,228	0,52	0,547	2,4	0,146	M4,8 $\frac{SO_4 74 Cl 23}{Ca 38 Na 34 Mg 28}$
		23	18,75	25,35	15,43	50	2,39	
		34	28	38	23	74	3	

ет близкие значения пьезометрических уровней для всех водоносных горизонтов Уэд-Гира в районе оазисов Темасин, Тамеллат и Тамерна. К северу от Тамерны разница в уровнях этих горизонтов возрастает, и на северной окраине бассейна в оазисе Урир значение пьезометрических уровней для каждого горизонта равно: для горизонта известняков 34 м, для второго горизонта 21,3 м и для первого горизонта 18,4 м.

По химическому составу воды бассейна Уэд-Гир преимущественно хлоридно-сульфатные натриевые и хлоридно-сульфатные кальциевые с общей минерализацией 3,5—8,6 г/л. Воды четвертичных отложений сульфатные, хлоридно-сульфатные натриевые и сульфатно-хлоридные натриевые или кальциевые.

Условия питания подземных вод бассейна недостаточно изучены. Современное состояние знаний не позволяет дать полное представление о формировании подземных вод этого бассейна. Предполагается (Gousskov, Cornet, 1952; Пэ, 1956), что питание водоносных горизонтов Уэд-Гира может происходить путем инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих в зоне Большого Восточного Эрга и хамадах.

Авторы настоящей работы придерживаются мнения, что питание подземных вод Уэд-Гира осуществляется за счет подтока из нижележащих горизонтов в местах, где нет выдержанного водопора. На некоторых участках в питании водоносных горизонтов некоторую роль играют и атмосферные осадки, инфильтрирующиеся на площади распространения этого комплекса, а также конденсационные воды в области развития песков Большого Восточного Эрга.

Разгрузка вод мио-плиоцена происходит на северо-востоке в районе шоттов Меруан и Мельгир.

Подземные воды мио-плиоценового комплекса имеют большое практическое значение. Они широко используются для водоснабжения во многих районах Низкой Сахары.

## АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН ВПАДИНЫ ТАНЕЗРУФТ

Бассейн Танезруфт, занимающий одноименную впадину, с запада ограничивается песками Эрга-Шеш, протянувшимися с севера на юго-восток почти на 600 км. К востоку от него находятся горы Муйдир представляющие собой западное продолжение Ахаггара. К северу от Танезруфта расположены Угартские цепи. На юге впадина Танезруфт продолжается на территорию Мали.

«Танезруфт» обозначает независимо от характера почвы самые бесплодные части Сахары — пустыни в полном смысле этого слова (Бернар, 1949). В них не только нет постоянного населения, но люди вообще не посещают их. Именно таким районом и является впадина Танезруфт — огромная, плоская, безжизненная, каменная равнина, частично перекрытая песками. Ширина ее от Уаллена (восточная окраина Танезруфта) до границы с Мали со-

ставляет около 400 км. Она отличается особенно тяжелыми климатическими условиями. В Уаллене выпадает осадков 18,6 мм/год при испарении 5260 мм/год; в Реггане (северная окраина бассейна) количество осадков достигает лишь 5,8 мм/год. Средняя температура июля в Уаллене 37,7°С. Максимальная достигает 54°С. Поверхностный сток здесь практически отсутствует. Водопункты имеются лишь на восточной окраине равнины.

Геологическое строение, как и подземные воды района, изучено очень слабо. Имеющиеся материалы позволяют дать лишь очень схематическое описание этой территории.

В структурном отношении артезианский бассейн Танезруфта является синклинальным прогибом, расположенным между Ахагаром на востоке и Эргом-Шеш, занимающим склон низкогогорного массива Эглаб на западе. В географическом отношении впадина Танезруфт является как бы продолжением узкой впадины Тимимун, к которой приурочена долина Сауры, однако гидрогеологически Танезруфт является самостоятельным артезианским бассейном, так как на севере он отделяется от впадины Тимимун юго-восточным продолжением палеозойской складчатой зоны Угартских цепей.

Впадина Танезруфт выполнена отложениями мезо-кайнозоя. В верхней части разреза залегают песчаники неопределенного возраста. По-видимому, это континентальные породы миоцен-четвертичного возраста. Ниже располагаются отложения континенталь-интерколер, представленные песчаниками и песками с глинами. В южной части Танезруфта породы формации континенталь-интерколер падают на восток и перекрываются известняками верхнего мела. В северной части Танезруфта верхнемеловые отложения не известны.

Подземные воды Танезруфта могут быть охарактеризованы лишь по трем скважинам, пробуренным алжирскими организациями в районах поста «Бидон-5» на юге бассейна и вблизи Хаммудия (южнее Реггана) на севере впадины. Этими скважинами вскрыты два водоносных горизонта. Одна из скважин глубиной 160 м была пробурена в 1939 г. в районе Бидон-5. Она встретила в верхней части разреза напорный водоносный горизонт на глубине 124 м (Меньшиков, 1956) с дебитом 25 м<sup>3</sup>/сут.

Другая скважина (21-4П), пройденная на северной окраине Танезруфта в районе Хаммудия, вскрыла в верхней части разреза напорные воды со статическим уровнем ниже поверхности (-20,2 м). При откачке с понижением на 15,5 м получен дебит 3 л/с. Воды соленые хлоридно-сульфатные натриевые с минерализацией 12—14,2 г/л.

В 1959 г. в районе Бидон-5 пробурена скважина глубиной 273,8 м, которая прошла миоцен-четвертичные отложения и углубилась в формацию континенталь-интерколер. В песках и песчаниках, разделенных прослоями глин, встречено два водоносных горизонта на глубине 175 и 251 м. Воды напорные со статическими уровнями ниже поверхности земли. Сведения о водообильности

горизонта отсутствуют. Основные данные по скважинам района артезианского бассейна Танезруфт приведены в табл. 39.

Таблица 39

Основные сведения по скважинам

Местоположение и номер скважины	Глубина скважины, м	Горизонт	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Минерализация, г/т
Бидон-5, 1	160	N-Q	124	-20	—	0,3	14,2
Там же, 2	273,8	K <sub>1</sub>	175—203	-107	—	—	—
			251—274	-117	—	—	—
Хаммудия, 21-4П	177,5	K	120—166	-20,2	15,5	3	12

Состояние изученности подземных вод Танезруфта пока не дает основания делать какие-либо обобщения о распространении, условиях залегания и формировании подземных вод. Однако дальнейшее изучение водоносного горизонта континенталь-интерколер, который может быть перспективным для эксплуатации, возможно изменит установившееся мнение о Танезруфте как о безводной и безжизненной области Сахары.

## НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О МИНЕРАЛЬНЫХ И ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ

Минеральные и термальные воды на территории Алжира широко распространены. Они выявлены главным образом в пределах северной зоны Атласских гор.

По данным исследований (Dalloni, 1939; Fricke, 1969), в Алжире насчитывается более 100 минеральных источников, включая некоторые термальные, воды которых обладают лечебными свойствами. Изучены минеральные источники слабо и неравномерно по площади. В литературе, посвященной минеральным водам Алжира, приведены различные по степени детальности описания отдельных источников.

Заключение о лечебных свойствах воды того или иного источника сделано по аналогии физико-химической характеристики с известными типами минеральных лечебных вод или на основании опыта практического использования.

Большинство известных минеральных источников имеют примитивный каптаж либо вовсе не имеют его.

Вода некоторых источников используется для лечебных целей и розлива на заводах минеральной воды. Каптажные сооружения на минеральных источниках обычно представляют собой штольни или галереи для захвата минеральной воды в зоне выхода источника на поверхность (рис. 37).

На отдельных месторождениях осуществлялось глубокое бурение с целью вскрытия минеральной воды в коренном залегании.

Имеющиеся данные позволяют разделить минеральные источники на следующие группы: 1) углекислые сложного ионного состава; 2) слабоуглекислые слабощелочные питьевые воды; 3) радоновые высокотермальные; 4) слабосульфидные термальные; 5) азотные термальные и высокотермальные.

Для характеристики источников нами использованы данные из работ М. Даллони, С. Гига, К. Фрике, а также отчеты советских специалистов И. Я. Пантелеева, Т. К. Стажадзе, И. И. Романцевича, Г. С. Вартамяна.

### УГЛЕКИСЛЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Группа углекислых минеральных источников является наиболее представительной среди других выделенных типов. К этой группе относятся месторождения минеральных вод Бен-Харун, Тахитунт, Музайя, Айн-Сенур, Айн-Млила, Бу-Хаджар и др.

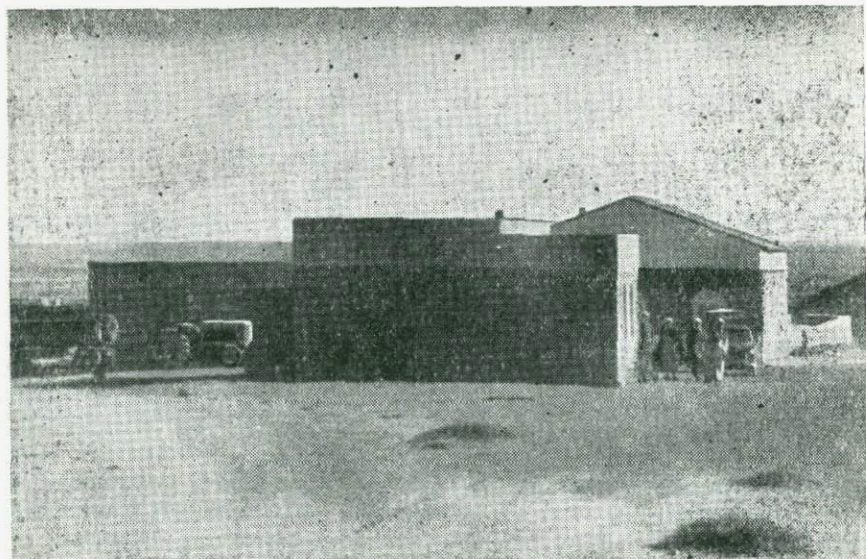


Рис. 37. Местная водолечебница на термальном сероводородном источнике близ г. Шеллала

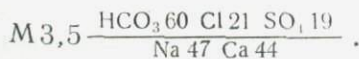
Месторождение Бен-Харун. Называется оно по наименованию основного источника, расположенного в Большой Кабилии, в департаменте Тизи-Узу, примерно в 70 км к юго-востоку от г. Алжира.

В районе месторождения развиты интенсивно дислоцированные отложения верхнего мела — известняково-мергельные толщи сенона, в ряде мест прорезанные диапирами триасовых пестроцветов.

Главный источник каптирован в 1943 г. галереей длиной 22 м, которая позднее была заменена новой галереей длиной 175 м с водосборной (каптажной) камерой сечением 5,2×8,1 м. Эта камера, располагающаяся на глубине 30 м от поверхности земли, захватывает пять отдельных выходов минеральной воды, которая затем по трубопроводам подается на завод по розливу воды.

Суммарный дебит каптированных источников 0,6—0,9 л/с. Кроме каптированного источника в окрестностях зафиксированы другие выходы углекислых вод (всего до 10), а также отложения травертинов и гидротермальных туфов. Температура воды этих источников 25—30° С.

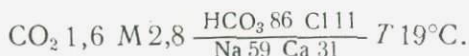
По составу вода основного источника углекислая гидрокарбонатно-хлоридная натриево-кальциевая<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> Результаты анализов воды основных источников приведены в табл. 40.

Месторождение Тахитунт. Расположено в отрогах гор Малой Кабилии вблизи автодороги (на 77 км), связывающей города Беджания и Сетиф (департамент Сетиф). В районе месторождения распространены интенсивно дислоцированные трещиноватые отложения верхнего мела — кампана, маастрихта. В 600 км к северу от минерального источника наблюдается антиклинальная складка, в ядре которой обнажены гипсоносные породы триаса.

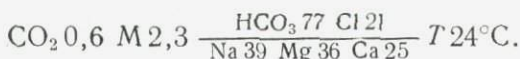
По имеющимся данным (аналитик Т. К. Стажадзе) вода основного источника содержит до 1,6 г/л  $\text{CO}_2$ , в ионном составе преобладают  $\text{HCO}_3$  (1,8 г/л) и Na (0,47 г/л) при величине сухого остатка 2,9 г/л. Формула Курлова для воды этого источника имеет следующий вид:



Другие выходы воды характеризуются меньшей минерализацией, по-видимому, вследствие разбавления пресной водой.

О дебите источника сведений не имеется. Вода его, пригодная для розлива, в настоящее время используется только местными жителями.

Месторождение Музайя. Расположено в 50 км к юго-западу от г. Алжира, на территории городка Ататба, в пределах равнины Митиджа (департамент Алжир). Углекислые минеральные воды вскрыты скважиной, пробуренной в 1929 г., глубиной 80 м в толще аллювиальных отложений, по-видимому, раннечетвертичного возраста (точного определения возраста отложений, в которых каптирована минеральная вода, нет). Расход скважины около 0,13 л/с. Вода углекислая гидрокарбонатно-хлоридная натриево-магниево-кальциевая



Содержание  $\text{CO}_2$  и величина общей минерализации колеблются в значительных пределах (до 1,2—1,4 г/л).

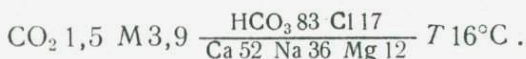
Вода этой скважины используется заводом розлива и называется «Заводской». Ранее минеральная вода этого месторождения называлась «Леблан» по одноименному источнику группы Виши (углекислые щелочные воды), по аналогии с которым определялись ее тип и лечебные свойства. Ионный и газовый составы воды указывают на ее более глубокое происхождение. На участок каптажа она приходит издалека, по пути снижается концентрация солей и углекислоты вследствие разбавления, но первоначальный тип сохраняется.

Помимо упомянутой здесь пробурено еще две скважины. Одна из них — «Баши» дает аналогичную минеральную воду с несколько меньшей минерализацией (около 2,0 г/л), другая — пресную. При повышении интенсивности откачки воды из скважины «Баши» в ней появляется запах сероводорода. В южном направлении,

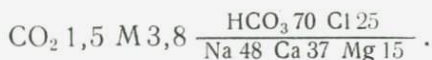
ближе к отрогам гор, наблюдаются выходы бурно газлирующих углекислых минеральных вод. Сведения о их газовом и ионном составе отсутствуют.

Месторождение Айн-Сенур. Названо по одноименному селению, расположенному в 4 км от г. Сук-Ахрас (вблизи границы с Тунисом) по дороге, ведущей в Гельму. Здесь имеется примитивно каптированный (трубой) углекислый источник с дебитом 0,13 л/с. Район слабо дислоцирован и представляет собой своеобразный узел непоследовательного сочленения на небольшой площади разновозрастных пород — олигоцена, эоцена, верхнего и нижнего мела, среди которых выделяется крупный выход пород пермо-триаса.

Вода источника содержит до 1,5 г/л углекислого газа, по типу гидрокарбонатная кальциево-натриевая с минерализацией до 4 г/л, на вкус кислая, приятная. Ее состав выражается формулой



В воде обнаружены микроэлементы Mn, Cu, Fe, PO<sub>4</sub> и др. Еще один выход такой же углекислой воды имеется в 4 км от Сук-Ахраса по той же дороге на Гельму. Он называется Айн-эль-Карас, устье его выложено камнем, скапливающаяся вода на вид мутная, слабо газирует. Дебит источника около 0,2 л/с. Состав следующий:



Вода источника используется местными жителями.

Месторождение Айн-Млила. Названо по ближайшему крупному населенному пункту, расположенному по дороге между городами Константина и Батна, в пределах Возвышенных равнин Константины. Впервые углекислая минеральная вода была вскрыта здесь в 1968 г. при проходке колодца глубиной 8 м, в сел. Айн-Керша (виллаи Константины). По данным полевого анализа вода гидрокарбонатная кальциево-магниевая с общей минерализацией 2,9 г/л, содержит CO<sub>2</sub> до 1,4 г/л.

