

THE ROLE OF SCREES IN THE FORMATION OF THE MOUNTAIN RIVERS FLOAT AND CORRELATION OF SCREE DYNAMICS WITH SOLAR CYCLES (ACCORDING TO STATIONARY TIME SERIES DATA)

N.V. KHMELEVA, B.F. SHEVCHENKO

S u m m a r y

The specific type of gravitational-fluvial screes is revealed by means of multiannual stationary measurements and phototheodolite survey. The tail is situated under the high bench and is forming of the wash of the hollow, which drains the mountain slope. In the tail's deposits, the breakstone is predominant. When the tail reaches the floodplain of the river, low floods do not change solid runoff regime, but the high floods may generate the mudflow. Dynamics of the scree reveals strong correlation with the cycles of solar activity: the latter controls the accumulation of unconsolidated sediments in the scree.

УДК 551.4.035(61)

© 2006 г. В.П. ЧИЧАГОВ

АРИДНОЕ ПОДНЯТИЕ КСУР В СЕВЕРНОЙ АФРИКЕ: ЭРОЗИОННАЯ И ДЕФЛЯЦИОННАЯ СКУЛЬПТУРА, КЛИМАТИЧЕСКОЕ И АНТРОПОГЕННОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ¹

С Африкой ассоциируются представления о песках Сахары, ураганах и пыльных бурях, погребенных руинах древних городов и проч. Но главное, конечно, здесь пески: красноватые и желтые, рыхлые и сцементированные, дюн и барханов, а также пески, навешанные на склоны и водоразделы поднятий. Привлекательность обширных песчаных пространств Сахары диссонирует с их малой научной информативностью. Нередко на вопрос об их эволюции бывает затруднительно ответить, хотя форма песчаных зерен говорит о многом.

Введение

В центральной части северной границы Африки, в смежных районах Туниса и Ливии, расположено своеобразное поднятие, называемое “горы Ксур” (территория Туниса [1] и Ливийского хребта), имеющее в плане дугообразную форму, повторяя очертания юго-западной части залива Габес (Малый Сирт). Поднятие по своим высотам ниже 1000 м и не может относиться ни к горам, ни к горным хребтам, в его морфологии также нет признаков большинства горных сооружений. В геолого-геоморфологической литературе оно получило названия “ступени Дахара” и “Триполитанского Джебеля” [2], “плато Матмата” [3], которые имеют региональный смысл (рис. 1). На рис. 1. вековой давности рассматриваемый в статье район располагается между Большим Восточным Эргом и меридианом о-ва Джерба в зал. Габес.

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

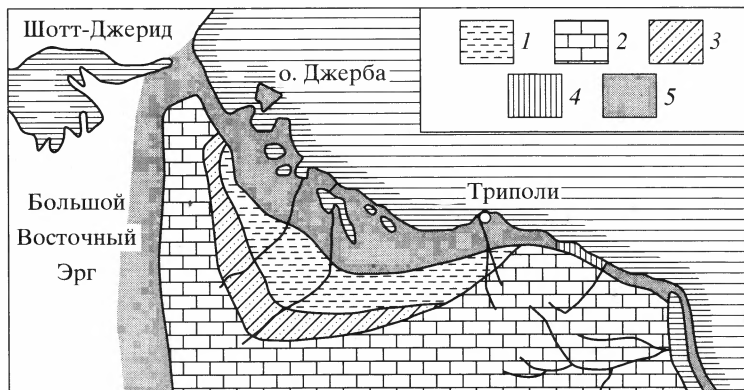


Рис. 1. Триполитанский Джебель (по [2])
1 – триас, 2 – мел, 3 – юра, 4 – миоцен, 5 – четвертичные отложения

Изучаемый регион находится в пределах обширной мезозойской Восточно-Сахарской впадины платформенного типа, или Северо-Африканской мульды. Аридные равнины северной окраины Сахары в Южном Тунисе представлены несколькими разновидностями пустынь, которые начали формироваться в позднем плейстоцене и приобрели современный облик в голоцене. Самой крупной песчаной пустыней и наиболее тесно генетически связанной с расположенным восточнее поднятием Ксур является песчаное море Большого Восточного Эрга. Северная, тунисская часть Эрга, представлена плоской песчаной пустыней Нефзав, восточная – наклонной каменистой пустыней, полого повышающейся к горам Ксур: в южной части встречаются островные горы с высотами 160–220 м. Вдоль периферии гор Ксур сформирована плоская, нерасчлененная сетью вади, наклонная песчаная пустыня Рмель-Эль-Абиод с высотами от 200 до 350 м, которая к востоку сменяется наклонной поверхностью суглинисто-каменистой подгорной пустыни западного склона подножий гор Ксур с высотами 350–450 м, также расчлененной сетью вади.

В 2005 г. автор проводил полевые исследования в Южном Тунисе, в пределах поднятия Ксур, северной окраины песчаного моря Большой Восточный Эрг и впадины тунисских шоттов. В предлагаемой статье рассматриваются особенности строения современного рельефа, антропогенных преобразований и истории формирования поднятия Ксур.

