

## ПРОБЛЕМА ПЕНЕПЛЕНОВ И ПЕДИПЛЕНОВ НА ПРИМЕРЕ РАВНИН СЕВЕРО-ЗАПАДА АФРИКИ

### Введение

Проблема поверхностей выравнивания и кор выветривания и ее основа учение о пенеппленах и педиментах составляет один из краеугольных камней фундамента современной геоморфологии. Во второй половине XX в. в мировой науке, особенно в отечественной, произошел бурный всплеск интереса к этой проблеме. Мировое геоморфологическое сообщество проводило изучение поверхностей выравнивания в различных регионах Мира, в различных природных условиях.

Учение В.М. Дэвиса [1–6] о пенеппленах – континентальных “почти равнинах”, формирующихся “сверху”, к середине прошлого столетия прочно вошло в практику геологов и геоморфологов, тогда как представления о педиппленах, как заключительной стадии формирования педиментов практически не использовались, несмотря на то, что они возникли почти одновременно с представлениями о пенеппленах [7]. Механизм отступления склонов параллельно самим себе был известен уже в 20-е годы прошлого века благодаря трудам В. Пенка [8], но честь введения в науку учения о педиппентах принадлежит Л.С. Кингу [9].

В нашей стране впервые представил и начал разрабатывать эту проблему второй из авторов предлагаемой статьи. В докладе “Педиппенты”, прочитанном им осенью 1955 г. на заседании Геоморфологической Комиссии Московского филиала Географического общества СССР, были рассмотрены основные вопросы формирования денудационных равнин путем параллельного отступления склонов. Поставленная и рассмотренная в докладе проблема формирования педиппентов вызвала огромный интерес и понимание перспективности ее разработки в кругу отечественных геоморфологов. Она сопровождалась всплеском исследований по смежной проблеме формирования склонов. Актуальность нового научного направления к этому времени буквально “стучалась” в дверь геоморфологической науки, о чем позволяют судить работы Б.Л. Личкова [10–12], И.П. Герасимова [13], К.К. Маркова [14] и др. Во время и после Великой Отечественной войны появился ряд новых материалов по формированию поверхностей выравнивания. Страстный пропагандист учений В.М. Дэвиса и В. Пенка М.В. Пиотровский выступил с прогрессивными работами по поверхностям выравнивания Нижнего Поволжья и по теоретическим вопросам денудационного рельефообразования [15–18]. Набирало силу и оформлялось учение о морфоструктуре. Сотни геоморфологов страны, начиная с И.П. Герасимова и Ю.А. Мещерякова, развернули изучение этих объектов в различных регионах и получили новые оригинальные данные. Последние были проанализированы и обобщены в монографии одного из авторов [19].

Основными научными итогами разработки рассматриваемой проблемы были “Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР м-ба 1 : 2500000” и одноименная монография [20–21], а также “Геоморфологическая карта СССР м-ба 1 : 2500000” [22]. В подготовке наиболее крупных обобщающих трудов большую роль играли Институт географии и Геоморфологическая Комиссия АН СССР. Последняя провела ряд всесоюзных и международных конференций, из которых наиболее результативными были XI Пленум Геоморфологической Комиссии АН СССР в Иркутске в 1970 г. и весьма представительная международная конференция по проблеме поверхностей выравнивания в Ленинграде в 1976 г. [23, 24].

Представления о теории формирования педиппентов разделялись не всеми отечественными геоморфологами. Открыто никто не выступал против взглядов на формирование педиппентов в классическом понимании Дж. Мак-Ги [7], В.М. Дэвиса [4–6],

А. Болига [25–27] и Л. Кинга [9], но с сомнением относился ряд ученых. Но И.П. Герасимов, выслушав доклад Д.А. Тимофеева о педиментах осенью 1955 г. на заседании отдела геоморфологии не поддержал его инициативу и даже запретил ему выступать на эту тему в широкой научной аудитории. Поэтому Д.А. Тимофееву пришлось выступать в ВГО в качестве члена общества. Позже И.П. Герасимов, ознакомившись с педиментами Северной Африки, неоднократно обращался к авторам настоящей статьи с предложением высказаться по проблеме педиментов в целом, и о соотношении педиментов и гласисов, в частности о происхождении чинков Устюрта. И, получив ответ авторов о развитии педиментов в основании чинков по типу гласисов – педиментов в глинистых породах, высказывал сомнения.

В молчаливой оппозиции находился С.С. Воскресенский. Но был вынужден включать раздел о педиментах в курс лекций по динамической геоморфологии на географическом факультете МГУ. На этот раздел он отводил всего два академических часа, приглашая авторов поочередно читать лекцию “Педименты”.