Месторождение Бу-Хаджар. Под таким названием известна группа минеральных источников, расположенных в 40 км к юго-западу от Орана, вблизи вулканического нагорья Айн-Тимуш. Суммарный дебит источников немногим более 1л/с. Температура 20°С. Вода отличается высоким содержанием CO<sub>2</sub> (до 2 г/л). На базе углекислых источников действует небольшой курорт местного значения с примитивными лечебными учреждениями. Вокруг источников нагромождения травертинов. Местные жители вырубают в них углубления, в которых устраивают индивидуальные ванны. Высокие лечебные свойства источников в Бу-Хаджаре широко известны с незапамятных времен и привлекают больных из очень удаленных районов страны.

Месторождение Азрез. Названо по одноименному городу, расположенному в 40 км к северо-востоку от г. Орана. Вода углекислая хлоридная натриевая. С 1926 по 1966 г. разливалась в бутылки под наименованием «Сен-Антуан». В настоящее время завод не работает. По сообщению местных жителей периодический излив аналогичной минеральной воды наблюдается в 250 м вверх по балке от каптированного источника.

## СЛАБОУГЛЕКИСЛЫЕ СЛАБОЩЕЛОЧНЫЕ СТОЛОВЫЕ ПИТЬЕВЫЕ ВОДЫ

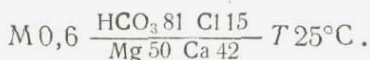
Выделение этой группы минеральных вод основано на опыте использования для розлива источника Саида. Он был открыт при бурении, и с 1963 г. воду разливают в бутылки как минеральную, аналогичную воде французского источника Эвиан.

Источник Саида находится в 3 км к северу от одноименного города — центра департамента в западной части Алжира, в сел. Назерет, на южном склоне Западного Телля.

Скважина, впервые вскрывшая эту воду и поступившая в распоряжение завода розлива, носит название «Заводской». Кроме нее на площади месторождения пробурено еще 15 скважин, в том числе две советскими специалистами (48 и 62). Скважина «Заводская» глубиной 241 м, прорезав 125 м глин и мергелей келловая, вывела самоизливающуюся воду из основного для этого района бат-байосского водоносного горизонта, сложенного известняками и доломитами. Первоначально она фонтанировала с дебитом около 5 л/с при полной срезке избыточного напора над устьем, равного 11 м. Задвижкой расход ограничен до 1 л/с.

О содержании свободной углекислоты имеются отрывочные сведения (около 250 мг/л).

Вода источника Саида слабоминерализованная гидрокарбонатная магниевко-кальциевая



Как показали геофизические исследования и последующий опыт бурения, месторождение Саида приурочено к крупному грабену меридионального простирания, осложненному разломами с вертикальным перемещением пород на 200—300 м. Грабен пересекают поперечные разломы, вдоль которых возникли зоны тектонических нарушений. В пределах этих зон, выявленных электропрофилированием, бат-байосский водоносный горизонт обладает наибольшей водообильностью, что и подтвердило бурение двух скважин (48 и 62). Дебит скв. 48 при самоизливе достигал 103 л/с, скв. 62—184 л/с. Удельные дебиты в этих скважинах равны соответственно 3,5 и 4,5 л/с.

Химический состав воды скв. 48 выражается следующей формулой:

$$M 0,46 \frac{HCO_3 77 \text{ Cl } 14}{Ca 73 \text{ Mg } 23} T 21^\circ C.$$

Такого большого количества воды для розлива, естественно, не требуется и ее с успехом используют для хозяйственно-питьевых целей и орошения. В районе месторождения (в 9 км к северо-востоку) наблюдаются выходы термальных слабоуглекислых вод, содержащих свободный сероводород. По данным К. Фрике, вода имеет температуру до 49°С, содержит 260 мг/л CO<sub>2</sub> и 5,7 мг/л H<sub>2</sub>S. Минерализация воды достигает 1,8 г/л. Расход 8 л/с. В районе этих источников строят курорты.

## РАДОНОВЫЕ ВЫСОКОТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Наиболее ярким представителем этого типа вод являются термальные источники месторождения Бу-Ханифья, на базе которых работает небольшой, но очень популярный курорт Алжира. Располагается он примерно в 20 км к юго-западу от г. Маскара на равнине у южных отрогов гор Бени-Шугрен.

Источники бьют из трещин в крупном травертиновом холме, под которым залегают тектонически нарушенные, интенсивно трещиноватые мергели и известняки нижнего эоцена. По ряду показателей источники делятся на три группы: высокотермальные (63—70°С) радиоактивные (Rn=3—4 тм С/л); термальные (45—55°С) высокордиоактивные (Rn 43—48 тм С/л); низкотермальные (20°С) нерадиоактивные.

Среди первой группы наиболее значительным является источник 3 Пальмовый, во второй — так называемый «источник у моста», в третьей — источник Сиди-Абделах.

Суммарный дебит источников месторождения Бу-Ханифья около 2,5 л/с. По имеющимся анализам состав двух основных источников следующий:  
источник Пальмовый

$$M 1,6 \frac{HCO_3 52 \text{ Cl } 41}{(Na + K) 51 \text{ Ca } 36 \text{ Mg } 13} T 65^\circ C.$$

источник у моста

$$M 1,6 \frac{Cl 46 \text{ HCO}_3 45 \text{ SO}_4 9}{(Na + K) 52 \text{ Ca } 35 \text{ Mg } 13} T 52^\circ C.$$

## СЛАБОСУЛЬФИДНЫЕ ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Воды этого типа широко распространены на территории Алжира как в горной, так и в равнинной его частях. Они часто приурочены к участкам развития соляной тектоники — внедрения диапировых куполов триасовых гипсоносных отложений или дру-

Рис. 38. Карстовая пещера в триасовых отложениях с термальной сероводородной водой (южный склон Шеллалинской гряды)



гих тектонических нарушений глубокого заложения. Изучены эти источники очень слабо, используются они, как правило, только местным населением. На наиболее крупных из них построены небольшие водолечебницы, которые пользуются большой популярностью.

В качестве примера таких примитивно освоенных месторождений термальных слабосульфидных вод приведем краткие сведения о трех источниках: два первые расположены на южном склоне Шеллалинской горной гряды, третий — в зоне Южно-Атласского краевого прогиба, близ Бискры. Первые два не имеют определенного наименования и местные жители называют их просто «хаммам» (баня), третий известен под названием Хаммам-эс-Салахии.

На одном из шеллалинских источников построено небольшое ванное здание с бассейнами, куда поступает вода из закрытого каптажного колодца. Вблизи отчетливо видна широкая тектоническая трещина, заполненная гипсоносными отложениями триаса. Вероятно, вода поднимается с большой глубины, температура ее на выходе  $39^{\circ}\text{C}$ . Отчетливо слышен запах сероводорода. Активно выделяются пузырьки газа, по-видимому, углекислоты. Анализа нет.

Второй источник находится недалеко от первого. Он представляет собой наклонную пещеру, образовавшуюся на контакте с триасовой дайкой, по которому из глубины поступает горячая вода с запахом сероводорода. В этой пещере образовалось скрытое с поверхности маленькое проточное озеро термальной воды (рис. 38), привлекающее больных из ближайших сел и кочевьев. На стенках пещеры видны отложения травертинов, что указывает на присутствие в воде кроме сероводорода и углекислоты.

Хаммам-эс-Салахин довольно благоустроен. Среди кучи деревьев — белокаменное ванное здание с площадкой для стоянки автомашин. Термальный источник, питающий ванны, каптирован каменным колодцем. Внутри ванного здания отчетливо чувству-

ется запах сероводорода, но анализа газового состава нет. Имеется анализ (1966 г.) ионного состава воды

$$M 9,1 \frac{Cl 77 SO_4 20}{Na 82 Ca 12} T 44^\circ C.$$

Вода термальная средней минерализации, хлоридно-сульфатная натриево-кальциевая. Расход источника около 13,4 л/с.

## АЗОТНЫЕ ТЕРМАЛЬНЫЕ И ВЫСОКОТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Воды этого типа также широко распространены в Алжирском Атласе, составляя прочную гидроминеральную базу для многочисленных народных курортов — «хаммам». Как правило, воды мало-минерализованные, азотные или безгазовые, нередко очень обильные.

Приведем краткие сведения о некоторых месторождениях термальных вод (табл. 40).

В 12 км к северу от Константины, в местечке Хамма-Плесань издавна известны обильные источники термальных вод, которые широко используются в лечебных и хозяйственно-питьевых целях. Температура воды достигает  $34^\circ C$ , общая минерализация 0,75 г/л, состав воды гидрокарбонатный кальциевый.

В пределах г. Константины уэд Рюммель прорезает глубокое, весьма живописное ущелье, через которое перекинут всякий мост. В бортах ущелья, сложенных меловыми породами, бьют термальные ключи, которые несмотря на труднодоступность охотно посещают местные жители. Отдельные из этих источников достаточно обильны. Так, расход источника Лэн Сиди Рашел около 4 л/с, источника Лэн Шеккар — до 18 л/с. Температура воды  $28-29^\circ C$ , что, возможно, указывает на подток холодных вод уэда Рюммель.

Одно из самых крупных известных нам месторождений термальных вод Шод-Фонтан находится в горах Ореса, вблизи населенного пункта Кеншела, примерно в 80 км к востоку от центра департамента Орес — г. Батна. Источники приурочены к пересечению крупных тектонических трещин в меловых отложениях и выходят в виде сосредоточенных струй. Температура на выходе достигает  $60^\circ C$ . Для ванн ее разбавляют водой холодных источников, стекающей с бортов узкой долины, в дне которой непосредственно у источников еще римлянами был построен бальнеологический комплекс (бассейны, ванны). Разрушенные в средние века они частично восстановлены и широко используются жителями близких и далеких окрестностей.

Выходы термальной воды отмечаются в бортах небольшой балки — выше бальнеологического комплекса. Замерить расход не представлялось возможным, но, по сообщениям местных медицинских работников, он всегда достаточно высок и не испытывает заметных колебаний.

## Химический состав воды основных термальных источников Алжира

Название и местонахождение источника	Аналитик и год анализа	Содержание газов, г/л	Т, °С	Ионный состав, г/л, мг-экв/л, %-экв						Формула химического состава	
				Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>		
Бен-Харун, департамент Тизи-Узу, в 70 км к юго-востоку от г. Алжира	Г. Вернер, 1968	CO <sub>2</sub> 2,8	25—30	0,516	0,052	0,417	0,362	0,436	1,759	M3,5	$\frac{\text{HCO}_3\ 60\ \text{Cl}\ 21\ \text{SO}_4\ 19}{\text{Na}\ 47\ \text{Ca}\ 44}$
				22,44	4,28	20,81	10,21	9,08	28,85		
				47	9	44	21	19	60		
Тахитунт, департамент Сетиф (к северу от одноименного города)	Т. Стажадзе, 1969	CO <sub>2</sub> 1,6	19	0,472	0,043	0,22	0,133	0,058	1,836	M2,7	$\frac{\text{HCO}_3\ 86\ \text{Cl}\ 11}{\text{Na}\ 59\ \text{Ca}\ 31\ \text{Mg}\ 10}$
				20,53	3,5	10,99	3,75	1,2	30,09		
				59	10	31	11	3	86		
Музайя, г. Музай-Явиль-Ататба, в 50 км к юго-западу от г. Алжира	Г. Вернер, 1968	CO <sub>2</sub> 0,6	24	0,271	0,131	0,155	0,287	0,042	1,424	M2,3	$\frac{\text{HCO}_3\ 77\ \text{Cl}\ 21}{\text{Na}\ 40\ \text{Mg}\ 35\ \text{Ca}\ 25}$
				11,79	10,75	7,73	6,4	0,57	23,39		
				40	35	25	21	2	77		
Айн-Семур, в 4 км к северу от г. Сук-Ахрас	Т. Стажадзе, 1969	CO <sub>2</sub> 1,5	16	0,466	0,083	0,584	0,338		2,398	M3,9	$\frac{\text{HCO}_3\ 83\ \text{Cl}\ 17}{\text{Ca}\ 52\ \text{Na}\ 36\ \text{Mg}\ 12}$
				20,27	6,79	29,14	9,54	Сл.	47,5		
				36	12	52	17		83		
Айн-эль-Карас, в 4 км от Айн-Семура	Т. Стажадзе, 1969	CO <sub>2</sub> 1,5	—	0,539	0,144	0,358	0,435	0,103	2,196	M3,8	$\frac{\text{HCO}_3\ 71\ \text{Cl}\ 25}{\text{Na}\ 48\ \text{Ca}\ 37\ \text{Mg}\ 15}$
				23,44	7,21	17,88	12,26	2,13	34,76		
				48	15	37	25	4	71		
Саида, с. Назерег, к северу от г. Саида	Г. Вернер, 1968	CO <sub>2</sub> 0,25	25	0,015	0,047	0,065	0,042	0,011	0,439	M0,7	$\frac{\text{HCO}_3\ 82\ \text{Cl}\ 16}{\text{Mg}\ 50\ \text{Ca}\ 42}$
				0,65	3,86	3,24	1,19	0,23	7,2		
				8	50	42	16	2	82		
Бу-Ханифья, в 90 км к юго-западу от г. Маскара. Источник 3	Г. Вернер, 1968	3—4 С/л	65	0,281	0,036	0,17	0,327	0,085	0,765	M1,7	$\frac{\text{HCO}_3\ 53\ \text{Cl}\ 41}{\text{Na}\ 51\ \text{Ca}\ 36\ \text{Mg}\ 13}$
				12,22	2,96	8,48	9,22	1,77	12,52		
				51	13	36	41	6	53		
Хаммам-эс-Салахин	1968		44	9,977	0,049	0,366	4,047	1,487	0,405	M9,3	$\frac{\text{Cl}\ 76\ \text{SO}_4\ 20}{\text{Na}\ 82\ \text{Ca}\ 12}$
				129,5	4,03	18,26	114,1	31	6,64		
				82	6	12	76	20	4		
Гергур, в 3,5 км к северу от Сетифа	Т. Стажадзе, 1969		42,5	0,101	0,174	0,612	0,488	1,388	0,244	M3,0	$\frac{\text{SO}_4\ 70\ \text{Cl}\ 22}{\text{Ca}\ 66\ \text{Na}\ 18\ \text{Mg}\ 16}$
				8,34	7,56	30,58	13,76	28,89	4		
				18	16	66	22	70	8		

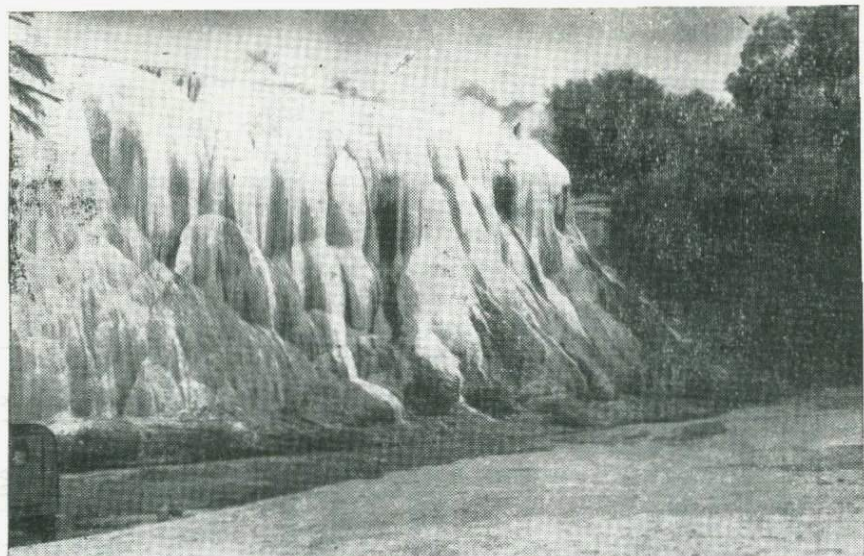
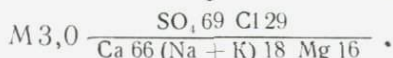


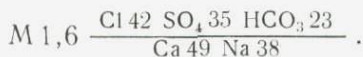
Рис. 39. Водопад горячей воды, образованный источником Мескутин близ Гельмы

Заслуживают внимания еще два месторождения термальных вод — Гергур и Мескутин. Первое расположено в 5,5 км к северу от Сетифа. Термальная вода изливается из трещин в меловых отложениях, контактирующих с триасовыми. Температура воды 42—44° С. Химический состав выражается следующей формулой:



Сульфатно-кальциевый тип воды указывает на тесную связь ее с гипсоносными породами триаса.