Главными морфоструктурными особенностями данного поднятия является его узловое положение на границе Африканской платформы, Северо-Африканской мульды и впадины Средиземного моря и дугообразные плановые очертания согласно морскому заливу. Морфологические особенности поднятия: асимметричное строение поперечного профиля – внутренний континентальный сахарский склон пологий, внешний средиземноморский обрывистый; расчлененная вершинная поверхность с плоскими участками и чередование малоамплитудных более и менее поднятых участков в плане.

Прежде всего, изучаемое поднятие характеризуется двумя главными особенностями: оно относится к классу аридных, формируясь в условиях экстрараидной пустыни, и отличается дугообразной формой в плане, которая копирует очертания зал. Габес. Овальные очертания береговой линии здесь, как отмечали наши предшественники, по-видимому, созданы проявлениями позднеплейстоценовой разломной тектоники, т.к. наиболее крупные острова Керкена и Джерба, расположенные в зал. Габес, сложены по С. Пассарге молодыми галечниковыми отложениями, принесенными с гор Ксур, т. е. острова исходно были частью южно-тунисской береговой низменности [2, с. 195]. Происхождение восточного уступа поднятия рассматривалось как тектоническое, приводимые ниже наши данные о строении поднятия Ксур позволяют детализировать исходные представления о его геоморфологии.



Рис. 2. Характер вершинной поверхности поднятия Ксур и его моноклиальная структура (фото автора)

Эрозионная морфоскульптура и блоковое строение поднятия Ксур

В облике поднятия главным является значительное расчленение и чередование более и менее поднятых участков в пределах водораздельных пространств. Нередко наблюдаются плоские участки, по которым можно судить о выровненном, платообразном характере исходной вершинной поверхности рассматриваемой возвышенности. Время ее формирования может быть определено по коррелятным отложениям у ее западного подножья, имеющим мио–плиоценовый возраст, кровля которых (по данным бурения) полого погружается на запад, во впадину тунисских шоттов [4]. Последняя – наиболее молодая, пятая в лестнице африканских поверхностей выравнивания Л. Кинга – имеет плиоценовый возраст [5]. О ранних этапах формирования поднятия практически нет данных, но есть указание Л. Кинга о том, что “в Северной Африке на периферии Гондваны гондванский и послегондванский циклы сливаются в одну средне- или верхнекайнозойскую поверхность выравнивания” [5, с. 176]. Так что не исключено более древнее заложение поднятия.

В эпоху орогенеза Атласской системы, несмотря на принадлежность к Африканской платформе, Ксур был вовлечен в поднятие и испытал повсеместное расчленение густой эрозионной сетью. “Последующее главное омоложение береговых моноклиналей в течение плио–плейстоцена образовало глубокие ущелья, расчленившие береговой хинтерланд Африки”, – эти слова выдающегося ученого прямо относятся к поднятию Ксур [5, с. 175]. Именно густая сеть современных вадий определяет скульптуру, геоморфологический ландшафт Ксур.

В пределах Туниса Ксур представляет куэстообразное, низкое, местами с мелкогорным и холмогорным рельефом поднятие с высотами 605–689 м абс. и протяженностью порядка 200 км. Ширина поднятия варьирует от 10–15 до 40–45 км. Как можно видеть на рис. 1, поднятие сложено верхнемезозойскими, морскими осадками: юрскими и меловыми песчаниками, известняками и мергелями, образовавшимися в мезозойском океане Тетис. Они залегают моноклиально, образуя выровненную, платообразную вершинную поверхность, под небольшими углами (до 3–5°) падая на запад и юго-запад (рис. 2).

В бортах вадий (сухих долин) в обнажениях большой протяженности в толщах мезозойских осадков изредка видны следы локальных пологих складчатых деформаций, напоминающих подводные оползни пологих склонов. Песчаники, известняки и мергели неоднократно повторяются в разрезах, причем каждый прослой имеет мощность порядка 2–2.5 м.

Насколько монотонно строение этого флиша, настолько сложна и необычна плановая организация слагаемого ими рельефа. Как отмечалось, в целом поднятие представляет крупную куэсту значительной протяженности, или суперкуэсту. Она обрывается 300-метровым тектоническим уступом на восток, в сторону низменной приморской равнины. По ряду признаков поднятие Ксур геоморфологически однородно с Крымскими горами: оно также обрывается тектоническим уступом в сторону морской впадины, падение слагающих его пород направлено в противоположную сторону; сложено флишем, наконец, также условно называется горами. Нельзя исключать и возможность формирования современного надвига поднятия Ксур на смежную с ним, расположенную восточнее равнину Джефара, что также напоминает Крым. Для Туниса куэсты вообще характерны. Они распространены по всей стране – от расположенного на крайнем севере Атласа до рассматриваемого поднятия на юге, и получили арабское название “корниш”, часто встречаемое на картах и употребляемое в обиходе.