С годами интерес к рассматриваемой проблеме педиментов стал постепенно затухать. Наиболее дискуссионными, нерешенными к началу XXI в. аспектами рассматриваемой проблемы, к которой авторы вновь обращаются по прошествии полувека, остаются вопросы о поведении поверхностей выравнивания в разных морфоструктурных условиях; сохранности древних поверхностей выравнивания; скоростях формирования поверхностей выравнивания; о специфике формирования поверхностей выравнивания в различных морфоклиматических зонах и поясах; о пространственных и возрастных взаимоотношениях пенеппенов и педипленов.

### **Строение и происхождение равнин северо-запада Африки**

В западной части Средиземноморского альпийского пояса основную роль в формировании структурной основы современного рельефа играет молодой ороген Атласа плиоцен-четвертичного возраста. В его пределах находится марокканский – наиболее сложно построенный регион Атласской горной системы. В его состав входят крупные поднятия Рифа, (Рифского Атласа) Среднего и Высокого Атласа и Антиатласа, а также комплекс интересующих нас аккумулятивных и денудационных равнин (рис. 1).

Геология, гидрогеология и геоморфология в целом и генезис и механизмы формирования поверхностей выравнивания в марокканском регионе долгие годы изучались плеядой замечательных французских ученых (П. Биро, А. Болига, А. Гильшера, Ж. Дреша, Ф. Жоли, А. Кайё, Р. Капо-Рея, Эм. Де-Мартонна, Ж. Сюре-Каналь, Ж. Трикара, А. Шоллея и др). Они выделили здесь фрагменты откопанного докембрийского денудационного уровня, постгерцинского пенеппена; обширного, пользующегося региональным развитием эоценового (предгаммадского) пенеппена, олигоценовой преимущественно аккумулятивной поверхности выравнивания и комплекса плиоцен-четвертичных локальных денудационных равнин [9, 28–32].

Западная часть Атласской горной системы характеризуется орографической сложностью, включением двух молодых платформ – микроплит; развитием ледников и снежников в Высоком Атласе; постоянной речной сетью; резкой асимметричностью распределения атмосферных осадков: северо-западная, предатласская половина страны получает от 200 до 1000 мм/год, тогда как юго-восточная, заатласская всего 200–100 мм и менее; значительной ролью подземного стока; широким развитием пород известняковой формации; горизонтальным залеганием слагающих равнины пород широкого возрастного диапазона – от конца палеозоя до конца позднего мела – альба (своеобразная региональная формация интерконтиненталь). Регион пережил этап доророгенного плиоценового выравнивания. Практически не деформированными тектоническими движениями остались озерные равнины в нижнем ярусе рельефа и одно-возрастная с ними водораздельная поверхность выравнивания.

В современных климатических условиях и в состоянии повышенного и возрастающего антропогенного пресса на равнинах Марокко господствуют аридные условия.