Месторождение Мескутин расположено вблизи г. Гельма. Оно выделяется среди других месторождений термальных вод необычайно высокой температурой воды — до 95° С (по данным Даллонни). Наши замеры (1968 г.) показали температуру 72° С. Дебит около 100 л/с. Состав воды хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый



По данным Г. В. Богомолова (1956), вода мышьяковистая и содержит 1 г/л CO<sub>2</sub>. Горячая вода стекает в долину по крутой, почти отвесной скале, оставляя следы в виде травертинов (рис. 39).

Минеральные и термальные воды как база развития курортного строительства в Алжирской Народной Демократической Республике представляют огромное потенциальное природное богатство. Они нуждаются в комплексном изучении гидрогеологами, физико-химиками, бальнеологами и другими специалистами.

## Заключение

Главный вывод, который следует сделать из анализа изложенных выше материалов, состоит в том, что подземные воды для такой страны, как Алжир, являются самым ценным полезным ископаемым, от наличия и степени использования которого зависит производственная деятельность людей и их местожительство. И если в горных участках страны (и то не повсюду) поверхностные воды играют значительную роль в водообеспеченности того или иного хозяйственного района, то на равнинах они, как правило, существуют спорадически, сезонно, и здесь наиболее надежным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются подземные воды.

Особенно это относится к районам Алжирской Сахары, занимающей 80% территории страны, к Высоким и прибрежным равнинам, ряду крупных участков Сахарского Атласа. Во всех этих районах уэды лишь периодически и на короткое время наполняются водой, а встречающиеся здесь озера, как правило, содержат соленые, не пригодные для потребления воды. Одновременно можно утверждать — и об этом достаточно убедительно свидетельствуют изложенные выше материалы, — что во всех этих районах, правда неравномерно и неравнообильно, распространены подземные воды, вокруг естественных и искусственных источников которых сосредоточена жизнь.

Формулируя этот важнейший вывод о роли подземных вод в производственной деятельности населения Алжирской Народной Демократической Республики, необходимо сделать и второй вывод о том, что степень изученности подземных вод и организация их практического использования оставляют желать лучшего. Подземные воды страны нуждаются в систематическом изучении по всему комплексу вопросов гидрогеологической науки и прежде всего в научном обосновании их естественных ресурсов в различных гидрогеологических районах и разработке методов их рациональной эксплуатации.

В некоторых густо населенных районах страны осуществляется нерегулируемое бурение скважин на воду, что приводит к неуклонному снижению напорных уровней и недопустимому истощению запасов подземных вод (бассейны Митиджа, Уэд-Гир, районы Большого Сахарского артезианского бассейна и др.).

Например, в бассейне Уэд-Гир многие ранее фонтанировавшие скважины из-за снижения пьезометрической поверхности подземных вод (а иногда и по причине технической неисправности) пе-

реведены на насосную эксплуатацию. За последние 20—30 лет здесь пробурено дополнительно несколько сотен скважин, но при этом суммарный расход скважин в оазисе в целом почти не увеличился. Каждая новая скважина забирает часть воды старых, способствуя дальнейшему снижению пьезометрической поверхности эксплуатируемых водоносных горизонтов. Установлено, что это снижение достигает 1 м в год, создавая реальную угрозу истощения ресурсов подземных вод в этом одном из самых богатых сельскохозяйственных районов Алжирской Сахары. Очевидно, назрела необходимость организации в стране службы наблюдения за режимом подземных вод и системой их эксплуатации, что отдалило бы, если не исключило совсем, опасность истощения ресурсов подземных вод в районах их интенсивной эксплуатации.

Это — третий вывод, который, по нашему мнению, следует сделать из рассмотрения материалов по гидрогеологии Алжира.

В заключение необходимо отметить, что работы советских специалистов в Алжире принесли вполне ощутимые практические результаты. При их технической помощи и непосредственном участии разведаны и приведены в действие значительные ресурсы подземных вод в различных районах страны. В балансовые эксплуатационные запасы подземных вод включено более 6 м<sup>3</sup>/с воды в районах, где нужда в ней исключительно велика. Кроме этих чисто практических результатов работы советских специалистов позволили шире взглянуть на проблему изучения подземных вод страны в целом и в частности составить это первое обобщение по гидрогеологии Алжира.

Начатые в 1964 г. работы продолжаются и надо надеяться, что они принесут новые ценные материалы для познания всех сторон природы подземных вод этой сложной в геолого-гидрогеологическом отношении страны.

## Resume

1° L'Algérie est un des pays nord-africain en voie de developpement rapide, dont le progrès économique dépend directement des eaux souterraines et de l'utilisation de celles-ci. Dans la plupart des régions les nappes souterraines représentent l'unique source d'alimentation en eau et de l'irrigation.

Neuf dixièmes du territoire de l'Algérie sont occupées par le désert du Sahara où il n'existe pratiquement pas d'eaux de surface et où l'activité et la vie même des hommes peuplant les rares et assez grandes oasis (jusqu'à 60 mille habitants, avec une densité de 1200 personnes au km<sup>2</sup>) n'est soutenue qu'à l'aide des eaux souterraines.

Certaines grandes oasis comptent jusqu'à 1000 forages chacun (par exemple, l'oasis d'Ouargla) captant plusieurs nappes aquifères.

Dans beaucoup de régions du Nord méditerranéen (les Hauts Plateaux, Oranie, les hautes plaines Constantinoises etc.), les eaux souterraines jouent également un rôle prépondérant dans l'alimentation en eau des agglomérations, des entreprises industrielles et des terres cultivées.

Malgré une grande pratique d'utilisation des eaux souterraines l'étude hydrogéologique de l'Algérie reste au stade de rassemblement des données de base. Il n'existe pas de d'ouvrage de synthèse sur l'hydrogéologie de l'Algérie.

2° D'après les conditions de sédimentation et de diastrophisme on distingue plusieurs périodes de l'évolution géologique de l'Atlas Algérien.

Pendant la période antépaléozoïque le régime continental prédominait; au Paléozoïque, de l'Ordovicien au Carbonifère moyen, le territoire se trouvait submergé la plupart de temps, par la suite, surtout au cours du Permien—Trias, les conditions lagunaires se relayaient aux continentales, et au début du Jurassique le régime marin s'est installé.

Au début du Jurassique et jusqu'à la fin du Crétacé, tout le territoire de l'Atlas Algérien était recouvert par les eaux d'une mer dont les rivages se déplaçaient et dont la profondeur diminuait du Nord au Sud. L'époque du Paléogène — Neogène est caractérisée par un changement fréquent du régime de sédimentation.

3° Les dépôts du Paléozoïque d'une puissance inconnue sur le territoire de l'Atlas Algérien sont fortement métaphorisées et n'affleurent que dans les noyaux des massifs Kabyles. Les dépôts multicolores du Permien—Trias se rencontrent presque partout en forme de dômes et de filons en amas parmi les terrains méso-kaino-

soïques. Les roches paléozoïque et permotriassiques ne jouent pas un rôle déterminant dans l'hydrogéologie de l'Atlas Algérien. De puissants dépôts de roches carbonatées et terrigènes se sont accumulés pendant le Jurassique et le Crétacé (la tendance d'accroissement de teneur en sable se fait sentir du Nord au Sud, c'est-à-dire en sens de la diminution des profondeurs de la mer). Ils forment des structures principales de l'Atlas Algérien et contiennent les nappes et les complexes aquifères les plus productifs. La puissance totale du Jurassique est de 3 à 4 mille mètres, celle du crétacé, jusqu'à 3000 m. Le Paléozoïque et le Néogène sont représentés par des roches lithologiquement très différentes; calcaires, marnes, argiles, grès avec une puissance de 2 à 3 mille m. Les calcaires et les faciès sablograveleux de l'Eocène sont relativement riches en eau.

Le régime continental régnait presque partout pendant le Quaternaire. Les nappes phréatiques propres aux dépôts de cette période ont un caractère sporadique.

4° Au début du Mésozoïque, le sillon marginal de l'Atlas sud séparant les parties Nord et Sud s'est formé: celle du Nord a vu débuter de l'époque du développement géosynclinal, les conditions de plate-forme ne cessaient pas de régner dans la partie Sud.

Pendant la période mézo-kainozoïque, l'Atlas Algérien a subi l'influence du tectogénèse hercynien (deux phases) et alpin (cinq phases).

La dernière phase du plissement alpin, d'âge astien, a joué un rôle important dans le rajeunissement du relief, le développement de la fissuration et des phénomènes de karst ainsi que dans l'apparition des dômes et amas salifères. Ces processus ont laissé leur cachet dans la structure géologique actuelle.

5° Dans la séquence stratigraphique du Sahara Algérien, on distingue deux étages principaux: celui pré-cambrien inférieur et supérieur, et celui aux roches paléozoïques et mézokainozoïques. Au Sud et Sud-Ouest du pays, les roches métamorphisées du Précambrien constituent les massifs d'Ahaggar et d'Eglab. Une grande partie du Sahara Algérien est recouverte par divers sédiments mézokainozoïques, dont la plupart sont d'origine continentale. Pendant la période du Jurassique-Crétacé inférieur, une épaisse assise de roches multicolores s'est accumulée ici (jusqu'à 1500—2000 m. d'épaisseur: grès, sables, conglomérats, argiles connus sous le nom de «Continental intercalaire», qui renferme le plus grand complexe aquifère de Sahara. Parmi les sédiments postérieurs, les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène ainsi que les séries continentales miopliocènes ont le plus grand intérêt hydrogéologique. Les processus tectoniques se développaient assez tranquillement sur le territoire du Sahara Algérien pendant la période méso-kainozoïque et ont provoqué la formation de larges ensellements (Bas Sahara) et des bombements étalés (plateaux de Mزاب et de Tademaït).

6° Sur le territoire de l'Algérie, il y a 28 régions hydrogéologiques relativement isolées-massifs aquifères, versants de ces massifs, régions montagneuses plissées, bassins artésiens.

Les régions hydrogéologiques de l'Atlas algérien sont groupées dans les zones structurales et géomorphologiques.

7° La première zone (le littoral méditerranéen) comprend sept régions dont trois se rapportent au groupe de régions montagneuses plissées — les Grande et Petite Kabylies (1,2) et Dahra (3), et les quatre régions qui restent, aux bassins artésiens occupant les plaines maritimes ou les bassins intermontagneux; ce sont les régions d'Oran (4), du Bas Chélif (5), de Mitidja (6) et d'Annaba (7). Dans les régions montagneuses plissées du littoral (Grande et Petite Kabylies, Dahra), malgré la différence d'âge de la structure et des roches (les deux premiers possèdent les noyaux paléozoïques, la troisième est complètement mésokainozoïque), on distingue certains traits hydrogéologiques généraux: les grandes sources d'eaux souterraines douces dans les gorges traversant des montagnes aux calcaires karstifiés, le développement des nappes phréatiques d'eaux douces et peu minéralisées dans les vallées fluviales et sur leurs versants; dans ces régions les nappes profondes n'ont pas été prospectées. Les régions des Kabylies se distinguent de celle de Dahra par les conditions plus favorables pour l'alimentation en eau des nappes aquifères (les précipitations annuelles y atteignent 1600—1700 mm c'est-à-dire de 2,5 à 3 fois plus qu'à Dahra); on observe dans les différents secteurs, particulièrement en Petite Kabylie, de grandes failles tectoniques avec des intrusions des corps magmatiques et les sources d'eaux profondes, thermales, minéralisées, y compris les eaux carbonatées (Ben-Haroun Tahitunte). L'alimentation générale en eau de la Grande et Petite Kabylie est supérieure à celle de Dahra. Plusieurs grands cours d'eau traversent ce territoire — l'Issér, le Soummam, le Sébaou, etc., avec un écoulement continu mais très irrégulier qui dépend des précipitations; ce qui n'est pas caractéristique pour Dahra où les rivières sont petites, peu profondes et intermittentes pendant les périodes d'étiage; la population éparsée de Dahra obtient de l'eau à l'aide des puits creusés dans les alluvions des vallées fluviales ou dans le déluvium des versants.

Les bassins artésiens de la première zone forment deux groupes:

1) Les bassins maritimes ouverts vers la mer: ceux d'Oran et d'Annaba;

2) Les bassins intermontagneux ayant une liaison limitée avec la Méditerranée: ceux du Bas Chélif et de la Mitidja. D'après les conditions géologiques ces bassins diffèrent considérablement.

8° La deuxième zone comprend deux régions montagneuses plissées du Tell Ouest et Est (8, 9) et quatre bassins artésiens intermontagneux-des Hautes plaines, de Constantine (10), de Tlemcen du Nord (11), de Bel-Abés (12) et de Mascara (13).

Les régions montagneuses plissées du Tell-Ouest et Est sont très riches en eaux superficielles et de grandes sources de type vacluse.

Les principaux complexes aquifères du Tell-Ouest appartiennent aux dépôts jurassiques et crétacés, ceux de l'Est, aux terrains crétacés et paléogènes-méogènes.

Outre les grandes sources captées pour l'alimentation en eau on emploie fréquemment dans le Tell-Ouest les sondages hydrogéologiques. Les débits d'eau douce des forages atteignent 200 l/s. Dans le Tell-Est il y a beaucoup de sources thermales. Les dépôts du Néogène (dont les intercalations grés euses peuvent devenir des nappes aquifères) sont prometteurs quant aux eaux souterraines.

Parmi les bassins artésiens intermontagneux de la 2<sup>ème</sup> Zone, le bassin des Hautes plaines Constantinoises se distingue par son originalité, où d'après les conditions climatiques les eaux souterraines sont l'unique source d'alimentation. Pendant les dernières années on a prospecté dans les dépôts du crétacé inférieur un complexe assez abondant en eau.

Les bassins artésiens de Tlemcen nord, de Bel-Abès et de Mascara sont situés dans les cuvettes intermontagneuses du Tell-Ouest où les forages et puits jaillissants sont les plus riches en eau, dont le débit atteint parfois 100 m<sup>3</sup>/h (environ 30 l/s). Partout l'eau est de bonne qualité avec une minéralisation inférieure à 1 g/l.

Les nappes du Pliocène et du Miocène sont les plus prometteuses.

9° Dans la troisième zone de l'Atlas Algérien, les Hautes Plaines, il y a trois régions hydrogéologiques: celles d'Ouest, Centrale, et d'Est auxquelles se rattachent les bassins artésiens de Chergui (14), Chellala (15) et Hodna (16). Les nappes aquifères les plus abondantes appartiennent aux terrains suivants:

1. Jurassique moyen, 2. Jurassique supérieur et Crétacé inférieur, 3. Crétacé supérieur et Mio-pliocène.

10° La quatrième zone située au Nord du pays est composée de massifs montagneux de l'Atlas Saharien où l'on distingue trois régions hydrogéologiques.