Поверхность куэсты Ксур деформирована малоамплитудными проявлениями молодой тектоники: осложнена мягкими, слабо вдавленными впадинами и глыбово-блоковыми поднятиями. Границы между последними освоены системой сухих эрозийных долин – вади. Строение последних достаточно сложно и имеет различный характер по простиранию поднятия Ксур. Вади освоили зоны разломов и повышенной трещиноватости, оконтурили в пределах поднятия мозаику измененных эрозией тектонических блоков – обособленных массивов разного размера: от крупных, со стороной в 10–12 км до небольших островных гор. Подчеркнем: система вади полностью контролируется тектоникой: в пассивной форме трещиноватостью, в активной – блокообразованием (мало амплитудными подвигами блоков по разломам). По специфике планового эрозийного расчленения поднятие Ксур может быть разделено на три крупных участка. При более детальном рассмотрении морфологии входящих в состав участков массивов и характера границ между ними выясняется, что поднятие в плане не прямолинейно, а слегка извилисто за счет выдвигания и отступления ряда массивов от генерального субмеридионального – ССЗ направления оси поднятия.

Северный участок поднятия имеет ЗСЗ простирание и протягивается от г. Мелаб (354 м) в северной части до высоты 634 м и вади (уэда) Бу-Ахмед. На большей части участка вади формируются перпендикулярно (нормально) к водораздельной линии, выдвигая и распластывая веера рукавов на западной равнине подножий и отлагая конусы выноса на более низкой восточной приморской равнине. В северной части вади направлены на север, а в северо-восточной – крупный вади (уэд) Эль-Ферш впадает в зал. Габес у Каттаны. Между пос. Матмата и Замертен глубокая субмеридиональная сухая долина делит участок водораздельной приподнятой равнины на два массива.

Центральный участок имеет ВСВ простирание и располагается от истоков вади Бу-Ахмед до вади Семна. На западном пологом склоне долины ориентированы нормально к водоразделу. У подножия более крутого восточного склона сформирована система вади меридионального простирания, отделяющая от главного водораздела локальное поднятие протяженностью порядка 60 км – скальную монолитную гряду Татавин. В отличие от главного поднятия она сложена морскими породами триаса. Гряда асимметрична, является куэстой второго порядка и имеет молодой облик – слабо освоена эрозийной сетью (расчленена вади лишь в северной части). Верховья вади, например, в районе Ксар-Улед-Солтана представляют собой узкие меридиональные долины. В восточной части центрального участка плановый рисунок системы вади обозначает три крупных блоковых поднятия, соединяющие осевую часть поднятия Ксур и гряду Татавин.

Южный участок поднятия имеет СЗ простирание, расположен южнее вади Семна и прослеживается до границы между Тунисом и Ливией – до вади Эль-Орзот. Осевая линия здесь имеет необычное зубчатое строение в плане. В целом южный участок по характеру эрозийного расчленения более монолитен и менее асимметричен, чем предыдущие. Для него характерны сквозные вади, пересекающие поднятие в субширотном направлении.

Приведенные данные показывают, что поднятие Ксур значительно раздроблено разломной тектоникой, причем большинство нарушений освоено эрозией и наследуется системой вад. Мозаика тектонических блоков в пределах поднятия и его западного склона испытала преимущественно незначительные вертикальные и субвертикальные перемещения, по-видимому, с латеральной составляющей. О проявлении горизонтальных подвижек можно судить по зубчатому характеру водораздельной линии и ортогональному рисунку (по типу коленчатого вала) фронта отдельных впадин и участков западного склона поднятия. Восточный склон на значительном протяжении обрублен серией разломов и поднят по их системе на 300–400 м. На одном участке сформирована гряда Татавин, привлекавшая внимание наших предшественников. “Уступом высотой 300 м, увенчанным туронскими известняками, ступень (имеется в виду ступень Дахара, т. е. поднятие Ксур – В.Ч.) обрывается к низменности Джефара, в которой более устойчивые пласты образуют набольшую ступень Джебель-Тлаллет (430 м), снова крутым обрывом падающую к востоку, в сторону побережья залива Габес” [2, с. 195]. Далее Ф. Махачек сообщает о том, что ступень представляет собой крупную антиклиналь, в ядре которой обнажается германотипный триас. Наши наблюдения позволяют судить о том, что гряда Татавин является не пассивной денудационной ступенью, а молодым тектоническим поднятием, еще не полностью освоенным эрозионными процессами. Гряда напоминает крупный форберг на восточном склоне молодого тектонического хребта Монгольский Алтай на южном фланге Котловины Больших Озер в Центральной Азии; причем форберг в конечной стадии – поднятый на значительную высоту и причленившийся к основному поднятию. Не настаивая на его сейсмотектоническом происхождении, подчеркнем, что восточный склон поднятия Ксур не на всем протяжении выражен в рельефе единым высоким тектоническим уступом, что последний создан системой разрывных нарушений и что нарушения эти разновозрастны. Именно они в измененном виде транслировались в центральную часть поднятия, создавая неустойчивость в системе трещиноватости, нарушая целостность поверхностных отложений и создавая благоприятные условия для выхода на поверхность пресных грунтовых вод.

