

АРИДНЫЕ РАВНИНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА АФРИКИ: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ, ФЛЮВИАЛЬНОЙ СКУЛЬПТУРЫ И АНТРОПОГЕННОГО ОПУСТЫНИВАНИЯ¹

Введение

Характер тектонических структур и геоморфологическое строение северо-запада Африки в основном определяет Атласский ороген, имеющий достаточно сложное тектоническое строение [1] (рис. 1), значительные (более 4000 м абс.) высоты и являющийся, выражаясь терминами первых французских исследователей, “водонапорной башней” северо-запада Африки. В регионе с аридными и экстрааридными равнинами значительным развитием пользуются эрозионные процессы, формирующие сложную флювиальную скульптуру.

При составлении статьи использовались материалы зарубежных, отечественных ученых и результаты маршрутных геоморфологических наблюдений автора в Марокко в октябре–ноябре 2006 г.

В системе Атласской горной страны территория Марокко – наиболее представительный регион, т.к. именно здесь находится узел сочленения всех главных хребтов: Рифа, Высокого и Среднего Атласа и Антиатласа; с ним связаны максимальные высоты (до 4165 м) и наибольшее разнообразие природных условий.

Главными геолого-геоморфологическими и гидролого-климатическими особенностями изучаемого региона являются:

1. Орографическая обособленность, связанная с горными поднятиями молодого плиоцен–четвертичного орогена Атласа, включающими серию устойчивых участков с равнинным рельефом – микроплит.

2. Развитие ледников и снежников в Высоком Атласе и питание стекающих с него поверхностных и подземных вод снеговыми талыми водами; распространение перигляциального рельефа и соответствующих отложений (рис. 2).

3. Функционирование устойчивой речной сети на средиземноморском и атлантическом склонах Северного Марокко (рис. 3).

4. Резко асимметричное распределение атмосферных осадков: северо-западная, предатласная половина страны получает от 200 до 1000 мм в год, тогда как юго-восточная, заатласная всего 200–100 и менее 100 мм.

5. Большая роль подземного – естественного и антропогенного стока. Эрозионная сеть отличается значительной плотностью, функционируют реки с постоянным стоком; издревле широко используются искусственные подгорные галереи хеттары – своеобразные африканские аналоги центральноазиатских кяризов.

6. Широкое развитие известняков разных генераций – от мезозоя до кайнозоя включая ранний плейстоцен и формирование на значительных площадях карстового рельефа.

7. Горизонтальное и субгоризонтальное залегание слагающих современный равнинный рельеф пород и отложений.

8. Четковидное строение долин рек средиземноморского бассейна.

9. Наиболее мощное и длительное антропогенное преобразование аридных равнин по сравнению с другими странами Северной Африки.

10. Широкое распространение наиболее древней вершинной – исходной поверхности выравнивания, многоярусное строение современного рельефа.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06-05-64559).

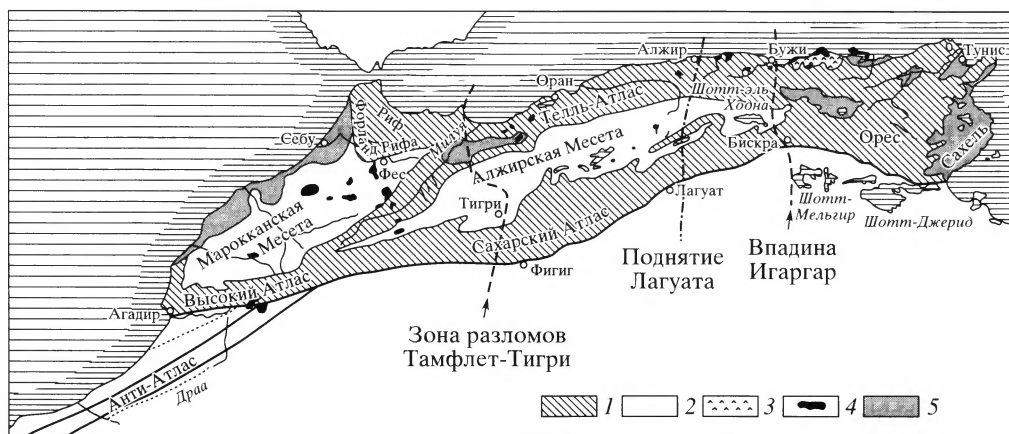


Рис. 1. Тектоническая схема Атласской горной системы (по [13])

1 – складчатая область, 2 – зоны внутренних массивов и столовые страны, 3 – алжиро-бетские фрагменты массива, 4 – молодые изверженные породы, 5 – прибрежные низменности и котловины в складчатой области

11. Лестница морских террас в северной и западной – средиземноморской и приатлантической частях. Это уровни с высотами: Фландрский – 2 м; Улжиен или Тирренский II – 5–10 м (верхний отдел прежнего Монастырского); Рабатский или Тирренский IV – 15–20 м.; Анфатиен или Тирренский Ia – 30–35 м; Маарифиен или Сицилийский II (прежний Милацкий) – 55–60 м; Мессаудиен или Сицилийский II – 90–100 м; Магрибский или Калабрийский – 200–300 м (включает два уровня). Первые шесть уровней относятся к антропогену, последние два – к плиоцену (рис. 4). Они были изучены французскими учеными и подробно проанализированы в 1961 г. К.К. Марковым [2]. Из составленной им схемы последовательности основных событий антропогена Марокко (вслед за Шубером) можно судить о распространении на северо-западе Африки комплекса разновозрастных, расположенных ступенеобразно равнин, создающих многоярусное строение современного рельефа и определяющих высотную поясность рельефа (рис. 5).

Одно замечание терминологического характера о применяемых ниже терминах “долина” и “уэд”. В Алжире и Марокко уздами называются долины рек как с постоянными, так и временными водотоками. В отдельных случаях это может быть оправдано. Так реки Сус и Драа имеют постоянное течение в истоках, а большую часть их долин представляют типичные узды. В других случаях крупные реки с постоянным стоком Мулуя, Бу-Регрег и ряд других называются уздами. С этим трудно согласиться, т. к. они являются полноценными реками. Тем не менее, в статье не представляется возможным изменить местную традицию написания названий. Введение новых внесло бы путаницу.

Другое пояснение важно для понимания флювиальной специфики исследуемого региона, а именно – дополнительного обводнения пресными водами аридных, освоенных сельским хозяйством, равнин и питания современных рек подземными водами. Дело в том, северо-запад Африки в целом богат ресурсами поверхностных вод, но Марокко в этом отношении превосходит другие страны Северной Африки благодаря атлантическому “фасаду” и мощным горным сооружениям Рифа и особенно Атласа.