1. La partie ouest de l'Atlas Saharien (17): entre la frontière marocaine et l'oasis de Biskra;

2. Le massif des Aurès (18);

3. L'extrémité est de l'Atlas Saharien (19).

Dans ces régions, les terrains les plus riches en eau sont: 1. Le Barrémien-Albien, 2. Le complexe de roches terrigènes et carbonatées du Jurassique-Crétacé inférieur et le complexe carbonaté du crétacé supérieur-paléogène, 3. Les dépôts du maestrichtien-éocène. Les débits des sources et des forages atteignent plusieurs dizaines ou centaines l/s.

11° Sur le terroir du Sahara algérien il y a 9 régions hydrogéologiques relativement isolées, à savoir: deux massifs aquifères, l'Ahaggar (20) et l'Eglab (22) avec les versants qui les encadrent: Tassili-n-Ahaggar (21a), Tassili-n-Ajjer (21b) et Eglab (23), une région hydrogéologique plissée: les chaînes d'Augarta (24); et quatre bassins artésiens, ceux de Tindouf (25), de Béchar (26), Grand bassin du Sahara (Algéro — Tunisien) avec les sous-régions de Saoura (27b), du Bas Sahara (27c), de l'oued Rhir (27d), et enfin le bassin de Tanezrouft (28).

12. Les massifs hydrogéologiques, leur versants ainsi que la région des chaînes d'Augarta et les bassins de Tindouf et de Tanez-

rouft se distinguent par une faible quantité d'eau. On notera la croissance relative de la teneur en eau des plusieurs nappes (carbonifères et crétacées) dans le synclinal paléozoïque de Béchar: les débits des forages varient respectivement de 5 à 12 l/s et de 4 à 40 l/s.

Le Grand bassin artésien du Sahara est le plus riche en eau (environ 600 000 km<sup>2</sup>). Ses principaux complexes aquifères appartiennent au Crétacé inférieur (continental intercalaire), crétacé supérieur, éocène et mio-pliocène. Les débits des forages atteignent 300 l/s (18, oasis de Guerrara). L'eau est de qualité satisfaisante, bonne pour l'alimentation, les besoins économiques et ménagers, l'irrigation.

14. La région du Tell-Atlas est riche en eaux thermominérales qu'on peut utiliser dans les buts balnéaires. Les différents sources sont groupées: eaux acides, avec une forte teneur en ions, peu acides, alcalines; eaux de radon, thermales, d'hydrogène subfuré, avec une haute concentration d'azote hyperthermales. Les eaux minérales et thermales constituent la richesse naturelle du pays à la base de laquelle on peut développer la construction des stations balnéaires.

## Summary

1° Algeria is one of the fast-developing countries of North Africa, where progress of national economy is often directly determined by the availability of ground waters and the possibility of their utilization. In the majority of the country's provinces ground waters constitute the only reliable source of water supply both for domestic needs and irrigation purposes. Nine tenths of the territory of contemporary Algeria lies within the Sahara desert, practically devoid of surface water, while all activities and the life itself of the people inhabiting the few sizeable oases (the population of 60,000 with density up to 1,200 per 1 sq. km) are only made possible thanks to the presence of ground waters. Large oases, e. g. Ouargla, may have as many as 1,000 water holes, making use of different aquifers.

There are also quite a number of regions in the northern, Mediterranean part of Algeria (the High Plains, Orania, the Setif, Constantina Plains, etc.), where the role of ground waters in water supply of rural areas, industrial enterprises and agriculture is just as equally important.

Although ground waters in Algeria have long been put to practical use, the study of the country's hydrogeology is still at the initial stage of collecting factual information. There exists no comprehensive paper to cover all aspects of hydrogeology in Algeria.

2° There are several periods in the geological history of the **Algerian Atlas** that can be distinguished on the basis of conditions, which accompanied the sedimentation and fold formation processes. During the Prepaleozoic period there was general prevalence of a continental regime over its entire territory; throughout the Paleozoic period, i. e. ever since the Ordovician through to the Middle Carbon, the regime was essentially marine; later, and particularly during the Permo-Triassic time, it was lagoon-continental, turning marine again in the early Jurassic period. Ever since then and right through to the end of the Cretaceous period, the whole of the Algerian Atlas used to be submerged under the sea with changeable boundaries, its depth decreasing from North to South. The Paleogene-Neogen time is characterized by frequent change of sedimentation regimes.

3° The only outcrops of Paleozoic deposits in the Algerian Atlas, strongly transformed (metamorphism) and of unknown thickness can be encountered in the cores of Kabil massifs. Heterogeneous Permo-Triassic deposits are widely distributed among Mesozoic rocks in the form of domes and stocks. Neither Paleozoic nor

Permo-Triassic deposits play an active role in hydrogeology of the Algerian Atlas. During the Jurassic and Cretaceous periods very thick calcareous and terrigenous formations were laid down, the tendency to sandstone generation being traced from North to South, i. e. towards more shallow sea.

These deposits constitute the dominant formations of the Algerian Atlas, containing aquifers and complexes of the highest water-bearing capacity. The total thickness of Jurassic deposits reaches 3,000 to 4,000 metres, while that of Cretaceous deposits is up to 3,000 metres. Both Paleogene and Neogene formations feature heterogeneous rocks, such as limestones, marls, clays, sandstones, sands and gravels with a total thickness ranging up to 2,000 to 3,000 metres. Eocene limestones and Miopliocene sand-gravelly materials display mild waterbearing capacity.

During the Quaternary Era, a continental regime dominated over the Algerian Atlas territory. Lithologically heterogeneous deposits, formed at the time, show sporadic distribution of ground waters.

4° The general history of geological development of the present-day territory of Algeria ended with the expiry of the Paleozoic Era. In the Mesozoic Era, the South Atlas foredeep came into being to serve a borderline between the North and the South. The former entered the epoch of geosynclinal development, whereas continental conditions continued to prevail within the boundaries of the latter.

During the Mesokainozoic Era the Algerian Atlas was subject to the effect of two phases of Hercynian and five phases of Alpine tectogenesis.

The last, so called Astian phase of Alpine folding, proved to be most important, because it had brought about rejuvenation of relief, development of fracture and karst processes; besides, new forms of salt tectonics emerged, e. g. domes and stocks. All these processes had a tremendous impact on the creation of contemporary hydrogeological conditions.

5° The geological cross-section of the **Algerian Sahara** reveals two main structural floors, the lower, Precambrian and the upper, formed by Paleozoic and Mesocainozoic rocks. Distributively faulted, metamorphic rocks of the Precambrian period are represented by Ahaggar and Eglab massifs in the south and south-west of the country. The greater part of the Algerian Sahara is overlaid by various Mesocainozoic deposits, largely of a continental origin. During the Jurassic and Lower Cretaceous periods, a considerable (1,500 to 2,000 metres thick) stratum was laid down here, sufficiently heterogeneous to include sandstones, sands, conglomerates, clays. The stratum contains the largest aquiferous complex in the Sahara desert. As for the most recent deposits, of particular interest for the hydrogeologist are Upper Cretaceous and Eocene Limestones as well as Miopliocene continental series. In the course of the Mesocainozoic period, tectonic processes were rather inert, resulting in the formation of expanded foredeeps (Lower Sahara') and flat uplifts (Mzabi Tademaou Plateaux).

6° There are 28 relatively independent hydrogeological areas in Algeria, including hydrogeological massifs, massif slopes, mountainous-folding areas and artesian basins. Within the boundaries of the Algerian Atlas, the above areas are also subdivided into structural-morphological zones.

7° The first zone (Mediterranean coast) comprises seven regions. Three of these, Great and Small Kabilia (1,2), and Dahra (3) belong to the group of folded mountains areas; the remaining four are artesian basins, occupying coastal plains or saddle depressions: Orania (4), Lower Shelif (5), Mitija (6) and Annabin (7). The coastal areas of Greater and Smaller Kabilia and Dakhra, despite the difference in the age of formations and the heterogeneity of rock material (the two former contain a Paleozoic core, the third one is purely Mezocainozoic) do reveal some hydrogeological traits in common: the presence of highcapacity sources of fresh ground waters in mountain passes, cutting through karst limestones; the development of fresh and faintly mineralized ground waters in the river valleys and slopes thereof; deep water tables have never been found in these areas.

Concurrent with this, conditions of aquifer recharge in Kabilia are more favourable compared with Dakhra (rainfall reaching 1,600 to 1,700 millimetres p. a., which is 2,5—3 times the figure for Dakhra). There is sporadic occurrence, particularly in Smaller Kabilia, of significant tectonic fractures with magma emplacement and outcrops of depth thermal mineral water, including that with carbonic-acid content (Ben-Kharun, Takhitunt). So far as the general water supply of the areas is concerned, Greater and Smaller Kabilia are much better off compared with Dakhra. This is accounted for by the presence in Kabilia of large rivers, namely, the Isser, the Summam, the Sebau and others, whose run-off, however variable due to the instability of precipitation, is none-the less sustained. The situation in Dakhra is different, since its rivers are short, shallow and seasonal. For this reason, the few local farmer living in the area take water from the wells sunk in the alluvium of river valleys or in the deluvium of slopes thereof. Artesian basins of the first zone can be grouped as follows:

1) basins of coastal plains with seaward outlets (Orania, Annabin);

2) basins of mountain depressions, having restricted communi-cability with the Mediterranean Sea (Lower Shelif and Mitija). Hydrogeologically, all these differ substantially from one another.

8 The second zone includes two mountainous-folding areas, Western and Eastern Telle (8, 9), and four inter-mountain artesian basins, Uplifted Plains of Constantina (10), Northern Tlemsen (11), Belt-Abes (12) and Maskarin (13).

Western and Eastern Tell areas almost everywhere feature more than adequate availability of surface watercourses and major springs, frequently of the vocluse type.

In the Western Tell, aquiferous complexes occur primarily in Jurassic and Cretaceous deposits, whereas in the Eastern Telle, waterbearing layers are distributed over Cretaceous and Paleogene-Neogene formations.

In the Western Tell, alongside with sizeable sources capped for water supply, hydrogeological drilling is comparatively more often resorted to. Water holes prove the presence of fresh water, yielding up to 200 l/s.

In the Eastern Tell, there is quite a number of major thermal sources, in addition to fresh cold ones. In ground water prospecting, Neogene deposits are supposed most promising, since their sandstone interlayers are likely to reveal the presence of productive aquifers. From among the inter-mountain artesian basins of the second zone, Uplifted Plains of Constantina stand out as being strikingly unusual, because due to the climatic conditions, the only possible source of water supply in the area is ground waters. In the course of the past few years, an adequate aquiferous complex has been reconnoitred in the Lower Cretaceous deposits of the basin.

Northern Tlemsen, Bel-Abes and Maskarin artesian basins are located in the mountain depressions of the Western Telle, with maximum abundance characteristic of water holes, whereas the self-yield of water wells occasionally exceeds 100 cu.m/hr (approx 30 l/s). At any one point, water is invariably of good quality, mineralization rate being below 1 g/l.

Pliocene and Miocene aquifers shall be more promising for ground water prospecting.

9 The third zone of the Algerian Atlas, occupying the High Plains includes three hydrogeological areas, Western, Central and Eastern, with Sherghi (14), Shellalin (15) and Khodna (16) artesian basins, respectively. More abundant aquifers are contained in:

- Middle Jurassic formations;
- Upper Jurassic and Lower Cretaceous formations;
- Upper Cretaceous and Miopliocene formations.

10 The fourth zone of the country's North is represented by the mountains of the Sahara Atlas, which, on the basis of a number of natural phenomena, can be subdivided into three independent hydrogeological areas of the mountainous-folding domain type:

1. Western part of the Sahara Atlas (17), stretching from the frontier with Morocco as far as the Biskra oasis;
2. Ores massif (18);
3. Eastern tip of the Sahara Atlas (19).

The following deposits and complexes display higher water abundance:

1. Barremian-als;
2. Terrigenous-carbonaceous complex of Jurassic and Lower Cretaceous periods; and carbonaceous complex of the Upper Cretaceous-Paleogene periods.
3. Miasitriht and Eocene deposits.

The yields of springs and water holes range from tens to first hundreds of litres per day.

11 There are 9 relatively independent hydrogeological areas in the Algerian Sahara. These include: two hydrogeological massifs, Akhagar (20) and Eglab (22), encircled by artesian slopes, Tassilin Akhagar (21 a), Tassilin Adjer (21 b) and Eglab (23); one mountainous-folding hydrogeological domain, Ougart Chains (24), and four artesian basins, Tindouf (25), Colomb-Beshar (26), the Great Sahara (Algerian-Tunis) with subregions of Saura (27 a), Mzab (27 b), Lower Sahara (27 c), Wed Rire (27 d) and finally, the basin of the Tanezruft Depression.

12 The hydrogeological massifs, slopes thereof as well as Ougart Chains, Tindouf and Tanezruft basins show an extremely low water-bearing capacity, which is somewhat higher in carbonaceous and cretaceous aquifers of the Paleozoic syncline Colomb-Betar basin, the yields of water holes varying from 5—12 l/s to 4—40 l/s.

13 However, the Great Sahara artesian basin possesses the highest capacity, uniform throughout the area (appr. 600,000 sq.km). Its main aquifers are contained in Lower Cretaceous, Upper Cretaceous, Eocene and Miocene deposits. Maximum yields of water holes reach 300 l/s (18, Cherrarah oasis). The water is of satisfactory quality and can be used for domestic water supply and irrigation.

14 Telle-Atlas region of Algeria is famous for thermal-mineral waters of medicinal importance, all the springs falling into groups as follows:

- carbonic-acid water of high ionic concentration;
- carbonic acid water of mild ionic concentration;
- highly thermal radon water;
- weak hydrogen sulphide thermal water;
- nitrogenous thermal and highly thermal water.

Mineral and thermal waters constitute the nation's priceless wealth, on which basis health service facilities, e. g. resorts and spas, could be developed.