Поверхностные отложения песчано-лессовой формации и дефляционная скульптура

В трудах наших предшественников отмечалось, что вся область Ксур одета мощной толщей тонких красноцветных песков (хамри), частично сцементированных известковыми растворами. Действительно, они образуют специфическую песчано-лессовую формацию мощностью до 20 м., которая относится к так называемым “теплым” лёссам и к “перипустынным” лёссам, распространенным по периферии Сахары. Лёссы поднятия Ксур наряду с таковыми Марокко, Ливии и Египта образуют один из четырех лёссовых районов Северной Африки. Происхождение лёссов Ксур сахарское: тонкие пылеватые пески желто-красноватого цвета Большого Восточного Эрга в поднятии Ксур сменяются песчанистыми лёссами (рис. 3). Медианный диаметр лёссовых пород от Большого Восточного Эрга до вершинных частей поднятия Ксур изменяется от более 0.08 до 0.055 мм.

Особенности строения лёссовых отложений здесь изучаются с XIX в. Исследованиями европейских ученых (Rognon, Brun, Coude-Gaussen)[3] был установлен позднплейстоценовый возраст песчано-лессовой формации в районе Матматы и выделены в ее пределах три пачки: охристые лёссы с карбонатными конкрециями в основании, чередование красноцветных палеопочв с карбонатными лёссовыми отложениями в средней части и светло-бежевые лёссы с горизонтами палеопочв в верхах. Датирование по ^{14}C позволило судить об их возрасте: 35–70, 32–37 и 22–10 тыс. лет соответственно. Природные условия формирования пород песчано-лессовой формации в позднем плейстоцене были более гумидными, чем в современную эпоху, – скорее степными.

В голоцене природные условия в Северной Африке становятся аридными. Обобщение большого массива данных многих исследователей, датировавших голоценовые от-

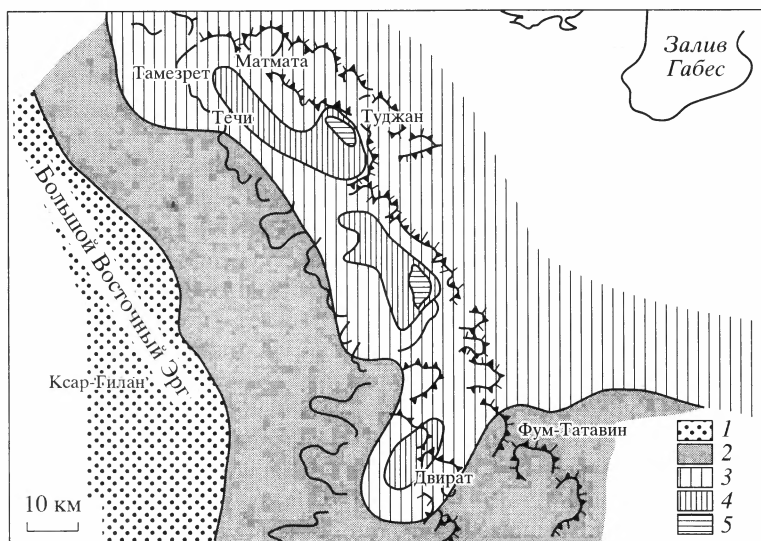


Рис. 3. Пространственное изменение медианного диаметра (Md , мм) зерен лёссовых пород плато Матмата (по Coudé-Gaussen) [3]

1 – $Md > 0.08$; 2 – $Md > 0.07$ (песчанистые лёссы); 3 – $0.065 < Md < 0.07$ (низкий гипсометрический уровень поверхности плато); 4 – $0.06 < Md < 0.065$ (участки плато высотой > 450 м); 5 – $Md < 0.055$ (верхний уровень плато с отметками > 550 м)

ложения внутриконтинентальных областей Северной Африки, позволяет выделить здесь две провинции: северную и южную, разделенные рубежом приблизительно 22-ой параллели с. ш. Большинство датировок получено термолюминесцентным методом и только отдельные – радиоуглеродным.

В южной провинции, объединяющей пустыни Марокко, Мали, Нигера, Республики Чад и Судана, эоловые пески впервые появляются около 15.5 тыс. л.н. В отдельных районах Нигера и Чада около 11.2 тыс. л.н. Для них было характерно трансконтинентальное развитие; 10 тыс. л.н. они отмечались лишь в Марокко и Мали, а примерно 3.6 тыс. л.н. – в Нигере. Около 3 тыс. л.н. эпизоды формирования песчаных эоловых отложений зафиксированы в отдельных районах Нигера, Чада и Судана, а 2 тыс. л.н. – в Мали. 1–0.7 тыс. л.н. эоловые песчаные отложения снова имели трансконтинентальное развитие, формируясь во многих районах Марокко, Мали, Нигера, Республики Чад и Судана.