Но даже крупных рек не хватает для обеспечения водой обширных освоенных аридных равнин. Значительные площади равнин Тафиальта, Хауса, Дра, Высоких плато, сахарских районов г. Агадира, снабжаются подземными водами каптажных галерей, скважин и колодцев. Главным источником вод являются галереи – хеттара – подземные дрены, подводящие подземные воды с более возвышенных участков к орошаемым площадям. Плотность хеттара различна. Например, в районе г. Марракеша их насчитывается более 350, каждая протяженностью 5 км. Сельскохозяйственные

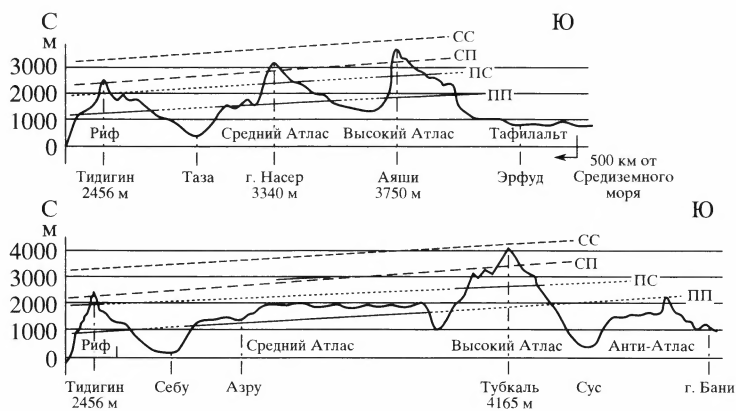


Рис. 2. Перигляциальные явления в Марокко в плювиальные эпохи и в настоящее время (по К.К. Маркову [2])
Снеговая граница: СП – в плювиале, СС – теоретическая современная; нижняя граница: ПП – перигляциальных явлений в плювиале, ПС – современной солифлюкции

районы Суса и Гарба полностью обеспечиваются подземными водами. За счет подземных вод функционирует много городов. В водообеспечении крупных городов – Рабата, Касабланки и Кенитры главную роль играют подземные воды. Агадир стал получать хорошую воду из дренируемых прибрежных дюн. К этим вопросам мы будем неоднократно возвращаться.

Морфоструктурные особенности

Для северо-запада Африки характерно, прежде всего, формирование уникальных, ярусно расположенных равнин – месет. В Северном полушарии особое место занимают расположенные вдоль окраин континентов горные сооружения с лестницами поверхностей выравнивания, внутригорными ярусными нагорьями и плато. Среди ярусных плато особым своеобразием отличаются аридные месеты Средиземноморья. Их объединяет несколько особенностей: окраинно-континентальное положение при отсутствии прямой связи с морскими и океаническими впадинами (отчленение от них частными поднятиями), приуроченность к жестким древним массивам, эпиплатформенный характер рельефа, формирование во взаимодействии с процессами альпийского орогенеза, семиаридный и аридный характер рельефообразования, а главное – плоский, столообразный, ярусный рельеф.

Меса или меза по испански – стол. Этот термин был впервые применен для обозначения крупного жесткого палеозойского массива, занимающего большую часть Иберий-

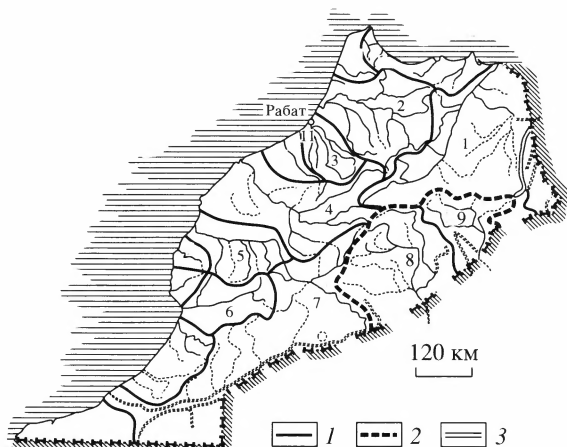


Рис. 3. Основные речные бассейны Марокко (по [14])
Экзорейские бассейны. Сток в Средиземное море: 1 – Мулуйя; сток в Атлантический океан: 2 – Себу, 3 – Бу-Регрег, 4 – Умм-эр-Рбаа, 5 – Тенсифт, 6 – Сус, 7 – Драа.
Эндорейские бассейны. Сахарский сток: 8 – Даура, 9 – Саура.
Границы: 1 – речных бассейнов, 2 – сахарской эндорейской области, 3 – эндорейских бассейнов Алжиро-Марокканских высоких равнин

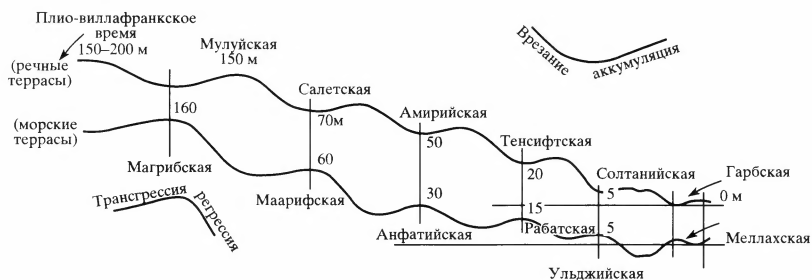


Рис. 4. Корреляция четвертичных морских и речных террас в Марокко (по данным [18])

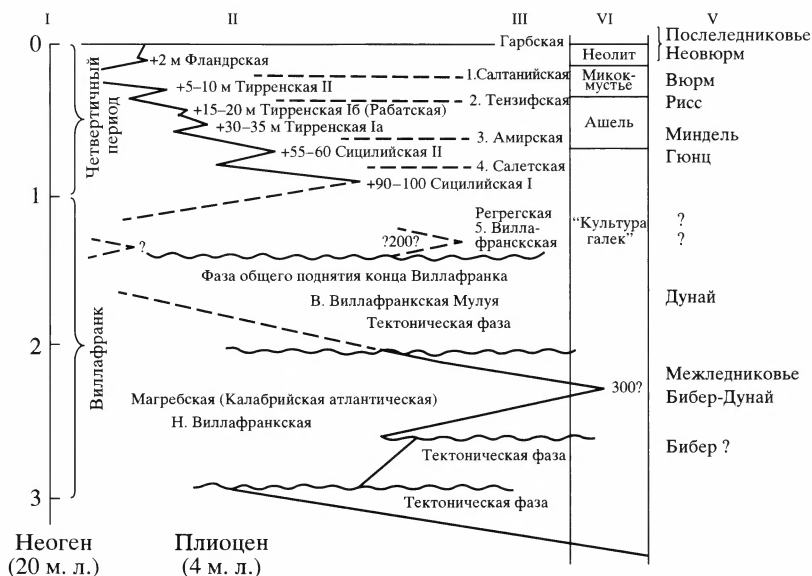


Рис. 5. Хронология плювиальных фаз марокканского антропогена (по [2])