## Список литературы

- Бернар О.* Северная и Западная Африка (пер. с франц.). М., Изд-во иностр. лит., 1949. 536 с. с ил.
- Богданов А. А.* О строении массива Хоггар (Туарегский массив) в Алжирской Сахаре. — «Геотектоника», 1971, № 6, с. 27—43.
- Богомолов Г. В.* 40 дней в Северной Африке. Минск, Изд-во АН БССР, 1956, 125 с. с ил.
- Богомолов Г. В.* К вопросу о формировании подземных вод Северной Африки. — «Труды Лаб. гидрогеологических проблем АН СССР», 1958, т. 16, с. 67—73 с ил.
- Востокова Е. А., Маринов Н. А., Флерова Л. И.* Гидрогеологическое районирование Африканского материка. — «Изв. АН СССР, сер. геол.», 1972, № 2, с. 102—110 с ил.
- Герасимов И. П.* Географические наблюдения в Северной и Западной Африке. — «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», 1953, № 4, с. 39—51 с ил.
- Геология и нефтегазоносность Алжирской Сахары.* М., «Недра», 1971. 328 с. с ил. Авт.: М. М. Алиев, Н. Аит Лаусин, М. В. Корж и др.
- Геология и нефтегазоносность Алжирских Атласов.* М., «Недра», 1971. 256 с. с ил. Авт.: М. М. Алиев, Н. Аит Лаусин, Р. Б. Сейфуль-Мулюков и др.
- Геология и полезные ископаемые Африки.* М., «Недра», 1973. 544 с. с ил.
- Гидрогеология Марокко* (пер. с франц.). М., Изд-во иностр. лит., 1955 359 с. с ил. Авт.: Р. Амброджи, Эд. Болелли, Р. Буржен и др.
- Горнунг М. Б.* Алжирия. М., Географгиз, 1958. 288 с. с ил.
- Голубев С. М., Пантелеев И. Я.* Новые материалы о подземных водах Алжирской Сахары. — «Проблемы освоения пустынь», 1969, № 6, с. 35—45 с ил.
- Голубев С. М.* Использование подземных вод для сельскохозяйственного водоснабжения в Алжирской Сахаре. — «Труды Всесоюз. объединения Союзводпроект», 1970, вып. 2 (33), с. 104—112 с ил.
- Друэн К.* Водные ресурсы Северо-Западной Африки. — В кн.: Гидрогеология и гидрология аридной зоны земного шара (пер. с англ.). М., 1955, с. 7—71 с ил.
- Капо-Рей Р.* Алжирская Сахара (пер. с франц.). М., Географгиз, 1958. 495 с. с ил.
- Пантелеев И. Я.* Вопросы региональной гидрогеологии Алжира. — «Бюл. МОИП. Сер. геол.», 1973, № 5, с. 103—115 с ил.
- Силин-Бекчурин А. И.* Подземные воды Северной Африки. М., Изд-во АН СССР, 1962. 201 с. с ил.
- Меньшиков Н. Н.* Основные черты геологического строения Сахары. — «Бюл. МОИП. Отд. геол.», 1956, т. 31, № 6, с. 47—56.
- Alimen H. et al.* Les chaînes d'Ougarta et la Saoura. XIX congrès géolog. intern., 1 série, n° 15. Alger, 1952, 120 p.
- Bertraneu.* Le massif du Bou-Taleb. XIX congrès géol. intern., t. II\*, Alger, 1952, 84 p.
- Bertin J. et Cautier M.* Le forage de Zelfana. XIX congrès géol. intern., t. II. Alger, 1952, 14 p.
- Choubert G.* Etude hydrogéologique des monts de Saida. XIX congrès géol. intern., t. II. Alger, 1952, 10 p. a il.
- Calembert L.* Hydrogéologie du massif de l'Ouarsenis — Bull. Soc. Géol. de Belgique, v. 63, 1940, 11 p.

\* Том II объединяет 15 отдельных выпусков под общим названием „La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie“.

- Calembert L.* Etude géologique du massif culminant de l'Ouarsenis. — Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2 série, N 23. Alger, 1952, 18 p.
- Cheylian G.* Le sondage de reconnaissance géologique profonde d'El Krachem, XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 8 p. a il.
- Cheylian G.* Etude hydrogéologique du Merdja de Sidi Abed. XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 13 p. a il.
- Cornet A.* Essai sur l'hydrogéologie du Grand Erg occidental et des régions limitrophes des Foggaras (Extrait des travaux de l'institut de recherches sahariennes, t. VIII, 1952), pp. 71—122.
- Clair A.* Etude hydrogéologique du chott Chergui. — Annexe en N° 27 de „Terres et Eaux“, supplém. Sci. (1955), 1956, n° 7, pp. 11—17.
- Clair A.* Etude hydrogéologique des Monts de Saida—XIX congrès géol. intern. T. II. Alger, 1952, 21 p. a il.
- Cornet A.* L'Atlas saharien Sud—Oranais—XIX congrès géol. intern. Monographies régionales au XIX congrès géol. intern. 1-ère série, n° 12, Algérie, 1952, 52 p.
- Cornet G.* Etude hydrogéologique du bassin fermé des Zahrez Rharbi et Chergui. — XIX congrès géol. intern., t. II. Alger, 1952, 20 p. a il.
- Cornet A.* Introduction à l'hydrogéologie Saharienne—„Rev. de géogr. physique et de géolog. dynam.“, Alger, sér. 2, v. VI, n° 1, 1964, pp. 5—72.
- Cornet A.* L'eau dans le Tanezrouft Bull. Liaison sahar., t. XI, n° 38, 1960, pp. 198—200.
- Cornet A. et Gousskov N.* Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien (nappe dite „Albienne“. XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 30 p.
- Deleau P.* Hydrogéologie de la région de Colomb—Bechar. — Publ. Service Carte géol. Algérie (nouvelle série). Travaux des collaborateurs, bull., n° 8, Alger, 1955, 17 p.
- Durand J. H.* Etude géologique, hydrogéologique et pédologique des croûtes en Algérie, Alger, 1954, 124 p.
- Durozov G.* Etude hydrogéologique du Synclinal de l'Ain Dalaa. — XIX congrès géol. intern., t. II. Alger, 1952, 16 p. a il.
- Durozov G.* Hydrogéologie des massifs calcaires crétacés des monts de Constantine — XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 18 p. a il.
- Fricke K.* Über einige interessante Heilund Mineral—quellen Fassungen in Algerien und Norditalien. Heilbad und Kurort Baden—Baden, Hefl 2, 1969, s. 22—31.
- Furon R.* Géologie de l'Afrique — Payot Paris, 1968, 374 p. a il.
- Furon R.* Le Sahara, Géologie, Ressources minérales. Paris, 1964, 343 p.
- Gautier M., Gousskov N.* Le forage de Guerrara. — XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 3 p. a il.
- Gautier M.* Les ressources aquifères du bassin du Chott—Chergui (Oranie) XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 10 p. a il.
- Gousskov N.* Le problème hydrogéologique du bassin artésien de l'Oued R'hir — XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 16 p. a il.
- Glangeaud L.* L'histoire géologique de la province algérienne. Monographies régionales du XIX congrès géol. intern., 1 série, N 2, Alger, 1952, 75 p.
- Guigues S.* Radioactivité des sources thermales de l'Algérie. — „Ann. de l'institut d'hydrol et de climatol., Paris, 1952, t. XXIII, pp. 93—113.
- Guiraud R.* Les traits principaux de l'hydrogéologie du bassin des Chott el Hodha (Algérie du Nord). — „Publ. Serv. géol. Algérie“, Nouv. Série, 1969, Bull. N 39, pp. 159—170.
- Laffitte R.* Etude géologique de l'Aurès Publ. serv. Carte géol. Algérie, 2 série, bull. N 15, 1939, 484 p. a il.
- Mentchikoff N.* Le problème de l'eau dans le Tanezrouft (C.R.A.C.S.C., 1939, t. 213, pp. 544—546.
- Mentchikoff N.* Un sondage dans le Tanezrouft (C.R.A.C.S.C., t. 214. 1942), pp. 379—380.
- Montouchet M.* L'assainissement de la Mitidza XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952, 22 p. a il.

*Moussu P. et Moussu H.* Étude hydrogéologique des dunes de Bône — XIX congrès géol. Intern., t. II, Alger, 1952, 20 p. a il.

*Paix F.* L'Oued R'hir nappes souterraines, puits artésiens (Bull. liaison sahar., juin, 1959), 128 p.

*Rivoirard R.* Aperçu sur l'hydrogéologie de la Mitidja — XIX congrès géol. intern., t. II, Alger, 1952., 12 p. a il.

*Savornin J.* Le plus grand appareil hydraulique du Sahara (nappe artésienne dite „albiennne“). Trav. I. R. S. T. IV, 1947, pp. 25—56.

*Sholler H.* L'hydrogéologie d'une partie de la vallée de la Saoura et du grand Erg occidental (Bull. Soc. géol. de France 1945, (5), t. XV), pp. 563—585.

## Данные гидрогеологического опробования скважин

Номер водо-пункта	Местонахождение водопункта	Абс. отм., м	Номер и глубина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав водовмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с	Понижение, м
		Глубина скважины, м							Удельный дебит, л/с	

## Районы Алжирского Атласа

Горно-складчатая гидрогеологическая область Западного Телля

36	Район г. Сауда	113,95	I	96	Известняки, доломиты	J <sub>2</sub>	27/VI 1967	-97	11,5	—
		283,7	97—193						—	
37	Там же	111,99	I	13	Доломиты	J <sub>2</sub>	17/V 1967	-72,8	0,25	17,2
		163	73—86						0,014	
38	" "	119,1	I	105	"	J <sub>2</sub>	30/II 1967	-85	0,7	15
		202,5	85—190						0,046	
39	" "	1106,54	I	93	"	J <sub>2</sub>	26/VIII 1967	-120	3,5	10
		263,3	133—226						0,4	
40	" "	1070,42	I	138	"	J <sub>2</sub>	7/X 1967	-68,1	3	71,9
		321,5	135—273						0,046	
41	" "	1044,58	I	124	"	J <sub>2</sub>	7/VII 1967	-80,4	17,3	9,6
		330,15	196—320						1,8	
42	" "	1149,5	I	80	Известняки, мергели	J <sub>3</sub> -K <sub>1</sub>	4/VIII 1967	-52	2	63
		231,4	100—180						0,032	
43	" "	1140,44	I	39	Известняки	K <sub>1</sub>	18/X 1967	-43	1,61	52
		397	148—182						0,031	

48	" "	729,3	I	44	Известняки, доломиты	J <sub>2</sub>	25/V 1968	+32	103	32
		169,7	125—169						3,25	
59	" "	1158,4	I	109	Песчаники	K <sub>1</sub>	24/IV 1969	-156	4,1	20
		331,4	156—265						0,2	
60	" "	1169,5	I	73	Известняки	K <sub>1</sub>	30/IX 1969	-165,5	3,1	1
		253,75	183—253,75						3,1	
62	" "	727	I	21	Доломиты	J <sub>2</sub>	28/IX 1968	+41,5	184	40
		180,6	159—180						4,6	
63	" "	1148	I	7	Песчаники	J <sub>3</sub>	17/VII 1968	-2,05	0,93	47
		303,2	141,5—148,6						0,02	
63	" "	1148	II	81	Доломиты	J <sub>2</sub>	24/I 1969	-102,1	14,4	0,9
		303,2	214—295						16,4	

## Горно-складчатая гидрогеологическая область западной части Сахарского Атласа

26	Г. Лагуат	745,54	I	8,5	Известняки	N <sub>1-2</sub>	31/VIII 1966	-4,5	4,7	1,1
		319	4,5—13						4,3	
26	Там же	745,54	II	42	Песчаники, известняки	K <sub>1</sub>	Нет св.	-4,4	7,4	1,2
		319	37—79						6,3	
26	" "	745,54	III	27	Песчаники	K <sub>1</sub>	" "	-47,45	5	20,85
		319	100—127						0,24	
31	Район г. Джельфа, пос. Айн-Маабед	1052,9	I	245	Известняки	K <sub>2</sub> t+S	27/X 1969	+0,65	0,9	123,65
		545	300—545						0,07	
65	Район г. Джельфа, пос. Хасси-Бабах	882	I	315,5	"	K <sub>2</sub> t	28/II 1969	-30,2	17,7	16,6
		394,6	69,5—385						1,06	
93	Район г. Сауда, пос. Сиди-Тифур	1143	I	25	"	J <sub>3</sub> +K <sub>1</sub>	18/XII 1971	-6,45	11,5	44,5
		400,9	274—299						0,25	

Номер водо- пункта	Местонахождение водоупункта	Абс. отм., м	Номер и глубина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав вмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с	Понижение- м
		Глубина скважины, м							Удельный дебит, л/с	
95	Пос. Абдель-Мола	1092	I, II, III, IV 127—473	Общая 103	Известняки, песчаники	K <sub>1</sub> —N	21/V 1972	—127,4	7,5	3,5
		500							2,3	
96	Пос. Хайфала	1114	I 212—508	296	Песчаники	Pz	20/IX 1972	—55,5	1,08	122,2
		546							0,016	
84	Район г. Санда, пос. Айн-Сефра	1081,21	I 138—149	11	"	J <sub>3</sub> —K <sub>1</sub>	16/XII 1971	—2,3	25,9	43,1
		545,0							0,6	
351	Район оазиса Зенна	1071,8	I 128—260	32	Песчаники глинистые	N <sub>1</sub>	Нет св.	—0,36	20,4	19,0
		261,8							—	
354	Там же	1058,7	I 53—103	50	То же	N <sub>1</sub>	То же	+11,75	3,8	21,1
		142							—	
356	" "	1660,6	I 24—60	36	" "	N <sub>1</sub>	" "	+9,5	5,3	35,8
		62							—	
357	" "	1073,2	I 40—60	20	" "	N <sub>1</sub>	" "	+0,6	6,67	14
		123							—	
359	" "	1069,7	I 42—112	70	" "	K <sub>1</sub> al	" "	+0,9	26,3	8,5
		112,8							—	

## Горно-складчатая гидрогеологическая область массива Орес

22	Пос. Канга-Сиди-Наджи	176,5	I 114—370	256	Известняки	P <sub>1</sub> <sub>2</sub>	1966	—1,25	1,6	1,25
		404							1,3	

56	Пос. Бабар, Хеншела	1278	I 275,7—316	41,3	"	K <sub>2</sub> s	4/XII 1968	+81	113	78,7
		316							1,44	

## Артезианские бассейны возвышенных их равнин

## Шеллалинский артезианский бассейн

8	Район пос. Эль-Хаад	676,44	I 12	Нет св.	Пески, гравий, галька	QIII—IV	10/XII 1965	—9,75	II	0,3
		14							—	
9	Там же	674,37	I 30	5	То же	QIII—IV	11/XII 1965	—10,3	0,6	0,85
		35							—	
18	Район пос. Богар	645	I 1094	Нет св.	" "	K <sub>1</sub>	Нет св.	Нет св.	0,43	Нет св.
		2571							Нет св.	
18	Там же	645	II 1593	То же	Известняки	K <sub>1</sub>	" "	" "	—	" "
		2571							—	
18	" "	645	III 1605	" "	" "	K <sub>1</sub>	" "	" "	0,48	" "
		2571							Нет св.	
18	" "	645	IV 2372	18	" "	K <sub>1</sub>	" "	" "	2,78	" "
		2571							Нет св.	
18	" "	645	V 2547	24	Песчаники	K <sub>1</sub>	" "	" "	1	" "
		2571							Нет св.	
24	Район г. Ксар-Шеллала	687,5	I 2,4	Нет св.	"	QIII—IV	10/X 1965	—2	14,4	0,69
		93							—	
24	Там же	687,5	II 63	21	Песчаники	N <sub>2</sub>	13/X 1965	—2	1,3	33,1
		93							—	
33	" "	680,79	I 1	40	Гравийные галечниковые отложения	QIII—IV	28/III 1966	—0,66	10	3,07
		45,5							—	

Номер водо-пункта	Местонахождение водо-пункта	Абс. отм. м	Номер и гл-бина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав водовмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с Удельный дебит, л/с	Понижение, м
		Глубина скважины, м								
38	Район г. Ксар-Шеллала	708	I	4	Пески раз-нозернистые	Q <sub>III-IV</sub>	15/III 1966	-2,6	0,86	—
		12	4						0,86	
39	Там же	709,7	I	4,2	Конгломе-раты	N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub>	11/III 1966	-3,97	3,97	1,11
		15	7						—	
40	" "	709,57	I	5	Гравелиты	N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub>	4/III 1966	-4,11	1,92	1,31
		18,15	7						—	
41	" "	710,5	I	7	Конгломе-раты	N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub>	27/II 1966	-3,91	0,85	2,79
		15	8						—	
42	" "	802	I	20	Песчаники	K <sub>1b-ab</sub>	1965	-10	0,52	1,8
		370	45						—	
42	" "	802	II	80	Известняки	J <sub>3</sub>	Нет св.	+35	60	35
		370	290						—	
43	" "	762	I	36	Песчаники	K <sub>1a1</sub>	1965	-12,1	6,15	5,03
		150	12						—	
43	" "	762	II	35	Известняки	J <sub>3</sub>	1965	-12,85	8,2	6,6
		150	54						—	
48	" "	804,47	I	93	"	K <sub>1</sub>	1966	-4	16	25
		400,5	60,8						—	
48	" "	804,47	II	Нет св.	"	J <sub>3</sub>	1966	+0,85	0,025	0,85
		400,5	384						—	