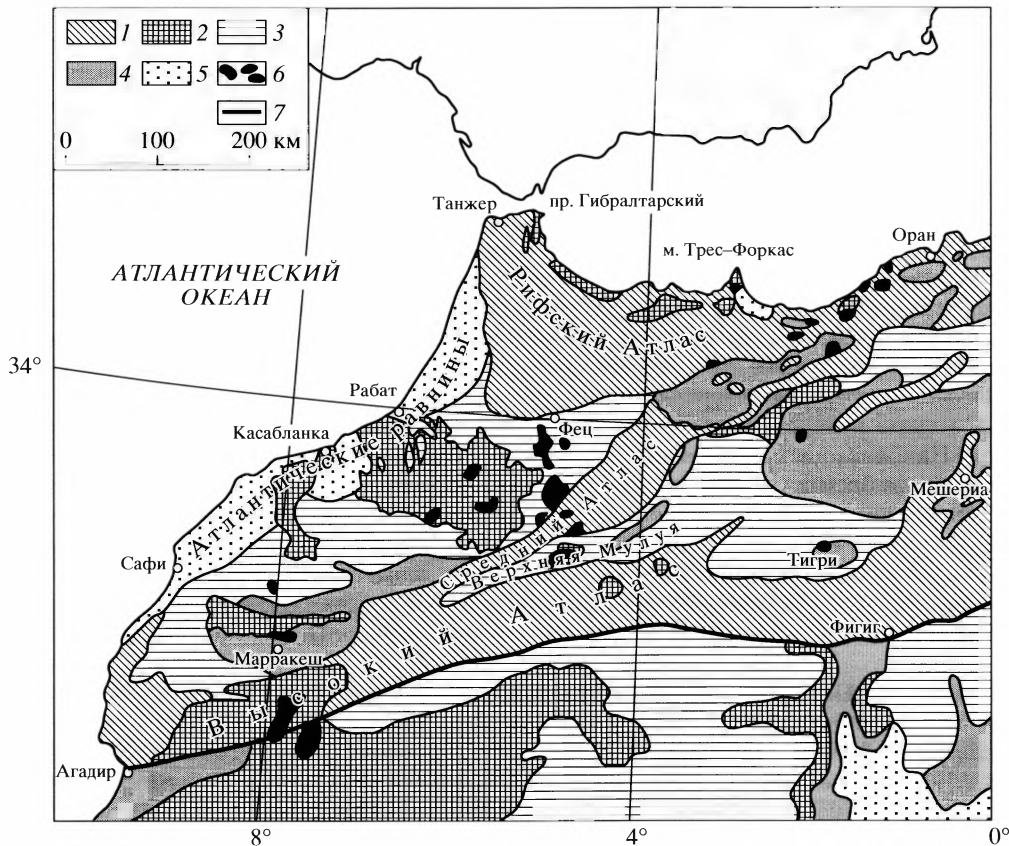


Рис. 1. Схема орографии и основных черт рельефа западной части Атласской горной системы (по [30])  
 1 – орогенные альпийские поднятия Атласа, 2 – равнинный рельеф области древнего до- и палеозойского фундамента, 3 – столовые поднятия и плато, 4 – аллювиальные равнины, 5 – золотый донный рельеф, 6 – позднекайнозойские вулканы, 7 – границы альпийского орогена – поднятия Атласа

Однако первичная природа и экзогенное рельефообразование страны были существенно иными. Весь север был гумидным или семигумидным и полностью покрыт средиземноморскими лесами [33, 34]. В настоящее время лесная растительность значительно деградировала и имеет вторичный облик. Гумидные равнины остались в Гарбе и частично в районе Феса – Мекнеса.

### Равнины Рифа

Равнины, окружающие хр. Риф, различны по размерам, морфологии и происхождению. На севере преобладают позднеплейстоценовые аллювиально-морские равнины. Внутригорные равнины Тетуана и Шавена занимают впадины субширотного простирания, сложенные позднеплейстоценовым и голоценовым аллювием. Одновозрастная равнина внутригорной впадины среднего течения вади Гис имеет озерный генезис.

Особенность региона Рифа – молодая вулканическая и поствулканическая деятельность. Главный город Северного Марокко Тетуан расположен на травертиновой платформе, сформированной на толще аллювиальных глин.

В пределах предгорной зоны Южного Рифа приподнятые возвышенности чередуются с равнинами впадин, выполненных третичными отложениями. Наиболее крупная

равнина Гарет окаймляет Риф с востока. Она сформирована на междуречье рр. Керта и Мулуи в пределах низкой столовой страны, сложенной горизонтально залегающими мезозойскими и третичными отложениями. Рельеф междуречья формируется в области мощного межгорного осадконакопления этапа интенсивных поднятий Рифа [35]. Плоские молодые аккумулятивные равнины, развитые в среднем течении Керта имеют докольное строение, сформированы по кровле неогена. Они имеют облик молодого пенеплена: часто встречающиеся невысокие куполообразные поднятия чередуются с выполненными рыхлыми отложениями котловинами. Отдельные из них, типа Герруау, имеют значительные размеры и плоское днище. Вади неглубоко врезаются в поверхность широких древних долин, выполненных мощным аллювием. Низкие поднятия водораздельных равнин утопают в рыхлых отложениях. Равнины района Гарет характеризуются аридной скульптурой. Это – молодой аридный пенеплен.

Западнее Гарета, на левобережье р. Себу расположена равнина Мамора – денудационное низкое плато с высотами 300–400 м, сложенное четвертичными и плиоценовыми рыхлыми песками, залегающими на плотных миоценовых глинах.

### **Равнины Предрифа**

Плоские, волнистые и холмистые участки равнин атлантической предгорной зоны Рифа – Предрифа осложнены низкими, пологосклонными поднятиями, островными горами и изолированными холмами. Эти локальные поднятия возвышаются над плоской аккумулятивной поверхностью, сложенной разновозрастными мергелями и глинами. Начавшееся в конце эоцена складкообразование закончилось в конце миоцена. Молодой тектонический орогенный рельеф Рифа на протяжении плиоцена испытал мощное выравнивание по типу пенеплена, и срезанные денудацией пикативные структуры были перекрыты мощной толщей глин и мергелей, выполнившей весь район между Сук-Эль-Арбаа-Эль-Гарб и проходом Тазы.

Наиболее представительны равнины Гарба – аккумулятивные в приокеанической части и денудационные в восточной. Несмотря на значительный денудационный срез в современном рельефе сохранились антиклинальные поднятия в виде пологосклонных возвышенностей Надор, Утита, Кеф, Тсельфат и Залат с высотами 500–700 м, и только массив Зегун (Мулай-Идрис) достигает высоты 1200 м. Большую часть равнины Гарба занимает плиоценовая морская равнина с останцовыми холмами красных песчаников. Ее современная поверхность испытала длительное сельскохозяйственное освоение – выравнивание и может рассматриваться как своеобразный антропогенно-природный пенеплен.