ского или Пиренейского полуострова – Гесперийского, Галисийского или Центрально-го массива – Иберийской Месеты [3] и для обозначения межгорных и предгорных нагорий, имеющих ярусное строение [1, 4, 5]. В природном отношении месеты представляют равнины с засушливым типом рельефообразования, испытавшие длительное, интенсивное опустынивание. Это – аридные тектоно-денудационные образования. Впервые была выделена внутриконтинентальная Испанская месета. Позже, по аналогии с ней Марокканская, Алжирская – месета Высоких плато и Тунисская или месета Тунисского Сахеля. Они формируются в пределах крупных тектонических блоков или макроблоков земной коры в пределах Атласского орогена и получили разные названия: табулярных структур [6], периферических массивов [7] и микроплит [8]. Последнее определение признается наиболее предпочтительным и используется автором.

Микроплиты южного обрамления Средиземноморского пояса – это крупные, устойчиво поднимавшиеся глыбы с сокращенными мощностями пород платформенного чехла, отделенные от Сахарской платформы поясом авлакогенов. Они сравнимы с Мизийской, Скифской и Туранской микроплитами.

Марокканская Месета расположена в северо-западной части Марокко между горными хребтами Риф и Средний Атлас (рис. 1). Представляет четко обособленную

глыбу – крупный блок, вытянутый с ЮЗ на СВ на 700 км и шириной до 250 км. На складчатом герцинском фундаменте с мощностями палеозойских пород более 10 км залегает плитный чехол преимущественно карбонатно-терригенных пород верхнего мела–палеогена. Локальные впадины в окраинных частях Высокого и Среднего Атласа выполнены неоген-четвертичными осадками. В виде жесткой глыбы микроплита Марокканской Месеты оформилась в результате герцинского орогенеза. На протяжении дальнейшей эволюции она развивалась в качестве единого приподнятого блока, отдельные части которого эпизодически отставали и оказывались ниже уровня моря. В новейший этап сформировалось плато Марокканской месеты с высотами 700–1000 м. На мелкомасштабных схемах Ф. Махачека и Л. Кинга месета имеет треугольную форму в плане с основанием треугольника, совпадающего с береговой зоной Атлантического океана на отрезке Эс-Сувеира – Эль-Джадида. В действительности восточная граница месеты неровная, имеет денудационный характер. В отличие от Испанской Месеты здесь наблюдается сложная мозаика равнин.

Марокканская месета имеет весьма сложное строение (рис. 1). Она граничит с северо-запада с океаном, с юга, востока и севера со Средним Атласом и Рифом; понижается к океану с 1600 до 400 м. В пределах Марокканской месеты выделяется Палеозойская Месета, расположенная между гг. Рабат и Касабланка, подразделяющаяся на Центральный Марокканский массив и Прибрежную Месету. Палеозойская Месета ограничена на юге Фосфоритовым плато. Последнее сложено почти горизонтально залегающими осадочными отложениями Фосфоритового моря – меловых и эоценовых отложений и ныне представлено шестью самостоятельными плато, из которых наиболее крупным является Хурибга.

Наряду с Марокканской месетой в пределах Марокко традиционно выделяются равнинные области меньших размеров: Шауя, Тадла, Бахира, Марракешская Хауса, Могадорская равнина, прибрежная равнина Тизнит; равнинные бассейны Уарзазат, Бу-Дениб, Тафилалт, озерный бассейн Фес-Миккес, широкие долины Суса и Драа. Равнины имеют разный генезис, существенно отличаются по плановым очертаниям, размерам и первичному рельефу. Их высоты варьируют от 300 до 1000 м. Общим для них является ступенчатое строение и практически сплошная антропогенная переработка поверхности.

Месета Высоких Плато протягивается от Среднего Атласа в Марокко до гор Ходна на востоке, в Алжире. Имеет в плане очертания удлиненного параллелепипеда. Сформирована в центральной части одноименной микроплиты, состоящей из Оранского и Сетифского крупных блоков. Микроплита вытянута с запада на восток на 1250 км и имеет ширину до 250 км. Это линейное блоковое поднятие, ограниченное глубинными разломами: на западе Среднеатласским, на юге – Северо-Атласским и на севере Южно-Телльским. Амплитуда вертикальных смещений по ним достигает нескольких км. По данным Е.Д. Сулиди–Кондратьева и В.В. Козлова [8], по Южно-Телльскому разлому миогеосинклинальные комплексы шарьированы на северный край микроплиты Высоких Плато с весьма значительной амплитудой горизонтального смещения в 10–15 км. Фундамент микроплиты слагают породы каменноугольного возраста и создан в орогенную стадию развития геосинклинали Атласа. Осадочный чехол плиты сформирован породами мезозоя и кайнозоя. Выходы пород фундамента – глинистых сланцев силура, карбонатных пород девона и вулканогенно-осадочных пород карбона образуют на северо-западе плиты низкогорные поднятия Гар-Рубана, Эль-Абид, Тифрита, Саида, Джерады. Характерная особенность структуры микроплиты – горизонтальное залегание меловых и палеогеновых пород плитного чехла. Они значительно нарушены в зонах разломов и на восточной окраине, где микроплита резко сужается, сильно раздроблена и деформирована серией приразломных складок. Первичный рельеф равнинного рельефа микроплиты практически полностью изменен антропогенной деятельностью.

Обширная месета Тунисского Сахеля создана в пределах одноименной микроплиты на восточном фланге Атласского орогена на востоке Туниса. Эволюция тектоники

микроплиты изучена рядом французских и российских исследователей, в особенности упоминавшимися Е.Д. Сулиди–Кондратьевым и В.В. Козловым [8]. В современном рельефе это преимущественно равнинные территории, сформированные вдоль восточного фронта Атласа и выходящие к побережью Средиземного моря на отрезке между полуостровом Бон на севере до о-ва Джерба на юге. На западе месета ограничена субмеридиональной системой разломов Загван. На восток микроплита простирается в акваторию, образуя крупную шельфовую равнину, ограниченную Пантеллерийским грабеном. Протяженность микроплиты с запада на восток около 400 км.