55	Район пос- Гуелг-эс-Стел	900	I	44	"	K <sub>2t+s</sub>	6/XI 1953	-50	Нет св.	Нет св.
		941	86						—	
55	Там же	900	II	133	Песчаники	K <sub>1a1</sub>	8/II 1954	-54,55	1,4	1
		941	582						1,4	
55	" "	900	III	76	"	K <sub>1b</sub>	26/IV 1954	-60,25	0,04	1
		941	865						0,04	
59	Район оазиса Зенна	840	I, II	179	Известняки, мергели	K <sub>2t+s</sub>	Нет св.	-17	7,5	1
		1229	147						7,5	
59	Там же	840	III	102	Песчаники, мергели	K <sub>1b-al</sub>	" "	-6,5	0,5	1
		1229	625						0,5	
59	" "	840	IV	11	Песчаники	K <sub>1b-al</sub>	" "	-6	0,08	1
		1229	735						0,08	
59	" "	840	V	216	Доломиты, известняки	J <sub>3</sub>	" "	-5	0,08	1
		1229	1012,5						0,08	
63	" "	957,8	I	20	Песчаники	K <sub>1b-al</sub>	1966	+4	3,5-4	4
		345,8	326						1	
64	" "	1055	I	95	"	K <sub>1b-al</sub>	Нет св.	+10	10	10
		250	80						1	
252	" "	845,4	I	15	"	K <sub>1b-al</sub>	" "	-68,5	1,6	4,75
		259,65	93-113,5						—	
252	" "	845,4	II	40,6	"	K <sub>1b-al</sub>	" "	-736,8	1,92	11,06
		259,65	136,45- -160,8						—	
252	" "	845,4	III	39	"	K <sub>1b-al</sub>	" "	-73,8	3,4	8,1
		259,65	208-247,5						—	
300	" "	808,8	I	205	Известняки, доломиты	J <sub>3</sub>	" "	+20,7	182	Нет св.
		260	55-260						—	

Номер водо-пункта	Местонахождение водо-пункта	Абс. отм., м	Номер и гл-бина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав водовмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с Удельный дебит, л/с	Понижение, м
		Глубина скважины, м								
301	Район оазиса Зенина	771,3	I	353	Известняки, доломиты	J <sub>3</sub>	Нет св.	+59,7	30,3	59,7
		618	265—618						0,51	
302	" "	800,7	I	70	То же	J <sub>3</sub>	" "	+28,9	Нет св.	Нет св.
		179,8	110—180							
304	" "	840,7	I	49,5	" "	J <sub>3</sub>	9/I 1970	-10,45	30,5	1,5
		60	10,5—60						20,3	
310	" "	812,2	I	64,5	" "	J <sub>3</sub>	9/I 1970	+17,3	183	Нет св.
		144,5	80,9—145						—	

## Артезианский бассейн Возвышенных равнин Константины

5	Район пос. Айн-Млила	825,61	I	67	Известняки	K <sub>1</sub>	25/XI 1965	-15,65	66,0	12
		105,1	32,8—105						5,5	
6	Там же	814,86	I	64,5	"	K <sub>1</sub>	10/I 1965	-19,4	70	7,6
		93,35	29—93,35						9,2	
7	" "	797,07	I	100	"	K <sub>1</sub>	15/VII 1967	-0,7	121,5	1,8
		180	90—180						64	
8	Северо-западнее пос. Айн-Бейда	795,4	I	215	"	K <sub>1</sub> -N	8/IV 1967	-18,4	30	24,5
		302,7	80—295						—	
9	Там же	783,5	I	210	"	K <sub>1</sub> -N	8/VI 1967	-33,1	10,8	9,8
		300	90—300						1,1	

54	Севернее г. Батна, пос. Айн-Ягут	829,5	I	120	Доломитизированные известняки	K <sub>1a</sub>	7/XII 1968	-27,3	19,6	30
		406	286—406						0,65	
55	Севернее г. Батна, пос. Зана	822,6	I	53,5	Известняки	N <sub>1-2</sub>	18/XI 1968	-2	8,1	2,55
		233,6	9—62,5						3,18	
55	Там же	822,6	I-II	137,5	"	K <sub>1</sub>	17/I 1969	-1,75	76	26,7
		233,6	9—233,6						2,84	
92	Пос. Седрата	833,2	I	20	Мергели, известняки	K <sub>2s</sub>	11/VIII 1972	-6,5	3,05	74,5
		655,2	140—160						0,04	
92	Там же	833,2	II	206	То же	K <sub>2s</sub>	2/VIII 1972	-6,5	1	47
		665,2	318—524						0,02	

## Артезианский бассейн котловины Ходна

4	Пос. Барика	445,6	I	55,1	Пески, галечники	N <sub>1-2</sub>	XII 1965	-2,67	26	20,5
		1600,4	78,9—134						1,25	
27	Район пос. Барика	412,61	I	64	То же	N <sub>1-2</sub>	28/VIII 1966	+20	21,8	19,6
		253,4	164—228						1,12	
28	Там же	704	I	87,5	Песчаники	N <sub>1-2</sub>	28/XI 1966	-21,6	2,1	46
		370	4,4—92						0,048	
29	Район пос. Мсила	421,38	I	134,5	Песчаники, пески с глиной	N <sub>1-2</sub>	18/I 1967	-3,1	3,2	27,35
		370	40—145						0,117	
30	Там же	418,74	I	134,5	Пески	N <sub>1-2</sub>	15/XII 1966	+10,75	5,0	10,6
		228,28	80,5—215						0,47	
32	" "	422,47	I	135,5	"	N <sub>1-2</sub>	17/I 1967	+7,2	5,5	7,2
		155	17,5—155						0,75	

Номер водо-пункта	Местонахождение водопункта	Абс. отм., м	Номер и глубина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав водовмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с	Понижение, м
		Глубина скважины, м							Удельный дебит л/с	
86	Оазис Мдукаль	403 500	I 320—500	180	Известняки	K <sub>2</sub> t	16/V 1971	+15,0	37,7 0,67	56

### Район Алжирской Сахары

#### Большой Сахарский артезианский бассейн

#### Меловое поднятие Мзаб и равнина Тидикельт

11	Район оазиса Айн-Салах	273,8 151	I 50,8—107,9	57,1	Пески, песчаники	K <sub>1</sub>	25/III 1966	+11,35	20 1,85	10,75
12	Там же	277,1 127,2	I 38,6—111	82,4	То же	K <sub>1</sub>	27/III 1966	+4,5	13 3,5	3,7
13	" "	270,33 162,1	I 55,1—148,1	93	" "	K <sub>1</sub>	23/X 1966	+8,8	70 8,4	8,35
19	Оазис Берриан	530,36 545,83	I 436—545,8	108,2	" "	K <sub>1</sub>	29/IX 1966	-91,8	40 1,5	24
20	Оазис Гардая, в 5 км северо-западнее оазиса Гардая	515,7 540,3	I 474—523	29	" "	K <sub>1</sub>	26/XI 1966	-74,5	50 2,1	24
21	Оазис Метлили	508,5 519	I 390—519	129	" "	K <sub>1</sub>	22/XII 1966	-72,9	60 6,7	9
44	Оазис Айн-Салах	270,41 161	I 44—164	120	" "	K <sub>1</sub>	10/IV 1968	+12,2	92,9 8,2	11,3

45	Там же	269,47 163	I 65,3—162,7	97,4	" "	K <sub>1</sub>	28/III 1968	+11,4	118,4 11,5	10,3
47	" "	281,66 184	I 49,4—182,9	133,9	" "	K <sub>1</sub>	5/IV 1968	+8,1	3,5 3,98	7,6

#### Восточная часть артезианского бассейна — (низкая Сахара)

150	Оазис Зельфана	355 929	I 779—892,8	112,2	" "	K <sub>1</sub>	Нет св.	+70	360 5,3	68
18	Оазис Гертара	293,1 993	I 750—928	178	" "	K <sub>1</sub>	15/VII 1966	+108	330 2,72	106,3
397	Оазис Сиди-Слимане	— 1750	I 1566—1750	200	" "	K <sub>1</sub>	X/1962	+202	306 —	200
114	Оазис Тамерна	— —	I 155—1750	220	" "	K <sub>1</sub>	VIII/1963	+289	116 0,6	287
15	Оазис Уаргла	132,4 285,3	I 144—166	22	Известняки	K <sub>2</sub>	Нет св.	+1,44	30 1,2	25
14	Там же	132,6 94,5	I 44,5—68,5	24	Известняки, пески	N <sub>1-2</sub> -P <sub>1-2</sub>	23/IV 1966	-1,6	45 3,0	15
16	" "	132,7 70,6	I 32—67	35	Пески, галька	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	-0,8	28,3 2,6	11
17	" "	132,8 93,6	I 47—92,6	45,6	Пески, песчаники	N <sub>1-2</sub>	30/III 1966	0	53 4,4	12
34	Оазис Стилль	8,04 449	I 297—412	115	Там же	N <sub>1-2</sub>	11/II 1967	+17,8	85,5 5,1	16,7

Номер водопункта	Местонахождение водопункта	Абс. отм., м		Номер и глубина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав водовмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с		Понижение, м
		Глубина скважины, м								Удельный дебит, л/с		
35	Оазис Шегга	18,34	I	878—1260	382	Известняки, доломиты	K <sub>2</sub> +P <sub>12</sub>	5/V 1967	+123,6	27,25	122	
		1264,7								0,22		
74	Оазис Стилъ	17,87	I	317—405	88,1	Пески с гравием	K <sub>2</sub> +P <sub>12</sub>	Нет св.	Нет св.	214,5	—	
		415								—		
33	Оазис Эль-Уэд	76,4	I	235—300	75	То же	N <sub>1-2</sub>	19/II 1967	+1,35	50,5	14,24	
		300								3,54		
68	Оазис Дебила (район Эль-Уэда)	61,05	I	279,5—345	65,5	Пески, известняки	N <sub>1-2</sub> -P <sub>12</sub>	5/X 1969	+9,4	41,4	9	
		345								4,59		
67	Оазис Дусен (Улед-Рахма)	244	I	320—505,6	185,6	Известняки	P <sub>12</sub>	30/VIII 1969	-64,6	19,36	0,13	
		505,6								149		
75	Оазис Хобба	47,6	I	307,5—384	76,5	Пески	N <sub>1-2</sub>	17/I 1971	+13,4	88,4	12,6	
		400								7,03		
77	Оазис М'Гебра	-2	I	320—430	110	"	N <sub>1-2</sub>	4/VIII 1972	+27,8	60,7	26,5	
		441								2,29		
76	Оазис Гамра (район Эль-Уэд)	59,22	I	144—156	12	Известняки	P <sub>12</sub>	13/XII 1969	+1,7	102,3	25,3	
		180								4,04		

79	Оазис Дусен	189	I	300—501	201	"	P <sub>12</sub>	21/I 1970	1,5	67	36
		501								1,87	
80	Там же	180,5	I	300,6—505,2	204,6	"	P <sub>12</sub>	9/IV 1970	+3	110	52
		505,2								2,1	
82	Оазис Улед-Джеллаль	211,47	I	306—620	314	"	P <sub>12</sub>	4/XI 1970	-39,67	0,71	46,65
		620,3								0,015	
83	Оазис Улед-Джеллаль	200,2	I	290—516	226	"	P <sub>12</sub> -K <sub>1s</sub>	31/XI 1970	-26,2	1	42,3
		516								0,023	
84	Оазис Дусен	152	I	253—600	347	"	P <sub>12</sub>	25/XI 1972	-1	33	57
		600								0,58	
85	Оазис М'Зира	45	I	619—750	131	Пески	N <sub>1-2</sub>	5/II 1972	+47	1,68	46,7
		763,6								0,036	
61	Оазис Урлаль	87	I	465—477	12	"	P <sub>12</sub>	10/IX 1968	+64,7	135,1	62,1
		477								2,17	
1	Район оазиса Тольга (западнее г. Бискра)	107	I	270—460	190	"	P <sub>12</sub>	20/X 1965	+45	73	45
		460								1,6	
2	Район оазиса Тольга	93,9	I	136—149	13	"	N <sub>1-2</sub>	10/X 1965	-13,6	3	5
		524								0,6	

Номер водо- пункта	Местонахождение водопункта	Абс. отм., м	Номер и глубина залегания водоносного горизонта, м	Вскрытая мощность водоносного горизонта, м	Литологический состав водовмещающих пород	Геологический индекс водоносного горизонта	Дата замера статического уровня и дебита, а также отбора проб	Статический уровень, м	Дебит, л/с	Понижение, м
		Глубина скважины, м							Удельный дебит, л/с	
2	Район оазиса Тольга	93,9	II	11	Пески, известняки	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	+15	1,1	15
		524	212—223						0,07	
2	Там же	93,9	III	72,5	Известняки	P <sup>1</sup> <sub>2</sub>	5/III 1965	+50,0	0,25	50
		524	376—449,5						0,005	
3	Оазис Мекрадма	106	I	210	"	P <sup>1</sup> <sub>2</sub>	20/X 1965	+40	16	9
		459	240—450						1,8	
10	Оазис Лиуа	107	I	186	"	P <sup>1</sup> <sub>2</sub>	9/I 1966	+45	77,8	45
		457	271—457						1,7	
85	Район г. Бискра	93,9	I	48	"	P <sup>1</sup> <sub>2</sub>	10/X 1965	+58	73,3	58
		524	376—524						1,15	
87	Оазис М'Зира	45	I	69	Пески	N <sub>1-2</sub>	2/VI 1972	+1,3	28	54,7
		335	155—324						0,51	
88	Оазис Эль-Митта	65	I	11	"	N <sub>1-2</sub>	15/VIII 1972	-13	25	26,5
		353,5	231—242						0,94	
24	Оазис Тайбет	119,08	I	57	"	N <sub>1-2</sub>	23/III 1967	-12,8	28,8	12,2
		262,8	115—172,5						2,3	

## Наложенный артезианский бассейн Уэд-Гир

52	Оазис Тамерна	65,91	II	56	Известняки	N <sub>1-2</sub>	25/VI 1968	-17,6	60,45	16,44
		180	115—176,4						—	
53	Оазис Сиди-Хелиль	22	I	13,3	Пески	N <sub>1-2</sub>	17/VI 1968	+3,1	2,5	Нет св.
		202,5	80,7—94						—	
53	Там же	22	II	38,5	"	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	+7,3	29,24	6,6
		202,5	154,5—193						—	
70	Оазис Темасин	79	I	59	"	N <sub>1-2</sub>	6/V 1970	-2,7	40	16,05
		145	43—102						—	
67	Оазис Ум-эль-Тиур	11,72	I	63	Переслаивающиеся пески, глины	N <sub>1-2</sub>	3/VIII 1968	+5,82	40,6	5,40
		400	202—265						—	
57	Район оазиса Негрин	279,7	I	140	Пески	N <sub>1-2</sub>	4/VI 1969	+5,3	27,1	4,5
		253	107—247						6,02	
58	Там же	253,9	I	109	"	N <sub>1-2</sub>	4/IV 1969	+50,2	9,4	49,5
		484	369—478						0,19	
71	Оазис Ум-эль-Тиур	11,7	I	64	"	N <sub>1-2</sub>	17/VI 1970	+5,8	40,6	5,4
		400	202—266						7,5	
72	Оазис Н'Сига	18	I	79,8	Пески, песчаники	N <sub>1-2</sub>	11/I 1972	+31,8	150	30,15
		256	167,2—247						4,5	
74	Оазис Стель	17,87	I	88	Пески	N <sub>1-2</sub>	25/V 1970	Нет св.	Нет св.	Нет св.
		415	317—405						Нет св.	
78	Оазис Тамерна	50	I	70,5	"	N <sub>1-2</sub>	24/V 1971	-4,95	97,3	25,6
		175	101,5—172						3,8	