В северной провинции Северной Африки (севернее 22° с. ш.), включающей пустыни Марокко, Алжира, Туниса и Египта, история голоценового песчаного осадконакопления была существенно иной. Около 15.2 тыс. л.н. в аридных областях Туниса формировались лёссовидные отложения, по кровле которых в интервале 15–14 тыс. л.н. были созданы покровы палеопочв. Примерно 11.6 тыс. л.н. эоловые пески отмечены в районах всех стран северной провинции; около 7.6 тыс. л.н. – лишь в одном районе Туниса, а 2 тыс. л.н. – в большинстве районов Марокко и Египта. Другим принципиальным отличием голоценовых отложений северной провинции является присутствие озерных осадков в трех областях Южного Туниса около 9 и 7 тыс. л.н.

В пределах поднятия Ксур голоценовые отложения залегают в днищах котловин и вади, они не образуют обнажений и не изучены. Об эволюции природных условий голоцена в пределах поднятия Ксур можно судить по строению осадков этого возраста в смежных шоттах.

Северо-западнее поднятия Ксур, на восточном фланге Северо-Африканской мульды расположены аккумулятивные, гипсометрически наиболее низкие засоленные равнины

с высотами порядка 20–40 м, периодически затапливаемые ливневыми водами. Они представлены крупными участками глинистых пустынь – шоттов Эль-Гарса, Эль-Джерид и Эль-Феджадж с абс. высотами поверхности днищ –17, –23; 30–39 и 23 м соответственно, заполняемыми солеными водами во влажный сезон и представленные такырами – в сухой.

В районе шотта Эль-Гарса были пробурены пять скважин, что позволило опробовать и проанализировать разрезы рыхлых отложений, для которых были получены датировки возраста термолюминесцентным методом. К.С. Свизи выделил в них семь горизонтов, различающихся по составу, строению и генезису. Из них пять горизонтов представлены песчаными эоловыми отложениями, а два нижнеголоценовых – озерными горизонтально-слоистыми осадками: а) древнее 12.2 тыс. лет – песчаниками и б) в интервале 10–8.5 тыс. л.н. – илами, увенчанными гипсовой корой с полигональной текстурой [4].

Сопоставление состава голоценовых отложений шотта Эль-Гарса и водораздельной равнины поднятия Ксур показывает: 1) сходство условий их формирования на границе с поздним плейстоценом и в раннем голоцене, 2) завершение “озерного периода” около 8.5 тыс. л.н. Таким образом, на протяжении голоцена во впадине туниских шоттов (по данным строения осадков шотта Эль-Гарса) преобладает накопление эоловых отложений, озерные осадки развиты эпизодически, морские отсутствуют.

Широкое распространение эоловых отложений в разрезе голоцена во впадине туниских шоттов свидетельствует о постоянстве проявления интенсивной дефляции в этом регионе в голоцене. Интенсивная ветровая деятельность особенно мощно активизировалась в пределах Большого Восточного Эрга и смежного поднятия Ксур в позднем плейстоцене и раннем голоцене в связи со смещением к югу Полярного фронта (согласно представлениям Роньона [6], которые мы разделяем). Мощная дефляция начала формировать обширное песчаное море Эрга. С ней же, по нашим наблюдениям, связана интенсивная площадная аридная денудация и моделировка системы вадии поднятия Ксур (689 м), углубление отдельных сухих долин, создание котловин выдувания в других и формирование песчаных массивов в третьих.

Антропогенное рельефообразование

Не менее важной причиной углубления днищ вадии в данном регионе является сельскохозяйственная деятельность человека: на протяжении последних 4–5 тыс. лет здесь возделываются оливковые плантации, требующие постоянной обработки почвы – углубления ее поверхности в одних местах и обвалования в других.

Иное происхождение имеет широтное понижение, ограничивающее поднятие Ксур с севера. Здесь наиболее восточный тунический шотт Эль-Феджадж открывается к заливу Габес узким линейным понижением. Оно неоднократно наводило на мысль о былом соединении шотта с морем, о существовании Палео-Сахарского морского бассейна и провоцировало французских исследователей соединить шотт с морем каналом, превратив его в крупный морской залив.

Шотт Феджадж отделяется от залива Габес проходом, или порогом Удрэф – линейным понижением с высотами 45–77 м. Напомним, в 1872–74 гг. Ф. Лессепс и И. Родэ предложили проект прокладки канала вдоль Удрэф с целью создания обширного рукотворного моря, против чего резко и обоснованно выступил А. Помель. Если первые исследователи обосновывали проект эволюционными аналогиями – неоднократным соединением шоттов с морем в древности и рассматривали впадины алжиро-туниских шоттов как реликты обширного древнего сахарского моря, то второй – геолого-геоморфологическими данными доказывал невозможность существования пролива Удрэф. Научное сообщество согласилось с мнением А. Помеля, признало существование сахарского моря утопией и проект сооружения канала – невозможным. Об этой проблеме нет упоминаний в трудах и учебниках XX в., даже у такого эрудита, каким был Э. де-Мартонн. Однако после Второй мировой войны генерал Ф.М. Леклерк снова выступил с

проектом сооружения канала – рукотворного пролива. Вскоре Тунис получил независимость, и дорогостоящий проект был отложен.