Равнины Тунисского Сахеля сложены плейстоценовыми и неогеновыми отложениями, залегающими с региональным несогласием на кровле дислоцированных в положение складки отложений палеогена и верхнего мела. Складки ориентированы в северо-восточном, реже в широтном и субмеридиональном направлениях. В современном рельефе они выражены в виде невысоких горных гряд и разделяющих их равнин. В мелу и палеогене на фоне умеренного прогибания в пределах микроплиты отмечены эпизоды поднятий, выраженные в серии значительных несогласий. В пределах микроплиты большую роль играли плиоцен-четвертичные тектонические деформации, активно проявлявшиеся до рубежа между средним и поздним плейстоценом во время гафсинской – последней фазы неотектонической активизации. Южный фланг микроплиты ограничен системой субширотных складок Редееф, Гафса, Эль-Геттар, Эль-Аскер и Тебага, которые рассматриваются в качестве самостоятельного краевого Гафсинского авлакогена, отделенного от авлакогена Сахарского Атласа [8]. Особенно сложен характер сочленения микроплиты Тунисского Сахеля с микроплитой Высоких Плато. Здесь расположен выступ микроплиты на контакте с Гафсинским авлакогеном и Тунисским Атласом. Этот выступ значительно переработан интенсивными складчатыми деформациями, свойственным авлакогенам.

Приведенные материалы позволяют судить о том, что основной этап равнинообразования на северо-западе Африки приходится на поздний плейстоцен. Интенсивное формирование аккумулятивных и денудационно-аккумулятивных равнин, низких и приподнятых, продолжалось в голоцене [9, 10].

Флювиальная скульптура и строение ее цоколя

Многие особенности рельефа и поверхностных отложений аридных и экстрааридных равнин северо-запада Африки сформировались в значительной мере под влиянием длительной и интенсивной работы поверхностных и подземных вод. Рассмотрим строение трех аридных и экстрааридных равнин исходного (в своей основе) эрозионно-аккумулятивного генезиса, сформированных южнее Высокого Атласа.

Равнины бассейна Суса – наиболее крупного узда во впадине, разделяющей Высокий Атлас и Антиатлас с севера ограничены поднятием Высокого Атласа (высшая точка г. Тубкаль – 4165 м), с запада – океанической впадиной, с востока – предатласским поднятием второго порядка Джебель-Сирва, на юге – Антиатласом. Устьевая часть долины Суса открывается к океану и занимает участок побережья протяженностью 40 км.

Аллювиальные цокольные, низкие и высокие равнины, развитые вдоль побережья океана, по мере продвижения на восток сменяются скальными дефляционными с невысокими останцами известняков и песчаников.

В целом спокойный равнинный облик здесь находится в резком противоречии со строением ложа занимаемой им впадины. Последняя сформирована на крайнем западе крупного, глубокого предафриканского прогиба, разделяющего поднятия Антиатласа и Высокого Атласа. Глубинный южноатласский разлом расположен вдоль днища прогиба, контролируя заложение и развитие впадины вдоль системы Атласа от побережья Атлантического океана в районе г. Агадира в Марокко до залива Габес (Малый Сирт) Средиземного моря в Тунисе.

В строении бортов прогиба принимают участие крупные палеозойские массивы, принадлежащие противостоящим поднятиям. Поэтому борта сложены разными породами, имеют разную историю и отличаются современной геодинамикой.

Горы Высокого Атлас наследуют невысокую положительную линейную герцинскую структуру, но как высокогорное поднятие современного облика начали формироваться с верхнего эоцена, с начала этапа континентального развития. Медленное воздымание зарождающейся горной цепи субширотного простирания компенсировалось погружением в узком, окаймлявшем с юга прогибе. В нем отлагались мощные глинистые и песчаные аллювиальные толщи, чередовавшиеся с маломощными озерными осадками. В плиоцене продолжавшееся погружение прогиба вызвало ингрессию морских вод в районе синклинальной зоны Агадира и отложение мощной – от 100 до 300 м толщи аллювиально-озерных осадков. В этот этап заложились долины Пра-Суса. В конце плиоцена проявились поднятия последней фазы альпийского орогенеза, океан отступил, и озерные бассейны стали сокращаться. Впадина подверглась длительному эрозионному расчленению. Неоднократные тектонические пульсации продолжались по позднечетвертичное время. Именно тогда оформился современный режим – стиль устойчивого флювиального развития узда Суса, который последовательно врезал свои русла в поверхность равнины, сложенной предшествующими аллювиально-озерными отложениями.

Северный склон впадины долины Суса в пределах Высокого Атласа отличается значительно большей напряженностью современных эндогенных процессов и испытал мощное, более 4000 м поднятие, начавшееся в виллафранке и продолжающееся поныне. Здесь периодически проявляются разрушительные сейсмотектонические события, например, мощный отклик Лиссабонского землетрясения 1755 г., разрушивший многие крупные каменные постройки римской эпохи, и крупное Агадирское землетрясение 1960 г., практически уничтожившее г. Агадир (в настоящее время в городе сохранилось только одно здание, построенное до 1960 г. – кинотеатр).

Южный борт рассматриваемой впадины создавался в процессе формирования герцинского меридионального поднятия Антиатласа, достигшего максимума в визейское время и сопровождавшегося внедрением крупных гранитных интрузий. С завершением герцинского орогенеза рельеф Антиатласа формировался по типу сахарской платформы. Последующие трансгрессии в его пределы не распространялись, альпийский орогенез выразился в общем воздымании и серии глыбовых, дифференцированных поднятий. В новейшее время испытал денудационное расчленение и выравнивание преимущественно педиментами подножий. В сейсмотектоническом отношении пассивен.

Современная долина Суса выполнена молодым – голоценовым аллювием: преимущественно несцементированным галечником в руслах разновозрастных уэдов и розовыми мергелями и их песчанистыми и известковистыми разностями.

Рельеф изучаемого бассейна развивается в полупустынных условиях, только его приморская полоса шириной всего 10 км имеет морской климат. Истоки Суса расположены в массиве Тубкаль на высоте 3500 м. Первые 70 км Сус представляет бурную, порожистую, зажатую в щеки ущелий, горную реку с постоянным водотоком. У Аулуза на высоте 750 м река вырывается на равнину, ее воды полностью поглощаются мощной толщей субэаральной дельты и река превращается в уэд. Ниже воды в его русле появляются лишь во время крупных паводков. На равнине, на участке Аулуз – Улед-Бу-Раbia на протяжении 160 км уэд делает несколько плавных изгибов, пересекает зону останцовых меловых холмов, наиболее крупными из которых являются Улад-Баррехиль, Тарудант и Сиди-Бу-Ржа, и до океана проходит по высокой равнине, сложенной древнеаллювиальными отложениями. По мере врезания паводковые воды размывают последние и, врезаясь, достигают главного – приповерхностного водоносного горизонта аллювиальной равнины. Эти воды создают в русле узда новый, равнинный постоянный водоток, воды которого разбираются на орошение. Поэтому расходы паводков в среднем течении узда всегда меньше, чем в верхнем и устьевом.