Некоторые данные о химическом

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водо-пункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH
-------------------	--	-------------------------	--	--	-----------------	----

Районы Алжир

Горно-складчатая гидрогеологическая

36	Район г. Саида	30/VI 1967	97—193	J <sub>2</sub> a—bt	21,2	7,69
38	Там же	2/XII 1967	85—190	J <sub>2</sub> a—bt	20,6	7,8
39	„ „	26/VIII 1967	133—226	J <sub>2</sub> a—bt	20,5	7,48
40	„ „	1/IX 1966	135—273	J <sub>2</sub>	20,6	7,65
41	„ „	13/VII 1967	196—320	J <sub>2</sub> a—bt	20,5	8,01
42	„ „	8/VII 1967	100—180	K <sub>1</sub>	21	7,7
43	„ „	23/X 1967	143—182	K <sub>1</sub>	21,5	8
48	„ „	23/VI 1968	125,4—169,7	J <sub>2</sub> b+bt— J <sub>3</sub> K+O	21	7,8
59	„ „	17/V 1969	156,1—265	K <sub>1</sub> al	18	7,4
60	„ „	4/X 1969	183—253,7	K <sub>1</sub> al	21	7,3
62	„ „	17/VII 1968	159—180	J <sub>2</sub>	20,8	7,5
63	„ „	18/I 1969	214—295	J <sub>2</sub>	22	8,9

составе подземных вод

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	

ского Атласа

область Западного Телля

7,9	43,9 1,91 20	51,8 4,26 43	72,9 3,64 37	80,7 2,27 23	85,6 1,78 18	351,4 5,76 59	0,5
8,03	186,5 8,11 50	46,8 3,85 24	83,7 4,18 26	301,6 8,5 53	70,8 1,47 10	375,8 6,16 37	0,9
10,17	47,6 2,07 17	52,7 4,33 36	116,8 5,83 48	80,9 2,78 19	182,7 3,8 31	375,8 6,16 50	0,7
6,73	9,7 0,42 6	31,8 2,61 36	82,5 4,12 58	58,1 1,14 23	49,4 1,03 14	273 4,48 63	0,4
7,9	39,1 1,7 18	54,3 4,46 46	68,8 3,43 36	72,6 2,05 21	105,3 2,19 23	327 5,36 56	0,5
10,49	139,1 6,05 37	55,6 4,51 27	118,4 5,91 36	133,9 3,78 23	441,0 9,17 55	219,6 9,6 22	0,5
2,39	143,3 6,23 72	20,6 0,87 10	30,4 1,52 18	99,6 2,81 33	121,8 2,53 29	200,1 3,28 38	0,5
7,98	6 0,26 6	23 1,89 20	122 6,09 74	41 1,16 14	35 0,73 9	390 6,4 77	0,6
5	37 1,6 24	30 2,5 38	50 3 39	43 1,2 18	96 2 30	207 3,4 52	0,5
7	32 1,4 17	48 4 47	60 3 36	64 1,8 21	144 3 36	220 3,6 43	0,6
6,71	17 0,74 10	47 3,86 52	57 2,84 38	36 1,02 13	27 0,48 6	391 6,41 81	0,48
9,31	105 4,57 33	44 3,62 26	113 5,64 41	234 6,6 47	168 3,49 26	232 3,8 27	0,84

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водоупункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °C	pH
95	Пос. Абдель-Мола	20/V 1972	287—300	PZ	22	7,7
96	Пос. Хайфалла	25/V 1972	212—508	K <sub>1</sub>	20	8,2

## Горно-складчатая гидрогеологическая область

26	Г. Лагуат	31/VIII 1966	100—127	K <sub>1</sub>	21	7,8
31	Г. Джелъфа	18/XII 1969	300—545	K <sub>2</sub> t+S	25	Нет св.
65	Пос. Хасси-Бабах	28/II 1969	69,5—385	K <sub>2</sub> t	23	7,6
93	Пос. Сиди-Тифур	20/XII 1971	274,1—299	J <sub>3</sub> +K <sub>1</sub>	24	8,0
352	Район оазиса Зенина	30/X 1969	35,5	N <sub>1</sub>	Нет св.	8,3
353	Там же	12/X 1969	128	N <sub>1</sub>	" "	7,9
356	" "	16/XII 1969	36,5	N <sub>1</sub>	" "	7,9
357	" "	30/X 1969	45	N <sub>1</sub>	" "	7,8
358	" "	15/VIII 1969	2,4	N <sub>1</sub>	" "	7,5
359	" "	29/I 1970	53	K <sub>1a</sub>	" "	8,2

## Горно-складчатая гидрогеологи

56	Пос. Бабар, юго-восточнее г. Хеншела	21/XII 1967	275,0—316,0	Q	24,0	8,4
----	--------------------------------------	----------------	-------------	---	------	-----

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
8,2	71 3,1 27	51 4,19 37	80 4 36	89 2,51 22	221 4,6 41	256 42 37	0,64
26	65 2,83 14	79 6,49 33	208 10,4 53	149 4,2 20	565 11,75 57	281 4,61 23	1,27

## западной части Сахарского Атласа

18,61	188,8 8,21 31	71,6 5,91 22	254,4 12,7 47,7	278,3 7,87 25,4	738,2 15,35 58	219,6 3,6 14	1,64
Нет св.	828 36 42	267 21,91 26	590 26,46 39	799 22,5 28	26,85 55,96 68	174 2,86 4	5,5
19,0	124 5,4 22	90 7,5 30	230 11,5 48	234 6,6 27	624 13 53	293 4,8 20	1,5
27,8	3392 147,5 39	2000 164,5 44	1300 65 17	2578 27 83	2351 48,9 15	347 5,69 2	18,9
16	119,8 5,21 25	128,9 10,6 50	108 5,39 25	98 2,76 13	729,6 15,19 73	167,2 2,74 13	1,3
18,22	201,7 8,77 33	92,5 7,61 28	212,2 10,59 39	81,3 2,29 9	963,4 19,54 74	282,4 4,64 17	1,7
5,3	266,8 11,6 69	23,8 1,96 11	66,8 3,33 20	75,6 2,13 12	565 11,65 70	183 3 18	1,1
15	292,3 12,71 30	136,2 11,2 27	356 17,76 43	362,4 10,22 25	1344 27,98 67	213,5 3,5 8	2,6
61,23	379,5 16,5 21	412,3 33,9 44	546,4 27,26 35	657,8 18,55 24	2649,6 5,16 71	244 4 5	4,8
12,96	111,6 4,85 27	117,8 9,69 55	64 3,19 18	65,4 1,87 10	576 11,99 68	237,9 3,9 22	1

## ческая область Орес

2,5	193 8,39 77	6 0,49 5	40 2 18	7 2 18	72 1,5 14	451 7,4 68	0,66
-----	-------------------	----------------	---------------	--------------	-----------------	------------------	------

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водоупункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH
22	Пос. Канга-Сиди-Наджи южнее г. Хеншела	5/III 1967	114—370	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	28,0	7,82
<i>Артезианский бассейн Возвышен</i>						
5	Район пос. Айн-Млила	3/XII 1965	32,8—105	K <sub>1</sub>	17,0	7,4
6	Там же	4/II 1966	29—93,3	K <sub>1</sub>	16,5	7,2
7	Юго-западнее пос. Айн-Бейда	22/VII 1967	80—180	K <sub>1</sub>	Нет св.	8,4
8	Пос. Айн-Бейда	8/V 1967	80—295	K <sub>1</sub> —N	" "	7,69
9	Там же	18/VI 1967	90—300	K <sub>1</sub> —N	" "	7,96
92	Пос. Седрата	9/VIII 1972	140—160	K <sub>2</sub> t—S	23	7,6
54	Пос. Айн-Ягут	5/X 1968	286—406	K <sub>1a</sub>	24,6	7,7
55	Пос. Зана	6/II 1969	9—233	K <sub>1</sub> —N	22,0	8,0
	Район пос. Седрата, колодец 2	28/XI 1969	Нет св.	K <sub>1</sub>	Нет св.	7,2
	Там же колодец 3	28/XI 1969	" "	K <sub>1</sub>	" "	7,1
	Там же колодец 4	28/XI 1969	" "	K <sub>1</sub> —N	" "	7,2
	Район пос. Монткальм, колодец 6	28/XI 1969	" "	K <sub>1</sub>	" "	7,2
	колодец 29	1967	" "	K <sub>2</sub>	" "	7

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
36,07	825,5 35,9 48,9	227,6 18,71 26,5	347,3 17,36 24,6	791,3 20,62 29,2	2267,6 47,17 66,8	170,8 2,8 4	4,48
<i>ных равнин Константины</i>							
7,86	84,0 3,65 31,7	43,8 3,6 31,3	85,2 4,26 37	171,8 4,84 42	55,2 1,15 10	336,7 5,52 48	0,6
10,31	84,6 3,68 26,3	48,8 4,01 28,6	126,2 6,31 45,1	188,2 5,3 37,9	79,7 1,66 11,8	429,4 7,04 50,3	0,7
15,02	520,9 92,65 60,13	95,2 7,89 20,76	144 7,2 19,11	724,8 22,41 57,40	426,2 8,86 23,52	390,4 6,4 16,99	2,17
10,82	92 4 26,99	45 3,7 24,97	142,4 7,02 48,04	147,6 4,16 28,07	200,8 4,18 28,21	395,3 6,48 43,72	0,82
10,49	89 3,87 27	46,8 3,35 26,8	132,8 6,63 46,2	139,3 3,92 27,3	209 4,95 30,3	370,8 6,08 42,4	0,79
Нет св.	265 11,52 62	21 173 10	104 5,2 28	220 6,2 33	307 6,39 35	360 5,9 32	1,1
9,5	294 12,79 57	— — —	190 9,48 43	383 10,8 49	336 6,99 31	268 4,39 20	1,4
10,5	182 7,92 43	53 4,36 24	120 5,99 33	319 9,0 49	194 4,04 21	329 5,4 30	1,1
9	87 3,8 30	27 2,25 17	135 6,76 53	92 9,6 21	254 5,3 42	283 4,64 37	0,74
8,75	146 6,35 42	24 2 13	135 6,75 45	142 4,0 26	336 7 47	241 4,1 27	0,9
16,65	0,128 5,55 25	0,81 6,75 30	0,198 9,9 45	0,114 3,2 14	0,679 14 64	0,299 5 22	1,3
16,65	2,8 0,12 0,9	73,4 6,04 43,3	155,6 7,78 55,8	333,7 9,4 67,4	58,6 1,22 8,8	202,5 3,32 23,8	0,72
8,42	67,8 2,95 25,9	24,6 2,02 17,8	128 6,4 56,3	105,8 2,98 26,2	179,5 3,74 32,9	283,6 4,15 40,9	0,65

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водопункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH
-------------------	---------------------------------------	-------------------------	--	--	-----------------	----

## Артезианский бассейн

4	Пос. Барика	16/II 1966	78,9—134	N <sub>1-2</sub>	20	7
27	Там же	1/IX 1966	164—228	N <sub>1-2</sub>	25,6	7
28	Южнее пос. Мсила	3/XI 1966	4,5—92	N <sub>1-2</sub>	19,5	Нет св.
29	Южнее пос. Мсила	23/I 1967	40—145	N <sub>1-2</sub>	21,5	8,2
30	Там же	27/XII 1966	80—215	N <sub>1-2</sub>	22	8,15
32	„ „	23/I 1967	17,5—155	N <sub>1-2</sub>	22	8
86	Оазис Мдукаль	16/V 1971	320—500	K <sub>2</sub> t	28	7,4
	Район пос. Барика, шурф 4	16/VI 1972	2,95	N <sub>2</sub> —Q <sub>1</sub>	Нет св.	7,1
	Там же шурф 19	16/VI 1972	2,2	N <sub>2</sub> —Q	„ „	7,6
	Там же шурф 21	16/VI 1972	3	N <sub>2</sub> —Q	„ „	7,2

## Районы Алжир

## Большой Сахарский

## Меловое поднятие Мзаб

11	Район оазиса Айн-Салах	22/III 1966	50,8—108,3	K <sub>1</sub>	30,2	6,8
12	Район оазиса Айн-Салах	18/IV 1966	38,6—111	K <sub>1</sub>	27,6	6,8
13	Там же	24/V 1966	55,1—148,1	K <sub>1</sub>	29,5	6,6

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	

## котловины Ходна

7,7	139,6 6,07 44,1	42,7 3,5 25,4	84 4,2 30,5	162,6 4,58 38,2	133,9 2,79 20,3	390,4 6,4 46,5	0,76
7,6	256 11,13 59,5	55,4 4,56 24,3	60,8 3,04 16,2	260,9 7,35 39,2	200,6 4,18 22,4	438,2 7,7 38,4	1
Нет св.	145 6,3 38,5	53 4,4 26,8	115 5,7 3,5	207 5,2 81,7	234 4,6 28,1	414 6,78 40,2	1
17,38	160,3 6,87 28,3	127 10,44 43,1	138 6,94 28,6	175,5 4,95 23	582,6 12,13 55	292,8 4,8 22	1,3
6,27	10,1 0,44 6,6	42 3,45 51,4	56,4 2,82 42	35,1 0,99 14,7	67,5 1,4 20,9	263,5 4,32 64,4	0,34
10,62	62,6 2,72 20,2	62,7 5,15 38,7	109,5 5,47 41,1	108 3,04 26	316,2 6,58 55	136,6 2,24 19	0,75
13,6	48,3 2,1 13	63,2 5,2 33	168 8,4 54	326,6 3,21 28	556,8 11,6 48	219,6 3,6 14	1,3
95	3013 131 58	822 67,6 30	530 26,45 12	2471 69,7 33	6432 133,9 64	390 6,4 3	13,6
125	5042 219,2 64	1170 96,2 28	550 27,5 8	5681 160,2 46	8401 174,9 51	561 9,2 3	21,4
27	575 25 48	150 12,4 24	290 14,5 28	312 8,8 17	1632 34 65	561 9,2 18	3,5

## ской Сахары

## артезианский бассейн

## и равнина Тидикельт

14,69	298,3 12,97 47	64 5,25 19	188,8 9,44 34	557 15,69 57	421 8,77 31,5	195,2 3,2 11,5	1,6
11,97	145,6 6,33 34,5	53,4 4,39 24	151,6 7,58 41,5	267 7,52 41	363 7,58 41,5	195,2 3,2 17,5	1,08
19,54	424,6 18,4 48,4	87,3 7,18 19	247,2 12,36 33	754 21,14 56	650,9 13,6 36	195,2 3,2 8,4	2,3

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водопункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л	
							Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>		
19	Оазис Берриан	19/X 1966	436,0—545,8	K <sub>1</sub>	33	8								
20	Оазис Гардая	2/XII 1966	474—523	K <sub>1</sub>	34	8,55								
21	Оазис Метлили	28/XII 1966	390—519	K <sub>1</sub>	32	8,4								
45	Оазис Айн-Салах	1/II 1969	65,3—162,7	K <sub>1</sub>	29	7,3								
47	Там же	5/IV 1968	49,4—182,9	K <sub>1</sub>	32	7,3								
	Оазис Берриан, колодец 724	Нет св.	5,3	Q	Нет св.	7,8								
	колодец 725	" "	15	Q	" "	8,2								
<i>Южнее</i>														
297	Хасси-Фамль	21/II 1962	281—306	K <sub>1</sub>	32	Нет св.								
299	Хасси-Тулль	20/II 1963	248—298	K <sub>1</sub>	32	" "								
455	Хасси-Гурет-Мусса	21/II 1963	203,3—278,6	K <sub>1</sub>	31	" "								
337	Плато Тингерт, уэд Амскики	Нет св.	360	K <sub>1</sub>	41	" "								
Восточная часть артезианского														
33	Оазис Эль-Уэд	13/II 1967	235—300	N <sub>1-2</sub>	31	7,95								
85	Оазис М'Зира, восточнее г. Бискра	—	619—750	N <sub>1-2</sub>	36	7,4								
35	Оазис Шегга	2/V 1967	878—1260	K <sub>2</sub> —P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	47	7,24								