Споры по широкому кругу вопросов, связанных с сахарским морем, продолжались в научной аудитории. Во впадине шоттов была обнаружена морская фауна среднеплейстоценового возраста. Рассматривались две гипотезы: существование в плейстоцене изолированного морского внутриконтинентального бассейна и обширной лагуны. В Ливии, в вадии Аш-Шати были обнаружены среднеплейстоценовые отложения с морской фауной *Cardium*. Детальные исследования района Удреф были проведены в 1989 г. тунисским исследователем Х.Б. Оудзу, который убедительно доказал невозможность стока морских вод через порог, показав, что ни особенности современной тектоники, ни геолого-геоморфологическое строение района прохода не позволяют допустить такую возможность. Находки *Cardium* он объяснил заносом раковин с морского побережья птицами [7].

Наши наблюдения выявили значительную роль линейной дефляции и антропогенных изменений в моделировке понижения Удреф. Прежде всего, приведенные выше данные о строении голоценовых отложений шотта Эль-Гарса исключают возможность проникновения морских вод во впадину шоттов. Нами исследован и иной вариант этой связи. Наряду с проходом Удреф между впадиной шоттов и зал. Габес расположены ныне глубоко врезающиеся крупные вадии Зигзау и Акарит широтного простирания, вдоль которых могли существовать проливы. Наши наблюдения показали, что в формировании этих долин существенную роль сыграло строительство многочисленных оборонительных сооружений на протяжении 4000 лет, начиная с глубокой древности, особенно интенсивные в эпоху Римской империи и во Вторую мировую войну. Вдоль вадии издревле создавались преграды набегаем агрессивных жителей Северной и Центральной Африки: их днища периодически углублялись, превращаясь в непроходимые широкие рвы, на бортах насыпались оборонительные валы, строились стены, возводились другие фортификационные сооружения.

Перед Второй мировой войной вдоль вадии Марет французскими военными инженерами была создана линия укреплений по типу линии Мажино на востоке Франции – самостоятельный укрепрайон. В процессе его строительства днище вадии Зигзау на значительном протяжении углублялось, временно заполнялось водами, что делало невозможным прорыв танковых соединений с юга. На северном борту вадии Зигзау были созданы капитальные железобетонные укрепления и огневые точки, выбранные при рытье их котлованов рыхлые техногенные отложения увеличили высоту бровок и смежных участков водораздельной равнины. Огромную роль в разрушении, перераспределении и перемешивании поверхностных отложений в зоне влияния укрепрайона играли обширные, постоянно подновлявшиеся минные поля [8]. Был создан и испытан грандиозные разрушения военными действиями более контрастный и расчлененный антропогенный рельеф вадии, но даже он не давал возможности стоку морских вод во впадину шоттов.

В заключение рассмотрим наиболее древний, начавший формироваться в бронзовом веке антропогенный рельеф водораздельной части поднятия Ксур. Как отмечалось выше, преобладающим типом поверхностных отложений здесь являются уплотненные, слабо сцементированные известковыми растворами тонкие хорошо сортированные пески и лёссы с несколькими горизонтами палеопочв. Они облекают поверхность водораздельных равнин и выполняют водораздельные впадины и котловины в пределах осевой зоны поднятия. Рельеф понижений резко отличается от рельефа смежных поднятий. В днищах понижений он представлен участками крутосклонного, плохо организованного мелкосопочника эрозионно-дефляционного генезиса и многочисленными суффозионными западинами разной формы и глубины. По периферии котловин развит бедленд. Таких впадин в пределах поднятия Ксур несколько, их характерными представителями являются две: Матмата и Ченини. По характеру их расчленения можно судить о длительности и интенсивности антропогенных воздействий, полностью изменивших исходный рельеф понижений и создавших необычный, но типичный для этих районов ландшафт.

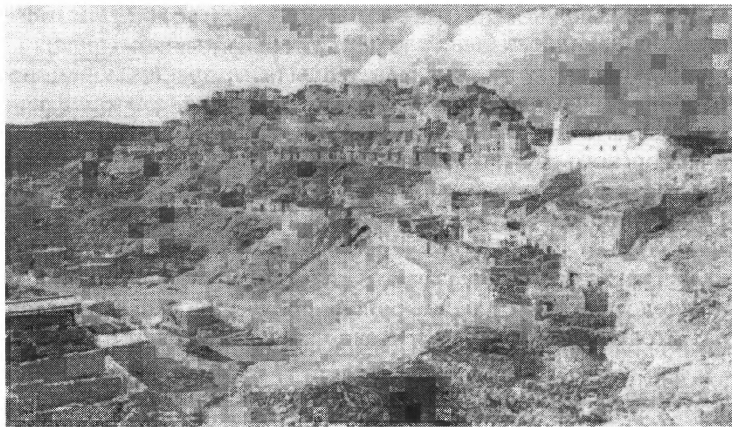


Рис. 4. Подземные жилища во впадине Ченнини на нескольких уровнях (фото автора)