Долина Суса резко асимметрична – воды всех правых притоков достигают Суса, а левых очень редко, лишь в экстремально влажные годы [11]. Это связано с тем, что

осадков выпадает в Высоком Атласе намного больше, чем в Антиатласе, т. к. Высокий Атлас значительно выше Антиатласа и в строении Высокого Атласа преобладают водонепроницаемые породы – мергели и сланцы, а в Антиатласе водопроницаемые известняки, инфильтрация в пределах которых значительно больше. Равнинные участки правых притоков намного короче левых, так что потери на инфильтрацию у них меньше.

Аккумулятивные равнины долины Суса устойчиво формировались в процессе длительного, с вилафранка размыва и выноса из гор огромного количества рыхлого материала. Преобладающий равнинный рельеф представлен практически плоскими участками, монотонность которых прерывается редкими низкими холмами – островками меловых пород. Плоские водораздельные равнины здесь имеют дефляционное происхождение. Отполированные ветрами глинистые, мергелистые и известняковые участки и разрозненные песчаные бугры, образующие крупнокучевой песчаный эоловый рельеф, создают монотонный аридный равнинный ландшафт. Оголенные, не закрепленные растительностью пески здесь весьма подвижны.

Последствия одного из разрушительных паводков, вызванного дождями в Высоком Атласе, автор наблюдал в низовьях уэда Сус, в районе г. Агадир 24–25 октября 2006 г. Бурный поток буквально выстрелил насыщенную глинистым материалом, песком, щебнем и городским мусором полужидкую массу на берег океана. Перед выходом на песчаный пляж он ударил в левый борт своей долины – склон низкой песчаной террасы. Если бы склон не был предусмотрительно укреплен каменными глыбами, крупный его участок вместе с многими строениями был бы снесен.

Насколько первичен современный облик равнины, характер ее поверхностных отложений и можно ли его считать исходным для современного – вопрос важный, но не достаточно ясный. Дело в том, что равнина Суса наиболее южная из плодородных равнин Марокко. Южнее и восточнее ее расположены аридные и экстрааридные равнины северной окраины Сахары. Участки развития рыхлых отложений, описанные выше, культивируют тракторами и вручную; плотные коры, конгломераты и известняки разрушают стальными тракторными клыками и вспахивают. Обломки прочных пород сортируют по величине: из крупных строят ограды, мелкие перемешивают со вспаханной рыхлыми отложениями подстилающих горизонтов и оставляют на полях, где они выветриваются и рассыпаются с годами в мелкозем.

Используются эти земли на протяжении нескольких тысяч лет. Экспедиция Н.И. Вавилова в Марокко и Алжир в 1920 г. выявила культивирование здесь множества полезных растений: масличных, бобовых, зерновых. Неожиданно для ученого им был определен “разнообразный состав пшениц, отображающий частично Юго-Восточную Азию, откуда, возможно, и заимствовано кяризное орошение” [12, с. 103].

Равнины левобережья Суса местами полностью или на отдельных участках с глубокой древности были покрыты маломощным чехлом песчано-суглинистых отложений, заросшими участками кустарниковой и древесной растительности. Когда территория современного Марокко входила в состав Римской империи в качестве ее провинции Мавритания (иногда пишут Мавретания), эти земли интенсивно использовались под пастбища, оливковые плантации и под зерновые, главным образом пшеницу. В римскую эпоху африканские провинции были житницей Древнего Рима. Во второй половине римского правления, по-видимому, в эпоху Траяна, когда империя достигла максимальных размеров, антропогенные нагрузки превысили всякие разумные пределы, земли истощились, перестали плодоносить, были заброшены и подверглись мощной эрозии и дефляции, став ареной постоянного перемещения обнаженных кочующих песков. Следы мощного разрушения этих исходных равнин запечатлены в строении отложений оазисов, в которых был создан особый оазисный горизонт антропогенных осадков с возрастом около 2000 л. н. [13]. Земли здесь всегда ценились на вес золота, т.к. надо было кормить местное население, постоянно проходившие из Сенегала караваны и периодически появлявшиеся из Сахары бедуинов. Поэтому использовались все, даже миниатюрные, неудобные в сельскохозяйственном отношении участки. На поверхности сложенных известняками равнин посадки оливковых деревьев были воз-

можно лишь вдоль наиболее податливых для древних орудий труда линий повышенной трещиноватости и разрывных нарушений с обогащенным мелкоземом верхним горизонтом.

Возделываемые земли постоянно подвергались деструкции. Бесконечные набеги воинственных бедуинов с юга и востока обычно заканчивались полным выжиганием растительности, засыпанием источников и вытаптыванием полей, грабежами семянного фонда; уничтожением и уводом на продажу сельских жителей. Века мирного развития постоянно прерывались разрушительными военными конфликтами. В результате в пределах равнины Суса практически не осталось участков с первичной природой. Практически все типы рассматриваемых равнин имеют природно-антропогенную поверхность².

Равнина Тизнит расположена к югу от долины Суса. Разделяет их крупный уэд Масса, на удивление слабо изученный и почти не упоминаемый в научных публикациях. Его нет даже на схеме речных бассейнов Марокко в страноведческой монографии [14]. Во время посещения автором уэд представлял полноводную, хотя и неглубокую реку, впадавшую в океан. Берега и днище долины вплоть до русла густо заросли тростником, кустарниками и травами. В прибрежном мелководье стояли стаи розовых фламинго, в зарослях спокойно паслись кабаны. Низовье долины охраняется. Здесь планируется создание национального парка дикой природы. Все участки вблизи долины Масса, оазисов и небольших водных источников издавна освоены и находятся под плантациями оливок.

Равнина Тизнит или по терминологии французских исследователей “котловина Тизнит” в структурном отношении принадлежит древнему горному сооружению Антиатласа. Это сильно разрушенное горное сооружение состоит из трех горных гряд: северной – Джебель-Интер, средней – собственно Антиатласа и южной – низкого хребта Бани или Джебель Бани. Равнина ограничена на западе океаном и антиклинальным поднятием Ифни, на севере – упоминавшимся уэдом Масса, на востоке антиклиналью Ликст и на юге хребтом Джебель-Интер – передовой горной цепью Антиатласа.