Равнина нижнего течения р. Себу открыта в сторону Атлантического океана и протягивается на 60 км с севера на юг и 90 км с запада на восток. С севера обрамлена зоной холмов Гарба, на юге граничит с равниной Бехта и Птижана. В доколе равнины залегают мергели и глины позднего плиоцена, чехол слагают преимущественно песчаные аллювиальные и морские отложения от виллафранка по голоцен включительно.

Большую часть бассейна среднего течения р. Себу занимает обширная центральная равнина, наследующая крупный плиоценовый пресноводный бассейн. В кровле озерных осадков залегают известняки, перекрытые аллювиальными отложениями стекавших со Среднего Атласа рек. Равнина разделяется невысоким погребенным порогом на две части: равнину Феса или Саиса с высотами около 400 м и полого наклонное плато Мекнеса. На юге центральная равнина постепенно повышается до 900 м и приключается к обрыву плато Среднего Атласа высотой в 100 м.

Плато Мекнеса сложено плиоценовыми озерными известняками, конгломератами, песчаниками, а также песками – отложениями дельты большой плиоценовой реки, которая пересекала центральную равнину и впадала в Атлантический океан. Почти

плоская, местами очень полого волнистая поверхность плато, осложнена двумя невысокими уступами. Первый соответствует флекуре в районе Айн-Корруба, второй отделяет расположенное на юго-востоке плоскогорье Эль-Хаджеб.

Между бассейном Себу, горами Атласа и Атлантическим океаном расположена самая крупная равнинная территория – Марокканская Месета, подразделяющаяся на прибрежную и центральную равнины. Прибрежная равнина на участке между Рабатом и Эс-Сувейрой полого поднимается на восток и причленяется к основанию 100-метрового уступа центрального плато. Она сложена преимущественно плейстоценовыми аллювиальными и морскими осадками. Рельеф центральной зоны пересеченный, исходно равнинный, ограничен с запада Прибрежной равниной, с востока Средним Атласом, с севера бассейном Себу и с юга равниной Марракеша. Имеет ступенчатое, ярусное строение. Основная исходная плоская поверхность – меловое плато Сеттат с высотами 700 м, отделенное от Среднего Атласа равниной Тадла. Плато сложено известняками, имеет слабо волнистую денудационную поверхность типа молодого пенеплена. Сильно закарстованно, на западе обрывается к приморской равнине высоким уступом.

В пределах центральной зоны по морфологии и генезису различается ряд локальных равнин, отличающихся исходным и современным рельефом: Палеозойская Месета, равнина Шауйа, плато Абда-Дуккала, Фосфоритовое плато, плато Бени-Мусса и Бени-Амир, Марракешская Хауса, Бахира, Могадорская равнина и равнина Марракеш.

Палеозойская Месета – серия ступенчатых равнин атлантического побережья на отрезке между городами Рабат и Касабланка. От береговой зоны океана последовательно сменяют друг друга низкие и высокие морские террасы, а также зона холмов и холмогорий с высотами 300–500 м. Занимает западную, внешнюю часть Марокканской Месеты между южно-рифским проходом на севере, выполненным неогеновыми отложениями, и меловым и эоценовым (Фосфоритовым) плато на юге. Палеозойская Месета состоит из двух существенно различных частей: Центрального Марокканского герцинского массива с низкорным и холмистым рельефом и Прибрежной Месеты с выровненным, денудационным столовым рельефом. Равнины Прибрежной Месеты сложены комплексом миоценовых, плиоценовых и четвертичных песчано-известняковых пород, залегающих с размывом на пенепленизированной поверхности палеозоя – откопанном постгерцинском пенеплене.

Равнина Шауйа расположена вдоль побережья океана между уэдом Меллах на севере и уэдом Умм-эр-Рбия на юге. Это монотонная плоская, полностью антропогенно измененная низменность с несколькими цепями песчаных дюн – ульджа – вдоль побережья. С востока к ней примыкает более высокая, сложенная четвертичными и плиоценовыми песчано-глинистыми отложениями и песчаная равнина Беррешид.

Плато Абда-Дуккала представляет южный блок Марокканской Месеты, подразделяется на две области: внутреннюю – собственно Марокканскую Месету с высотами 400–500 м с низкорными массивами Рехамна, Муиссе, локальными плато Каид-Тунси, Мталь, Ганитур и внешнюю, более низкую Месету (300–400 м). Внешняя Месета включает в свою очередь две равнины: морскую – Сахель с вытянутыми параллельно берегу полосами дюнного рельефа и песчаных или песчанистых береговых валов и континентальную равнину Абда-Дуккала – крупную, плоскую, сложенную суглинками денудационную равнину природно-антропогенного генезиса.