Впадина Матматы расположена на северной окраине поднятия, она незначительно вдавлена в снижающуюся к северу его водораздельную поверхность. В ней на протяжении 4000 лет жили троглодиты, которые создавали подземные жилища в склонах холмов и днищах понижений, в обрывах искусственно созданных крутосклонных кратеров в толще песчано-лессовой формации; использовали каждый квадратный метр земли в днищах вад, перегораживая их многочисленными плотинами для улавливания скудных и редких атмосферных осадков. Первичный равнинный рельеф впадины был деформирован и полностью преобразован: на его месте созданы антропогенные холмы, мелко-сopочник и бедленд.

Впадина Ченини (рис. 4) расположена южнее, в осевой наиболее поднятой части поднятия Ксур, сформирована в пределах одного из его высоко поднятых блоков и характеризуется значительной глубиной – до 200 м. По сравнению с впадиной Матмата здесь наблюдается максимальная плотность подземного освоения – своеобразной подземной “застройки”. Для сооружения жилищ во все времена использовались слои мягких мергелей, а крышей и полом служили пласты твердых известняков и песчаников. В районе Ченини деятельностью человека изменено все: днище впадины и вад, склоны, перевалы, отдельные участки водораздельных, весьма неровных здесь пространств. Антропогенные воздействия приводили к сведению пустынной растительности, разрыхлению и перемешиванию поверхностных отложений, что способствовало выносу огромных масс тонкого материала сильными ветрами.

Заключение

Поднятие Ксур – крупная куэста с исходной платообразной поверхностью, сильно расчлененная сетью вад и современным мелкогорным рельефом – было создано в плиоцене–раннем плейстоцене, на протяжении плейстоцена испытало поднятие и эрозийное расчленение.

История формирования поднятия Ксур неразрывно связана с динамикой песков самого северного в Африке песчаного моря – Большого Восточного Эрга.

В результате преобладающего западного переноса и выноса эолового материала из Большого Восточного Эрга на восток в позднем плейстоцене на водораздельной поверхности поднятия Ксур сформировалась толща тонкозернистых лёссов с серией из пяти палеопочв.

На протяжении голоцена поднятие испытало длительную и интенсивную дефляционную моделировку, о чем свидетельствует преобладание голоценовых эоловых песчаных осадков в разрезе впадины тунисских шоттов (на примере шотта Эль-Гарса), и повсе-

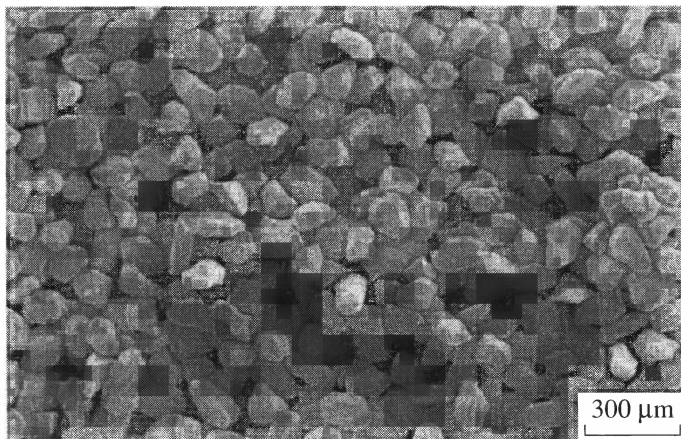


Рис. 5. Микрофотография тонкозернистых песков, взятых автором у Ксар-Гилана (фото на сканирующем микроскопе сделано А.А. Гольевой)

местное развитие дефляционного рельефа на водораздельной поверхности, склонах и днищах вадии поднятия Ксур.

В голоцене сыпучие пески Большого Восточного Эрга пять раз наступали на впадину, что свидетельствует об устойчивом характере климатического опустынивания.

На фоне климатического опустынивания на протяжении последних 4000 лет постепенно, но неравномерно активизировались процессы антропогенного опустынивания. Особенно мощно они проявились дважды: в древности – в эпоху Римской империи и в эпоху колониализма XIX–XX вв. Основные разрушения были связаны с распашкой песчаных земель под плантации зерновых, созданием и эксплуатацией огромных плантаций оливковых деревьев, требующих периодического обновления поверхности грунта; интенсивной дорожной деструкцией, гражданским и фортификационным строительством. Особенно важную роль в антропогенном преобразовании поднятия Ксур и смежных с ним равнин сыграло строительство подземных жилищ коренным местным населением.

Еще полностью не оценены природные последствия многочисленных военных действий. Первые полученные автором результаты показывают, что в местах наиболее крупных битв с древности по XX в. включительно масштабы последних превышают размах антропогенного воздействия в мирные эпохи [9].