Поверхность цокольной аллювиальной галечниковой равнины Тизнит пологоволнистая, местами плоская. В редких неглубоких понижениях расположены небольшие оазисы с пальмовыми и оливковыми рощами. Скальный, значительно денудированный цоколь сложен дислоцированными породами нижнего палеозоя, преимущественно акадийскими сланцами силура. Он перекрыт чехлом плейстоценовых отложений: наиболее древними – раннеплейстоценовыми конгломератами мощностью до 30 м, древними песчаными отложениями береговых дюн с мощностями 80 и более метров, которые образуют широкую – до 5–12 км полосу вдоль современной береговой линии; известняковыми корами, развитыми как на отдельных участках, так и образующими локальные покровы, перекрывающие приведенные выше фации; современными конгломератами и туфами мощностью до 100 м; суглинками низкой террасы и эоловыми песками современных береговых дюн.

Структурные особенности равнины имеют древнее заложение и лишь незначительно, на отдельных участках омоложены в новейший этап. Основные тектонические линии вытянуты вдоль осей генерального меридионального направления герцинской складчатости. Равнина расположена между крупными антиклиналями Ликст и Ифни с кембрийскими породами в ядрах, испытавших сильные сжатия, предопределившие заложение сложной системы разрывных нарушений и создание в центральной части нескольких горстов и грабенов. Наиболее крупный горст выражен в современном рельефе хребтом Джебель-Интер, окаймленным двумя линейными синклиналями.

Равнина Тизнита находится на границе полупустыни и пустыни. Ее растительный покров чрезвычайно разрежен. Плодородные земли сосредоточены в местах выхода

² Напряженность в отношениях между племенами бедуинов друг с другом и с колонизаторами сохранялась и в 30-е годы XX в. Антуану де-Сент-Экзюпери, бывшему одно время начальником аэропорта на территории испанского форта Кап-Джуби, на безводной, выжженной беспощадным солнцем окраине Сахары на побережье Атлантического океана нередко приходилось улаживать ряд конфликтов с местными племенами и попадать в сложные ситуации.

подземных вод – оазисах и вдоль долины Масса. Между долиной Масса и отрогами Антиатласа расположен крупный эоловый песчаный массив с высокими – до 20–30 м барханами. В настоящее время в его пределах растут лишь несколько отдельно стоящих деревьев. Но в древности, видимо, природная среда здесь была иной. Здесь не было пашен, но были масличные плантации. Обводнение в римскую эпоху было достаточным для выращивания апельсиновых деревьев. Ныне этот ландшафт сахарского типа выглядит безнадежно засушливым и скрывает свои потенциальные возможности, связанные прежде всего с системой подземных вод.

Результаты проведенных здесь гидрогеологических исследований выявили серию мощных подземных водных потоков, текущих в четвертичных известняках и конгломератах. “Сток происходит по настоящим подземным рекам, которые распределяют георгийские (горизонты подземных вод в породах георгийского яруса силура – В. Ч.) воды по равнине” [11, с. 300]. Крупные подземные потоки изливаются в океан. Структура подземных рек равнины Тизнит полностью еще не выяснена, но известен сложный характер водоносного горизонта в пределах карстовой равнины, где он “имеет характер уравновешенной карстовой сети с очень большими петлями” [11, с. 303]. Последние могут быть погребенными меандрами древней раннеплейстоценовой реки, долина которой перекрыта известняками.

Равнины долины Драа в южных предгорьях Антиатласа, занимают широкую полосу протяженностью около 600 км на северо-западе Сахары. Антиатлас здесь имеет асимметричное строение. Его северный склон короткий и крутой – на границе равнин уклоны достигают 45°, южный – длинный и более пологий, с падением 10–15° последовательно моноκлиально сменяющих друг друга пород от докембрия до плиоцен-четвертичных отложений. Вдоль южных подножий Антиатласа сформированы обширные четвертичные цокольные равнины “фейджа” на плотных сланцах силура, ордовика, девона и турне. В их пределах и развиваются равнины долины Драа. Гидрографическая сеть этого региона очень древняя, в основных чертах формировалась на поверхности олигоценового пенеплена задолго до образования гаммад. В неогене возникли главные долины – уэды верховий Драа, Згид, Тиссинит, Тата, Акка и др. В связи с альпийскими тектоническими движениями пульсирующего характера в условиях преобладающего воздымания Антиатласа, мощные временные потоки выносили огромные массы обломочного материала как в пределы преафриканского прогиба, так и на юг, создавая литогенную основу для отложения гаммад. В плиocene на месте современных гамад образовалось обширное озеро, которое было спущено в результате поднятия в конце плиоцена (виллафранке). Впадавшие в озеро неглубоко врезанные речки блуждали по поверхности озерно-аллювиальной равнины. В виллафранке эрозионная сеть испытала общее врезание, наложилась на предшествующий рельеф. С конца виллафранка ее рисунок становится устойчивым.

Как было отмечено выше, аридные равнины Драа приурочены к ее открытой, широкой долине. Уэд Драа впадает, точнее, открывается в океан, но по своей истории и морфологии является сахарским, т. к. его воды достигают устья редко, лишь во время наиболее сильных паводков.

Уэд Драа образуется из двух истоков – уэдов Варзалат и Дадес, на отрезке в 240 км прорезает Антиатлас по ущелью Тариа, сопровождаясь полосой пальмовых плантаций, и, минуя Ктау у Мхамида, выходит в предсахарскую область. Драа имеет постоянный водоток только на участке пересечения Антиатласа.

Отсюда начинается область развития аридных равнин. Далее на запад долина Драа поворачивает на запад и на протяжении 600 км следует к Атлантическому океану. Весьма своеобразна огромная плоскодонная впадина Ирики, заливаемая водами Драа во время наиболее сильных паводков. Отсюда воды редко проникают ниже по течению. Только в 1942–43 гг. паводковые воды уэда дошли до океана.

Между хр. Джебель-Бани – южной цепью Антиатласа и долиной Драа развита сеть меандрирующих уэдов второго порядка.

Рельеф равнин долины Драа существенно отличается от рельефа рассмотренных выше равнин долин Суса и Тизнита. Это равнины пустынной сахарской скульптуры, преимущественно обломочные, щебнистые и галечниковые гаммады. Их поверхность состоит из плоских и волнистых участков с редкими слабо вдавленными линейными и изометричными понижениями. Вдоль древних караванных путей встречаются неглубокие линейные дефляционные ложбины. Местами на гаммаде исследователи находили остатки керамики римской эпохи. Повсеместно развиты постоянно перемещающиеся маломощные кучевые пески. Растительность чрезвычайно скудна и разрежена, лишь изредка попадаются одиночные кустарники.