История формирования равнины Абда-Дуккала начинается с создания древнего постгерцинского пенеплена по поверхности сильно дислоцированных палеозойских пород и образования чехла залегающих горизонтально мезозойских, третичных и четвертичных отложений. Альпийская складчатость выразилась в создании тектонической ярусности современного рельефа. Наибольшие высоты приурочены к расположенному на востоке палеозойскому массиву Рехамна. Его основание окружают меловые плато Каид-Тунси, Мталь и Ганитур. К их подножиям примыкает крупное, одновысотное плато прибрежной Месеты, покрытое мощным плащом поверхностных суглинков. На

большей части оно плоское, только в Сахеле появляются прибрежные песчаные гряды и холмы морского и эолового происхождения.

Фосфоритовое плато занимает сравнительно узкую полосу океанского побережья между низовьями уэдов Бу-Регрег и Умм-эр-Рбия; отличается сложным строением, объединяя локальные плато Сеттат, Бен-Ахмед, Хурибга, Уэд-Зем, Гиссер и Эль-Борудж. Все плато сложены комплексом горизонтально залегающих на палеозойском цоколе осадочных меловых и эоценовых отложений – осадков эоценового Фосфоритового моря [35].

Низкое плато Бени-Амир – Бени-Мусса занимает бассейн среднего течения уэда Умм-эр-Рбия, располагаясь соответственно на его право- и левобережье, и практически всю территорию равнины Тадла. Протяженность плато 70, ширина – 40 км. Оно находится в крупной широтной депрессии между Фосфоритовым плато на севере и Высоким Атласом на юге. Характеризуется аридным климатом.

Геологическое строение равнин право- и левобережья неодинаково. Правобережная равнина Бени-Амир с поверхности сложена маломощным несплошным покровом молодых суглинков, залегающих на виллафранкских отложениях. Равнина Бени-Мусса на левобережье уэда – поверхностными позднеплейстоценовыми красными суглинками с мощностями до 50 м. Суглинки подстилаются мощной толщей древнечетвертичных конгломератов, суглинков, мергелей и розовых известняков.

Асимметрия Бени-Амир и Бени-Мусса имеет длительную предисторию. На правобережье, в пределах области опускания между Месетой и Атласом – синклинали Тадла, с понтийского века до конца виллафранка существовало крупное озеро, на дне которого отлагались мощные толщи конгломератов, песчаников, мергелей и известняков. К концу виллафранка озеро обмелело, и созданная им равнина была поднята. На левобережье происходило продолжающееся поныне устойчивое опускание. Здесь на протяжении четвертичного периода в небольших озерах накопилась толща конгломератов, мергелей и суглинков с прослоями известняков общей мощностью 150 м. Современная заболоченная равнина уэда Эль-Ариш скорее всего является реликтом плиоценового озера Тадла. По периферии равнины под серыми суглинками мощностью 20–50 см залегает горизонт черных плотных озерных известняков позднеплейстоценового – фландрского возраста. Болотный ландшафт здесь маркирует область наибольшего прогибания расположенной вдоль Атласа зоны современного погружения, унаследованного с глубокой древности. Долина Умм-эр-Рбия совпадает не с осью синклинали Тадла, а с плиоценовой прадолиной, сформированной в обсыхавших осадках спущенного древнего озера в конце виллафранка, когда асимметрия синклинали не была так сильно выражена, как ныне.

В геоморфологическом отношении плато Бени-Амир и Бени-Мусса отличаются от расположенных севернее и рассмотренных выше равнин: у подножий Высокого Атласа появляются короткие крутые педименты.

Марракешская Хауса – крупная широтная депрессия протяженностью 200 км, в центре которой расположен г. Марракеш. Цоколь равнины сложен мезозойскими и палеозойскими породами. На их пенепленизированной поверхности эоценового возраста залегают озерно-речные мергели, известняки и конгломераты мощностью 300–600 м, сменяющиеся кверху плотными и уплотненными конгломератами, песчанистыми мергелями и озерными известняками виллафранка общей мощностью до 100 м. Характер рельефообразования аридный.

Аридная равнина межгорной впадины Бахира расположена к востоку от Марракешской Хаусы. В плане имеет вид асимметричной линзы, длинная широтная ось которой имеет протяженность 100–110 км, короткая, меридиональная – 20 км. Равнина находится в центральной части впадины. Цоколь ее – дислоцированные и метаморфизованные породы палеозоя; на севере поле меловых и эоценовых осадочных пород, в центре – неогеновые осадки. Большую часть равнины покрывают древние четвертичные коры и суглинки.