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
7,58	131 5,7 43	26,3 2,33 17,5	105,2 5,25 39,5	180,8 5,1 38,4	252,5 5,25 39,5	179,9 2,93 22,1	0,8
14,79	333,7 14,51 49,5	69,1 5,68 12,4	182,2 9,11 31,1	502,2 14,16 48,3	608,9 12,66 43,2	151,3 2,48 8,5	1,8
13,57	224,2 9,75 41,8	56,8 4,68 20	178,1 8,89 38,2	405 11,42 49	472,3 2,82 42,2	126,9 2,08 8,8	1,4
20	704 30,6 60	96 8 16	240 12 24	994 28 55	960 20 40	159 2,6 5	3,25
18	581 25,5 59	96 8 18	200 10 23	474 13,5 31	1296 27 62	183 3,0 7	2,85
Нет св.	434,9 18,91 46	156,2 12,8 32	176 12,8 22	696,4 19,04 48	614,4 12,8 32	498,9 8,08 20	2,3
" "	808 35,8 66	136,6 11,2 21	144 7,2 13	1050 29,61 55	768 16 30	483,1 7,92 15	3,2
<i>г. Гардая</i>							
8,07	136 5,71 42	37 3,03 22	101 5,04 37	143 4 28	357 7,5 53	78 2,57 18	0,9
9,22	175 7,35 44	46 3,78 23	109 5,44 33	171 3,42 21	457 9,51 60	92 3,06 19	1,0
6,41	12 0,5 7	30 2,46 36	79 3,95 57	56 1,61 23	169 3,55 50	57 1,88 27	0,4
40	607 25,49 39	133 10,91 17	582 29,1 44	279 7,81 11	2769 58,15 86	32 1,06 3	4,3
бассейна—Низкая Сахара							
22,78	554,3 24,1 51,4	114,8 2,44 20,1	266,9 13,34 26,5	870,6 24,55 52,4	942,6 19,61 41,8	165,9 2,72 5,8	2,83
20	476 20,7 51	150 34 30	150 7,49 19	355 10,01 26	1320 27,48 70	95 1,56 4	2,55
54,7	416,99 18,13 24,89	254,3 20,9 28,7	676 33,73 46,41	585,1 16,5 22,66	2550,7 53,05 72,84	200,1 3,28 4,5	—

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водоупункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH
61	Оазис Урлаль	11/IX 1968	465—477	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	32	7,3
68	Пос. Дебила	5/X 1969	279,5—345	P <sub>2</sub> <sup>1</sup> —N <sub>1-2</sub>	29,0	7,0
74	Оазис Стилъ	21/V 1970	317—405	N <sub>1-2</sub>	—	7,1
76	Оазис Гамра	20/IV 1970	144—156	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	25,4	6,9
79	Оазис Дусен	21/I 1970	300—501	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	25,4	7,2
82	Оазис Улед-Джеллаль	4/XI 1970	306—620	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	26	7,9
84	Оазис Дусен	28/XI 1972	253—600	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	29	7,2
1	Район оазиса Тольга	13/XI 1965	270—460	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	28,1	7,0
2	Там же	10/V 1965	136,0—149,0 (I гор.)	N <sub>1-2</sub>	19	7,4
2	" "	15/VI 1965	212,0—223,0 (II гор.)	N <sub>1-2</sub>	26	6,8
2	Район Тольги	30/VIII 1965	376—524 (III гор.)	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	31,1	6,8
150	Оазис Зельфана, скв. Зельфана I	1964	780—893	K <sub>1</sub>	Нет св.	Нет св.
114	Оазис Тамерна	III/1963	155—1750	K <sub>1</sub>	54,5	7,2
18	Оазис Геррара	15/VII 1966	750—938	K <sub>1</sub>	44	7,8
109	Оазис Мрара	1965	1360—1580	K <sub>1</sub>	52	7,6

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
30,5	198 8,61 22	126 10,36 27	400 19,94 51	256 7,22 18	1368 26,4 73	207 3,39 9	
26,4	575 25 49	98 8,1 16	365 18,2 35	821 23,1 45	1240 25,82 21	146 2,4 4	3,45
36,0	713 31 46	192 10,86 17	500 25 37	710 20 30	2160 45 67	122 2,0 3	4,3
67	1883 79,9 54	432 36 25	620 31 21	3088 87 59	2760 57,5 39	146 2,4 2	8,9
41	83 3,6 8	192 15,8 36	500 25 56	220 6,2 14	1680 35 79	207 3,4 7	2,85
50	46 1,4 3	198 16,3 31	670 33,5 66	334 9,4 19	1930 38,4 75	159 3,2 6	3,2
60	117 5,1 8	226 18,6 29	819 44,9 63	338 9,4 16	2371 49,4 82	95 1,56 2	3,9
33,19	213,7 9,29 21,9	187,5 15,42 36,3	355,4 17,77 41,8	249,2 7,42 16,9	1534,1 31,96 75	213,5 3,5 8,1	2,65
67,83	536 23,3 26	426,7 35,07 39	654,8 31,67 35	2051,0 57,86 72,6	1082,4 22,51 24,4	173,9 2,85 3	5,67
104,27	8397,1 365,1 78	593,2 48,76 10	1109,8 55,37 12	13477,2 380,06 80	4147,2 86,26 19,3	202,5 3,32 0,7	24,8
28,96	167,9 7,3 20,1	134,4 11,05 30,5	358 17,4 49,4	213 6,0 16,5	1316,2 27,42 75,7	172,6 2,83 7,8	2,27
Нет св.	254 11,04 42	87 7,15 27	167 8,33 31	459 12,94 50	488 10,16 40	158 2,59 10	1,6
" "	177 7,54 30	70 5,75 23	237 11,85 47	445 12,55 45	563 11,7 42	214 3,45 13	1,72
12,05	292,1 12,7 51	4,7 0,39 2	283,6 11,66 47	446,6 12,59 53	373,9 7,78 32,8	219,6 3,6 15	1,48
17,66	283 10,13 36	81 6,66 24	220 10,98 40	438 12,35 44	594 12,37 44	207 3,39 12	1,7

Номер водопункта	Местонахождение и название водопункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH
298	Оазис Уаргла	1965	1119—1315	K <sub>1</sub>	48,5	Нет св.
397	Оазис Сиди-Слимане	1965	1566—1750	K <sub>1</sub>	Нет св.	" "
	Оазис Гертара, колодец 2	15/V 1969	16	Q	" "	6,5
	Там же колодец 4	15/V 1969	26	Q	" "	7,1
	Оазис Стилль, шурф 31	5/IV 1969	1,5	Q	" "	6,7
	Там же, шурф 38	5/IV 1969	1,2	Q	" "	6,9
88	Оазис Эль-Митта, восточнее г. Бискра	14/VIII 1972	231—242	N <sub>1-2</sub>	28,4	7,2
14	Оазис Уаргла	24/IV 1966	44,5—68,5	N <sub>1-2</sub>	23,5	6,8
17	Там же	30/III 1966	47—92,6	N <sub>1-2</sub>	25	6,78
34	Оазис Стилль	11/II 1967	297—412	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	7,76
77	Оазис М'Гебра	4/VIII 1972	320—430	N <sub>1-2</sub>	32	7,1
75	Оазис Хобба	17/I 1971	307,5—384	N <sub>1-2</sub>	29,4	7,1
24	Оазис Тайбет	23/III 1967	115,0—172,5	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	7,55
401	Форт-Лальман	Нет св.	45,2—78	N <sub>1-2</sub>	" "	Нет св.
87	Оазис М'Зира	2/VI 1972	155—324	N <sub>1-2</sub>	28	7,8

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
Нет св.	269 11,7 409	90 7,4 26	201 10,03 34	505 14,24 50	669 13,93 49	31 0,51 1	1,8
" "	261 11,35 37	91 7,48 25	232 11,58 38	505 14,24 49	653 13,6 47	82 1,34 4	1,9
11,5	626 27,2 44	108 8,9 14	520 26 42	795 22,4 36	1630 35 57	268 4,4 7	1
12,5	120 5,2 29	48 4 23	170 8,5 48	277 7,8 44	384 8 46	110 1,8 10	1
30,0	865 37,6 56	138 11,4 17	370 18,5 27	632 17,8 27	2804 48 70	110 1,8 3	5,6
44,5	1858 80,8 65	252 20,7 17	470 23,5 18	1179 33,2 27	432 9 71	122 2 2	
17	128 3,56 26	81 6,66 32	175 8,7 42	114 3,2 16	609 12,7 61	293 4,8 23	1,4
19,54	155,9 6,8 26	111,5 9,18 35	207,4 10,36 39	580,1 16,36 62	344,6 7,17 27	170,8 2,8 11	1,5
16,38	261,5 11,38 41	82,4 6,77 24	191,4 9,56 35	417,5 11,77 43	650,9 13,54 49	146,2 2,4 8	1,7
24,47	681,3 29,62 54,7	105 8,63 16	316,8 15,84 29,3	522,4 14,73 27,2	1757,5 36,56 67,6	170,8 2,8 5,2	3,5
36,5	503 15,1 29	130 10,4 21	499 25 50	685 20,5 33	2018 40,4 64	115 2 3	3,9
27,5	557 16,7 38	114 9 21	360 18 41	873 26 49	1178 23,5 45	159 3,2 6	3,3
Нет св.	789,8 34,34 59,9	142,2 11,69 18	378 18,9 29	1170,1 33 50,8	1419 29,5 45,5	146,4 2,4 3,7	4
27	617 26,84 50	105 8,63 16	369 18,45 34	1065 30,05 60	901 18,74 38	67 1 2	3,2
21,2	189 5,7 15	120 9,6 38	234 11,7 47	100 3 33	113 2,3 26	187 3,7 41	1,8

Номер водо-пункта	Местонахождение и название водо-пункта	Год и дата отбора пробы	Глубина залегания водоносного горизонта, м	Геологический индекс водоносного горизонта	Температура, °С	pH	Наложенный артезианский						
52	Оазис Тамерна	25/VI 1968	115—176,4	N <sub>1-2</sub>	24,4	7,3							
53	Оазис Сиди-Хелиль	17/VI 1968	154,5—193	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	7,2							
57	Район оазиса Негрин	12/VI 1969	107—247	N <sub>1-2</sub>	26,1	7,1							
58	Там же	26/IV 1969	369—478	N <sub>1-2</sub>	27,9	7,2							
67	Оазис Ум-эль-Тиур	3/VIII 1969	320—505,6	N <sub>1-2</sub>	24,8	7,4							
70	Оазис Темасин	20/IV 1971	43—102	N <sub>1-2</sub>	23,9	7							
71	Оазис Ум-эль-Тиур	17/VI 1970	202—266	N <sub>1-2</sub>	27,3	7							
72	Оазис Н'Сига	11/I 1972	167,2—247	N <sub>1-2</sub>	27,4	7,3							
74	Оазис Стилль	21/V 1970	296—405	N <sub>1-2</sub>	Нет св.	7,1							
78	Оазис Тамерна	24/V 1971	101,5—172	N <sub>1-2</sub>	. .	7,6							
1	Оазис Тамерна, шурф 1	18/I 1969	2	Q	. .	7,9							
	шурф 2	19/I 1969	1,5	Q	. .	8							
	шурф 3	14/I 1969	1,45	Q	. .	7,7							
	Оазис Сиди-Хелил, шурф 1	16/I 1969	1	Q	. .	7,7							
	шурф 2	16/I 1969	1,3	Q	. .	Нет св.							

Жесткость общая, мг-экв/л	Компоненты минерализации, мг/л, мг-экв, м-экв %						Минерализация, г/л
	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
бассейн Уэд-Гир							
23	851	111	275	660	1872	146	3,9
	37,02	9,12	13,72	18,6	38,94	2,39	
	62	15	23	31	65	4	
18	888	90	210	760	1584	134	3,8
	38,63	7,4	10,48	21,43	32,95	2,2	
	68	14	18	38	58	4	
27	308	132	320	469	1200	134	2,1
	13,4	11	16	13,2	25	2,2	
	33	27	40	33	62	5	
18	290	80	210	388	816	171	1,9
	12,6	7,5	10,5	10,8	17	2,8	
	42	24	34	35	56	9	
27,5	237	126	340	170	1440	171	2,5
	10,3	10,5	17	4,8	30	2,8	
	27	28	45	13	79	8	
47	1224	234	550	1981	2160	134	4,9
	53,2	19,2	27,5	56	45	2,2	
	54	19	27	54	44	2	
29	690	120	380	717	1728	171	4
	30	9,9	19	20,2	36	2,8	
	51	17	32	35	61	4	
26,6	998	131	316	809	1276	158	3,5
	43,4	10,5	15,8	22,8	26,6	2,6	
	62	15	23	44	51	5	
36	713	137	500	710	2160	122	4,3
	31	10,9	25	26	45	2	
	46	17	37	30	67	3	
39	510,6	175,1	544	809,4	1843,3	158,6	3,9
	22,2	14,4	27,2	22,8	38,4	2,6	
	35	22	43	36	60	4	
40	382	66	690	504	1920	146	4
	16,6	6,5	34,5	14,2	40	2,4	
	29	10	61	25	71	4	
40	534	72	680	554	2160	159	4,2
	23,2	6	34	15,6	45	2,6	
	36	10	54	25	71	4	
50	276	198	0,67	0,504	2160	0,171	4
	12	16,3	33,5	14,2	45	2,8	
	19	27	54	23	73	4	
60	1044	366	590	1179	3360	131	7,2
	45,4	30,1	29,5	33,2	70	2,2	
	43	29	28	31	67	2	
Нет св.	4131	666	590	5680	4800	280	17,6
	179,6	54,8	29,5	160	100	4,6	
	68	21	11	60	38	2	

# Оглавление

ОТ РЕДАКТОРА . . . . .	5
ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .	7
ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ АЛЖИРА И ПРИНЦИПЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЕГО ТЕРРИТОРИИ . . . . .	10
ГЛАВА II. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ АЛЖИРСКОГО АТЛАСА . . . . .	27
ГЛАВА III. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ АЛЖИРСКОЙ САХАРЫ . . . . .	93
ГЛАВА IV. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О МИНЕРАЛЬНЫХ И ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ . . . . .	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	167
RESUME . . . . .	169
SUMMARY . . . . .	174
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	179
ПРИЛОЖЕНИЕ I. ДАННЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ СКВАЖИН . . . . .	182
ПРИЛОЖЕНИЕ II. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД . . . . .	196

ИБ № 1436

ИВАН ЯКОВЛЕВИЧ ПАНТЕЛЕЕВ,  
СЕРАФИМ МИХАЙЛОВИЧ ГОЛУБЕВ

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ АЛЖИРА

РЕДАКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА Г. Ф. НЕМАНОВА  
ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР Е. С. СЫЧЕВА  
ПЕРЕПЛЕТ ХУДОЖНИКА В. Т. ДРУЖНОВА

КОРРЕКТОР С. С. БОРИСОВА

---

Сдано в набор 30/VIII 1977 г.	Подписано в печать 25/XI 1977 г.	T-21013	
Формат 60×90 <sup>1/16</sup>	Печ. л. 13,25	Уч.-изд. л. 15,07	Бумага № 1
Заказ 567/12170—2	Тираж 1500 экз.		Цена 1 руб.

---

Издательство Недр», 103633, Москва, К—12,  
Третьяковский проезд, 1/19  
Ленинградская картографическая фабрика объединения «Аэрогеология»

1руб.

2713

НЕДРА