Структура цокольных, сложенных прочными сланцами равнин Драа весьма своеобразна. Эти обширные равнинные пространства значительно деформированы узкими линейными продольными поднятиями, сложенными прочными песчаниками, кварцитами и известняками; имеют рельеф апалачского типа. В местах погружений поднятий линейная организация последних сменяется хаотически расположенными останцами; появляются синклинальные котловины. И крупные, и мелкие отрицательные формы рельефа здесь, по-видимому, связаны с гидрогеологическими особенностями: характером распределения грунтовых вод, которые приурочены исключительно к молодым континентальным отложениям неогена и плейстоцена. “Эти воды образуют подземные водотоки в руслах уэдов или водоносные горизонты равнин. Их питание непосредственно зависит от выпадения дождей и паводков уэдов” [11, с. 312]. Это – типично сахарский режим подземных вод.

Заключение

Вслед за К.К. Марковым остановимся на отдельных актуальных, но не до конца решенных вопросах, решение которых имеет общее значение.

О возрасте пустынь северо-западной Сахары. Равнина Драа, протягивающаяся вдоль южных подножий южного хребта в системе Антиатласа, сложена преимущественно озерными мергелями, которые образуют крупный удлинённый ареал, прослеживающийся вдоль окраины Сахары на 250 км. Они являются отложениями очень влажной и древней (виллафранк – плейстоцен) плювиальной фазы. “Эти отложения залегают на высоте, колеблющейся более, чем на 300 м, что, возможно, служит указанием на значительные послевиллафранкские вертикальные движения поверхности. Иное значение имеет карбонатная кора выветривания. Она в особенности характерна для Южного Марокко и представляет собой реликтовое образование, свидетельствующем о климате, столь же или более аридном, чем современный” [2, с. 110] (рис. 4).

К.К. Марков справедливо считал, что еще большее значение для восстановления палеогеографии антропогена имеют красноцветы. Они формировались под влиянием влажного климата на карбонатных породах и являются *terra rossa*. “Красноцветы Марокко требуют для своего образования около 800 мм осадков в год, т. е. почти исключительных условий. В юго-западной части страны (в пределах изучаемого нами региона – В.Ч.) они не только не образуются теперь (при 200–300 мм осадков!), но не образовывались и прежде. Древние красноцветы отсутствуют в Сахаре. Они имеют нижнюю границу своего распространения и не опускаются, например, в Антиатласе ниже 600 м над у. м. Можно предполагать, что красноцветы образовались в Марокко в плювиальные фазы под лесом” [2, с. 116]. Изучавший вопрос связи элювиальных процессов с палеогеографией Марокко А. Пюжос разделяет представление о том, что красноцветы здесь являются реликтами влажного флювиального климата и выделяет два новых типа элювиальных образований: “черные земли” и “серые земли”, образовавшиеся в конце последнего плювиала и в последнюю послеплювиальную фазу соответственно [15].

Равнина долины Драа коррелирует с наиболее древним морским уровнем Атлантического океана высотой 200–300 м. Эта поверхность относится Г. Шубером [16] к виллафранкскому (поздний плиоцен–ранний плейстоцен) веку, характеризуется красной

окраской своих отложений, их дислоцированностью и фауной южного слона *E. Meridionalis* и *E. Africanus*; находками древнейшей галечной культуры человека, а также фауной теплолюбивых морских моллюсков. Возраст красноцветов в Марокко точно не определен и колеблется по данным разных источников от виллафранкского до последней плювиальной фазы. В верхнем течении Драа, на востоке Антиатласа гаммады имеют более древний возраст. Здесь они сформированы на осадочных отложениях сеномана и турона и около гор покрыты галечными конусами выноса. На поверхности последних развита мощная кора выветривания среднеплейстоценового возраста (на более молодых галечниковых покровах она отсутствует) с характерным пустынным лаком и “крокодиловой” трещиноватостью на поверхности галек.

О количестве и современном генезисе морских террас и возможности их корреляции на северо-западе Африки. В крупном отечественном обобщении материалов о морских берегах Мира указывается, что здесь развиты преимущественно абразионно-бухтовые берега и вслед за А. Вайсброком отмечается наличие “лестницы плиоцен-плейстоценовых морских террас, разделенных высокими (до 100–150 м) клифами” [17, с. 270]. “Четыре основные террасы на приморских склонах Высокого Атласа располагаются на высоте от 30 до 20 м” [17, с. 271]. Особо широким развитием пользуется наиболее высокая и древняя терраса высотой 200–300 м. По результатам наших наблюдений на ее поверхности опираются многочисленные педименты. Они трансформируют первично абразионную, практически горизонтальную поверхность равнины в слабо наклонную денудационную. Особенности их строения и эволюции заслуживают специального рассмотрения.

Вопрос о корреляции морских террас достаточно сложен, что в частности выявилось при увязке морских уровней вокруг Атлантики [18]. Не совсем также ясна корреляция берегов атлантического и средиземноморского побережий в пределах северо-запада Африки, да и сами террасы местами выражены плохо или не выражены совсем. И.П. Герасимов, например, отрицал существование морских террас на алжирском побережье Средиземного моря [19].

О связи усиления современного опустынивания с интенсификацией сельского хозяйства и функционированием древних городов. В отдельных районах изучаемого региона обнаруживается прямая связь: чем интенсивнее используются воды подземных источников, тем больше нагрузки на сельскохозяйственные площади и тем быстрее происходит деградация маломощных аридных почв, их разрыхление и превращение в массивы активных сыпучих песков (рис. 6).

Как было показано во введении, в сферу хозяйственной деятельности человека с годами вовлекается все больше и больше источников подземных вод. Поверхностные воды аккумулируются в больших объемах в многочисленных водохранилищах (рис. 5, 7), потери на испарение в которых весьма значительны.

Все это позволяет судить о чрезмерной эксплуатации поверхностных и подземных вод, что может привести к нарушению их баланса, сокращению стока и падению уровня вод рек.

Практически не разработан вопрос о значении древних и современных городов в преобразовании природы и рельефа аридных регионов вообще и северо-запада Африки в частности. Здесь же отметим, что достаточно крупные города Северной Африки функционировали с эпохи Римской империи на протяжении более 2000 лет. Многие из них не сохранились, грандиозные руины крупнейших из них свидетельствуют об обширных размерах древних мегаполисов, о десятках тысяч жителей их населявших, о полном разрушении природной среды в их пределах и о значительных антропогенных нагрузках на прилегающие сельскохозяйственные районы.