Могодорская равнина находится в пределах одноименной синклинали, продолжается равнину Марракешской Хаусы на запад, к Атлантическому океану. Рельеф равнины создан в плиоцене и в плейстоцене испытал экзогенную моделировку аридными процессами. Образовалась узкая прибрежная низкая морская равнина. Плиоценовые отложения здесь слагают плато высотой 500 м.

### **Равнины между Высоким Атласом и Антиатласом**

В бассейне Суса – наиболее крупном уэде во впадине, разделяющей Высокий Атлас и Анти-Атлас, развиты прибрежные аллювиальные и цокольные равнины, низкие и высокие, скальные дефляционные с невысокими останцами известняков и песчаников. Они сформировались в крупном глубоком преафриканском прогибе, разделяющим поднятия Антиатласа и Высокого Атласа. В плиоцене погружение прогиба вызвало ингрессию в район Агадира и отложение мощной – от 100 до 300 м толщи морских и аллювиально-озерных осадков. Тогда же заложилась долина Пра-Суса. В конце плиоцена проявились поднятия последней фазы альпийского орогенеза, океан отступил, озерные бассейны обособились и стали сокращаться. Впадина подверглась длительному эрозионному расчленению, в позднечетвертичное время оформился современный режим устойчивого флювиального развития уэда Сус, который последовательно врезал свое русло в поверхность равнины. Ныне рельеф бассейна формируется в полупустынных условиях.

Современная долина Суса выполнена голоценовым аллювием: преимущественно несцементированным галечником и корами – розовыми мергелями и их песчанистыми и известковистыми разностями. В южной части равнины, у подножия Антиатласа широко развиты педименты. Равнины Суса испытали мощную дефляционную моделировку. Отполированные ветрами глинистые, мергелистые и известняковые участки и разрозненные песчаные бугры, образующие крупнокучевой песчаный золотой рельеф, создают монотонный аридный равнинный ландшафт. Оголенные, не закрепленные растительностью пески здесь весьма подвижны.

Равнина Суса – наиболее южная из плодородных равнин Марокко испытала на протяжении более 2000 лет интенсивную антропогенную моделировку. В результате в ее пределах практически не осталось участков с первичной природой и исходными равнинами. Последние имеют природно-антропогенную поверхность. Южнее и восточнее простираются аридные и экстрааридные равнины северной окраины Сахары.

Равнина Тизнит, расположенная к югу от долины Суса, отделена от нее крупным уэдом Масса. Это цокольная аллювиальная галечниковая и песчано-галечниковая равнина с пологоволнистыми и плоскими равнинными участками, реже с холмистым рельефом и *bad lands*. В редких неглубоких понижениях расположены небольшие оазисы с пальмовыми и оливковыми рощами. Скальный, значительно денудированный цоколь сложен дислоцированными сланцами силура и перекрыт отложениями плейстоцена: раннеплейстоценовыми конгломератами мощностью до 30 м, песчаными отложениями литифицированных дюн с мощностями 80 м и более, которые образуют широкую – до 5–12 км полосу вдоль современной береговой линии. Известняковые коры развиты как отдельными участками, так и образуют покровы. Равнина находится на границе полупустыни и пустыни. Растительный покров чрезвычайно разрежен. Плодородные земли сосредоточены в местах выхода подземных вод – оазисах и вдоль долины Масса. Потенциальная обводненность равнины значительно больше, чем в аналогичных условиях на других территориях Атласской горной системы. Гидрогеологические исследования здесь выявили подземные меандрирующие реки, текущие в четвертичных известняках и конгломератах и изливающиеся в океан [35]. Местами развит карст.

Подземные воды издавна использовались местным населением для создания систем хоггара – аналогов среднеазиатских кяризов. Чем больше эксплуатировались подземные воды, тем более интенсивными были нагрузки на освоенные территории, тем

больше разрушались аридные равнины. Следы мощного разрушения запечатлены в отложениях оазисов, в которых был создан особый оазисный горизонт антропогенных осадков с возрастом около 2000 лет [30].

### **Аридные равнины подножий Высокого Атласа и Антиатласа**

Равнины долины Драа в южных предгорьях Антиатласа занимают широкую полосу протяженностью около 600 км. Это область северной марокканской Сахары с рельефом, резко отличным от более северных территорий. Гидрографическая сеть региона в основных чертах сформировалась на поверхности олигоценового пенеплена задолго до образования гаммад. В неогене возникли главные долины – уэды верховий Драа, Згид, Тиссинит, Тата, Акка и др. В условиях преобладающего воздымания Антиатласа мощные временные потоки выносили огромные объемы обломочного материала как в пределы преафриканского прогиба, так и на юг, создавая литогенную основу для гаммад. В плиоцене здесь образовалось крупное озеро, которое было спущено в результате поднятия. Впадившие в озеро неглубоко врезанные речки блуждали по озерно-аллювиальной равнине. В виллафранке эрозияльная сеть испытала общее врезание, наложилась на предшествующий рельеф, прорезав повышенные гряды и холмы. С конца виллафранка ее рисунок становится устойчивым; врез следует за изменениями уровня океана, запечатленными в лестнице морских террас с высотами от 30–20 до 300–200 м [36].