Наибольшее впечатление на автора произвели рукотворные пески северной части Большого Восточного Эрга, которыми занесены развалины древних строений, римских лагерей, оросительных систем, масличных давлений и проч. На неровной поверхности огромной песчаной пустыни лишь изредка встречаются каменные обломки минувших эпох. Песок покрыл все. Потеря информации здесь весьма значительна. Однако некоторые сведения о длительности ветровой деятельности отразились в морфологии песчаных зерен. На рис. 5 показаны песчаные зерна, взятые автором из песков Большого Восточного Эрга у Ксар-Гилана. Они представляют в контексте рассмотренных в статье вопросов чрезвычайный интерес.

1. Все они очень мелкие.
2. Очень плохо окатаны, несмотря на свое, несомненно, эоловое происхождение.
3. Поверхность большинства обломков изобилует сколами, ямками, гранями.
4. Практически все зерна покрыты железистой и марганцевистой пленкой.

Совершенно ясно, что они заслуживают специального изучения. Пока же можно судить об их чрезвычайно длительном перевевании и о многочисленных соударениях с другими зернами, об истачивании граней более тонким материалом и о значительном удалении осадков от источников питания.

Опыт изучения аспектов антропогенного преобразования поднятия Ксур и прилегающих к нему аридных равнин показывает важность и необходимость более широкого использования древних исторических документов и описаний (Геродот, Полибий, Аппиан и др.), карт, дорожников, а также поисков необходимых данных в современных публикациях ненаучного содержания, например, из художественной литературы. В прекрасном историческом романе Г. Флобера “Саламбо” с документальной точностью воссоздана природа Туниса времен 2000-летней давности: положение береговой зоны, древних приморских озер, характер дорожной сети, размах и масштабы городского строительства, приведены описания наиболее крупных городов Утики и Карфагена и многое другое. Доскональное знание писателем состава животного мира той эпохи вызывает изумление. В частности, он сообщал о том, что на всей территории Туниса лвы в то время водились в таком количестве, что жители, чтобы отпугнуть новых, распинали хищников на крестах. Конечно, писатель писателю рознь. Обстоятельные исторические данные, имеющие научное значение, Г. Флобер почерпнул во время специально задуманного и совершенного им путешествия по Тунису и Алжиру для сбора материалов запланированной им “Саламбо” [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тунис*. Научно-справочная карта м-ба 1:1000000. Омск: Роскартография, 2004. 1 л.
2. *Махачек Ф.* Рельеф Земли. Опыт регионального морфологического описания Земли. М.: Изд-во иностр. лит., 1961. Т. II. 703 с.
3. *Любимцева Е.Ю.* Лёссовые породы Африки. Лёссовые породы плато Матмата // Лёссовый покров Земли и его свойства. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 123–133.
4. *Swezey C.K.* Structural controls on Quaternary depocenters within the Chotts Trough region in southern Tunisia // *J. of African Earth Sci.* 1996. V. 22. P. 335–347.
5. *Кинг Л.* Морфология Земли. Изучение и синтез сведений о рельефе Земли. М.: Прогресс, 1967. 559 с.
6. *Rognon S.Z.* Evolution du relief et paleoclimats depuis 40 000 ans sur bordure nord du Sahara // *Rev. de Geogr. Phys. et Geol. Dynamiq.* 1976. V. 203 (18). P. 251–282.
7. *Ouezdou H.B.* On the Hypothesis of the Saharian sea // *C.R. Acad. Sci. Paris.* 1989. T. 308. Serie II. P. 767–772.
8. *Шмидт Х.В.* С Роммелем в пустыне. Африканский танковый корпус в дни побед и поражений 1941–1942 годов. М.: Центрполиграф, 2004. 335 с.
9. *Чичагов В.П.* Проблема разрушения аридных равнин дорожной и военной дигрессий // *Геоморфология*. 2005. № 4. С. 10–24.
10. *Флобер Г.* Саламбо. М.: ЭКСМО, 2005. 279 с.

Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию
13.06.2006

ARID KSUR HEIGHTS IN THE NORTH AFRICA: EROSION AND EOLIAN MORPHOSCULPTURE, CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC DESERTIFICATION

V.P. CHICHAGOV

S u m m a r y

The Ksur heights are situated between Great Eastern Erg and Gabes bay in the North Africa. The beginning of the tectonic uplift is dated to the Pliocene-Early Pleistocene, upward movements continued during the Pleistocene when erosion dissection took place. In the Holocene the Ksur heights underwent strong deflation. The new data on distribution of the Holocene eolian deposits in the North Africa and in the depression of Tunis shotts (the El'Garsa shott as an example) are discussed. Of seven Holocene layers of the El'Garsa shott five are eolian, which indicates long and intensive deflation within the Great Eastern Erg and western slope of Ksur heights.

The questions of anthropogenic relief formation are discussed in details. Two stage of man-induced destruction may be distinguished: the epoch of Rome and the colonial period in the XX and XXI century. The impact of hostility may (in places) overpass the relief destruction during peace periods. The importance of war action for the arid regions destruction is emphasized.