Самым большим и длительно функционировавшим городом северо-запада Африки был римский Валюбилис, остатки которого гордо возвышаются на четко очерченной гряде вблизи г. Мекнес (рис. 8). Главным сооружением здесь была огромная триумфальная арка, воздвигнутая в честь императора Каракаллы и его матери. Большое внимание в городе уделялось удалению отходов. Вдоль осевой части улицы крупные

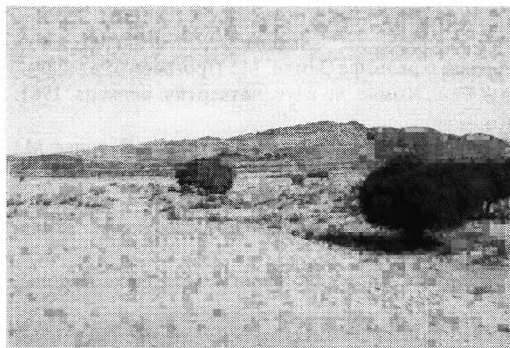


Рис. 6. Песчаный массив “Малая Сахара” у западного подножья хр. Антиатлас (фото автора)

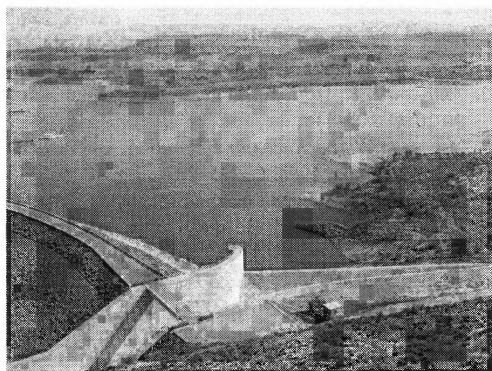


Рис. 7. Водохранилище в среднем течении р. Масса, в передовой – западной гряде хр. Антиатлас (фото автора)



Рис. 8. Руины столицы древнеримской провинции Мавритания (ныне Марокко, восточной окраины Алжира и севера Западной Сахары) г. Валюбилис. Центральный проспект вдоль пути из Танжера в Рабат (фото автора)

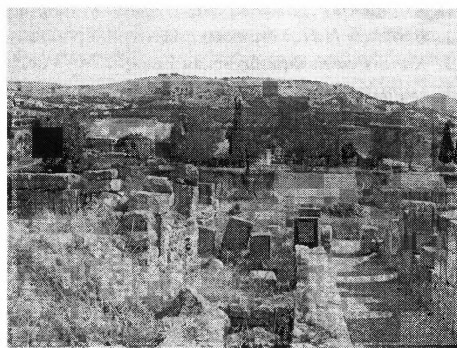


Рис. 9. Вид из древнего города Валюбилис на прилегающие с севера равнины и холмы, полностью, издревле освоенные под поля зерновых (фото автора)

каменные плиты образуют кровлю клоаки – типично римского канала канализации. Валюбилис был окружен обширными плантациями зерновых и масличных культур (рис. 9).

Выводы

1. На пространственную организацию аридных и экстрааридных равнинных областей северо-запада Африки решающее влияние оказало формирование Атласского орогена.
2. Наиболее связаны со структурой региона денудационно-тектонические нагорья – месеты.
3. Наименее – крупные эрозионно-аккумулятивные и денудационные равнины предгорий.
4. В пределах аридных и экстрааридных областей северо-запада Африки широко развита флювиальная скульптура.
5. Все равнины исследуемого региона издревле испытывают мощное антропогенное воздействие, и поэтому многие из них имеют природно-антропогенный генезис.

1. *Кинг Л.* Морфология Земли. Изучение и синтез сведений о рельефе Земли. М.: Прогресс, 1967. 559 с.
2. *Марков К.К.* Проблемы палеогеографии Марокко // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода. 1961. № 26. С. 103–119.
3. *Альмела А., де Каселло Бранко А.* Варисциды Иберийского полуострова // Тектоника Европы. М.: Наука–Недра, 1964. С. 225–227.
4. *Добрынин Б.Ф.* Физическая география Западной Европы. М.: Учпедгиз, 1948. 416 с.
5. *Махачек Ф.* Рельеф Земли. Опыт регионального морфологического описания поверхности Земли. М.: Иностр. лит., 1961. Т. 2. 703 с.
6. *Шуберт Ю.А., Фор-Мюре А.* Эпиварисскийская платформа Северной Африки // Тектоника Европы. М.: Наука–Недра, 1964. С. 357–361.
7. *Милановский Е.Е.* Консолидированные массивы и глубоководные впадины // Тектоника срединных массивов. М.: Изд-во АН СССР, 1974. С. 41–59.
8. *Сулиди–Кондратьев Е.Д., Козлов В.В.* Микроплиты южного обрамления Средиземноморского пояса // Тектоника молодых платформ. М.: Наука, 1984. С. 158–168.
9. *Чичагов В.П.* Аридные равнины Туниса // География и природные ресурсы. 2007. № 2. С. 82–96.
10. *Чичагов В.П.* Аридное поднятие Ксур в Северной Африке: эрозионная и дефляционная морфоскульптура, климатическое и антропогенное опутывание // Геоморфология. 2006. № 4. С. 86–96.
11. *Амбоджи Р., Болели Эл., Буржен Р. и др.* Гидрогеология Марокко. М.: Иностр. лит., 1955. 359 с.
12. *Вавилов Н.И.* Марокко // Центры происхождения культурных растений. Пг.: 1926. С. 101–103.
13. *Капо-Рей Р.* Французская Сахара. М.: Географгиз, 1958. 496 с.
14. *Горнунг М.Б., Уткин Г.Н.* Марокко. Очерки по физической и экономической географии. М.: Мысль, 1966. 219 с.
15. *Pugos A.* Teere rouges, noires, grises // Pedology. 1957. V. 12. P. 61–89.
16. *Choubert G.* Essai de Correlation des formations continentales et marines du Pleistocene au Maroc. Rabat: 1959. 89 p.
17. *Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г.* Берега. М.: Мысль, 1991. 479 с.
18. *Горнунг М.Б., Мецераков Ю.А.* Опыт корреляции поверхностей выравнивания и террас вокруг Атлантики // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1959. № 1. С. 133–136.
19. *Герасимов И.П.* Очерки по физической географии зарубежных стран. М.: Географгиз, 1959. 352 с.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
25.05.2007

ARID PLAINS OF NORTHWESTERN AFRICA: STRUCTURE, FLUVIAL MORPHOSCULPTURE AND HUMAN-INDUCED DESERTIFICATION

V.P. CHICHAGOV

S u m m a r y

On the basis of published geological-geomorphologic data and route observations author distinguished local intermountain arid plains and piedmont plains in north-western Africa. These plains correspond to large morphostructures of young Atlas Mountains – micro plates of Meseta of Morocco and High Plateau. The structure of Susa, Tiznita and Dra – the most representative arid plains, edging the High Atlas from the south, was studied. Their bed relief is complicated and unconformable to surface. The drainage network of plains relates to their hydrogeological structure. The surface of the plains has the natural-anthropogenic character, being under strong agricultural land development for more then 2000 years. The connection between the growing use of underground water resources and desertification of the plains is established.