Наклонная равнина восточной окраины Антиатласа занята гаммадой. Последняя сформирована на осадочных отложениях сеномана и турона, около гор покрыта галечными конусами выноса. На их поверхности развита мощная кора выветривания среднеплейстоценового возраста (на более молодых галечниковых покровах она отсутствует) с характерным пустынным лаком и “крокодиловой” трещиноватостью на поверхности галек.

Равнины долины Драа существенно отличаются от рассмотренных выше равнин долин Суса и Тизнита. В них преобладает пустынная сахарская скульптура, развиты преимущественно обломочные, щелнистые и галечниковые гаммады. Их поверхность состоит из плоских и волнистых участков с редкими слабо вдавленными линейными и изометричными понижениями. Грунтовые воды равнин Драа приурочены исключительно к молодым континентальным отложениям неогена и плейстоцена, образуют подземные водотоки в руслах уэдов или водоносные горизонты равнин.

Равнины Драа сложены озерными мергелями – образованиями очень влажной древней (виллафранк–плейстоцен) плювиальной фазы. К.К. Марков считал, что, залегая на высотах в диапазоне более чем 300 м, эти отложения могут служить указанием на значительные послевиллафранкские вертикальные движения поверхности. Карбонатная кора выветривания в Южном Марокко представляет собой реликтовое аридное образование [37].

В ряде районов равнины развиты красноцветные породы, являющиеся реликтами влажного флювиального климата [37, 38]. Равнины Драа на западе переходят в виллафранкский уровень Атлантического океана с высотами 200–300 м.

### **Равнины восточной окраины Среднего и Высокого Атласа**

Восточнее равнин древнего озерного бассейна Фес-Мекнес расположена одна из наиболее крупных долин Марокко – р. Мулуи, впадающей в Средиземное море. Равнинным рельефом отличаются три крупные впадины, приуроченные к верхнему, среднему и нижнему течению Мулуи.

Первая из них – впадина у северного подножия олигоцен–миоценовых плато Итзер и Энжил заполнена четвертичными отложениями, залегающими с размывом на кровле мезозойских и кайнозойских осадков.

Наиболее обширная впадина в среднем течении выполнена четвертичными аллювиальными и озерными отложениями. Рельеф дна низа впадины в целом плоский, с многочисленными плосковершинными, столообразными останцами, сложенными мергелями, известняками и конгломератами.

Самая северная впадина, расположенная в нижнем течении р. Мулуи, состоит из множества локальных межгорных равнин Тафрата, Эдж-Джезира, Эдж-Джелъ и прибрежных равнин Триффа. Преобладает столообразный рельеф. Выполняющие впадину четвертичные суглинистые и обломочные отложения залегают горизонтально, образуя практически абсолютно горизонтальную поверхность, что в орогенных областях встречается исключительно редко. Этот монотонный рельеф предельно выровненной равнины нарушают останцы плотных плиоцен–четвертичных – виллафранкских конгломератов.

Крайний северо-восток Марокко занимают равнины Удждийского Амалата. Продолжаясь в пределы Алжира, они приобретают ступенчатое строение и являются типичной в исходном испанском понимании месетой. Представлены тремя широтно ориентированными, последовательно сменяющимися с севера на юг равнинами: приморской равниной Саидия на аккумулятивных морских террасах с высотами 15–40 м; равнинами Триффа (120–200 м) и Ангад (400–500 м). Последние две разделены горными грядами Бени-Бу-Махид и Бени-Снассен. Равнина Ангад на западе сужается и переходит в пустынный, экстрааридный коридор Таурирт–Таза–Фес.

Высокие Плато – поднятая равнинная область субмеридиональной восточной окраины Среднего и Высокого Атласа с высотами 1300–1400 м. Плато сложены горизонтально залегающими мезозойскими и кайнозойскими отложениями, залегающими с размывом на дислоцированных метаморфических и интрузивных породах палеозоя.

В восточной части Высокого Атласа куполообразные вершины с высотами 1500–2000 м чередуются с синклинальными удлиненными в плане плоскодонными впадинами с высотами 1200 м. Наиболее крупной равниной в межгорных впадинах Высокого Атласа является Тамлельт протяженностью 50 км с севера на юг и 80 км с запада на восток. Равнина сложена плейстоценовыми и голоценовыми аллювиальными, озерными и эоловыми отложениями, залегающими на поверхности наиболее древнего в Северо-Западной Африке постгерцинского пенеплена. Древняя озерная котловина сохранила свою замкнутость и ныне; во время выпадения зимних осадков изредка покрывается водой. Другая озерная котловина расположена в районе Бергента. Она освоена верховьями вадии За и принадлежит бассейну Средиземного моря.

Весьма показательно строение подгорных денудационных поверхностей в пределах межгорных впадин, наиболее представительной из которых является впадина самого крупного оазиса Фигиг. Она расположена восточнее Тамлельта, в месте выхода уэда Зусфаны из гор. В днище впадины на правобережье Зусфаны развита аккумулятивная равнина, выполненная четвертичными отложениями. Оазис питается водами горячих артезианских источников, бьющих их зоны активного разлома. Источники отложили огромные массы травертинов, слагающих на левом берегу Зусфаны платформу – террасу Джорф. Оазис имеет длительную историю освоения, занимая место в начале большой “пальмовой” дороги Северной Африки.

Аккумулятивные равнины впадины оазиса Фигиг окружены педиментами подножий окружающих их горных массивов. Высоты равнины 860–875 м, высоты гор 960–1400 м. Педименты гор Груз и других имеют ширину до 700–900 м и крутизну до 1–3°, педименты расположенных южнее поднятий короткие и крутые.

### Заключение

Приведенные выше материалы свидетельствуют о том, что в пределах рассматриваемого региона выделяются пять геоморфологических областей, достаточно четко различающихся по генезису равнин и типу выравнивания.

Наиболее северные денудационно-аккумулятивные равнины, окружающие Риф, находятся в межгорных впадинах и предгорьях. Их сохранность определяется морфо-структурными условиями и плотностью эрозионного расчленения. Современная моделировка равнин осуществляется преимущественно аридными экзогенными процессами, сменявшими гумидные.

Расположенные южнее равнины Марокканской Месеты отличаются мозаичной пространственной структурой, приурочены к крупным ступеням – ярусам Месеты. В их пределах формируются межгорные аккумулятивные равнины со скальными останцами и островными горами, денудационно-аккумулятивные равнины нижних ярусов, денудационные равнины с холмистым рельефом и наиболее высокие денудационные равнины. Здесь наблюдается 4–5 генераций разновысотных педиментов. Эти данные согласуются с представлениями А. Кайё о множественности ярусно расположенных педиментов [39]. В южной части Месеты развита пологоволнистая увалистая поверхность выравнивания типа пенеплена по поверхности озерных осадков плиоценового озера Саис.

Между горными поднятиями Высокого Атласа и Антиатласа равнины образуют монолитный массив в бассейне Суса и смежного Тизнита; они выходят к океану широким фронтом, имеют наклонную, повышающуюся на восток поверхность. Их эрозионно-аккумулятивная поверхность сильно моделирована аридными рельефообразующими процессами. Это пример локального послевиллафранкского аридного пенеплена. На юге, вдоль фронта Антиатласа развита полоса коротких и крутых педиментов, созданных струйчатым смывом и мощной дефляционной переработкой. Скульптура равнин аридная и экстрааридная.

К югу от Антиатласа в широкой долине уэда Драа преобладают эрозионно-аккумулятивные песчаные равнины с участками озерных и с одиночными островными горами и скальными останцами. Скульптура экстрааридная, с мощной эоловой переработкой. Представлены два типа поверхностей выравнивания. На севере в пределах отрогов Антиатласа и его предгорий развиты обширные педименты подножий, которые сливаясь, образуют крупную наклонную денудационную поверхность. На юге она опирается на поверхность аллювиальной равнины Драа и переходит в предсахарские пенепленизированные равнины.

Равнины Высоких Плато резко отличаются от рассмотренных выше однородностью, монолитностью и денудационным генезисом. Скульптура их аридная и экстрааридная. Изолированные горные массивы, островные горы, холмы и останцы “утопают” в педиментах подножий. Педименты развиты и вдоль окраин межгорных впадин. Это региональный педилен, распространяющийся на восток по Атласской горной системе вплоть до Тунисского Сахеля. Педилен сформирован по поверхности плиоценовой денудационной равнины.

Заканчивая статью, остановимся на нескольких общих вопросах.

1. В современном рельефе северо-запада Африки распространены молодые – плиоценовые и виллафранкские поверхности выравнивания; древние поверхности представлены локальными откопанными участками, значительно измененными позже.

2. Полученные данные позволяют присоединиться к представлениям о формировании поверхностей выравнивания в более или менее постоянных аридных климатических условиях [30, 40]: регионально развитая наклонная денудационная поверхность, зарождающийся педилен в южной аридной и экстрааридной частях региона сформирован на базе предшествующего денудационного уровня.

3. Главным процессом образования педиментов является поверхностный – плоскостной и струйчатый сток, эродирующий поверхность наклонной равнины постоянно перемещающейся локальной эрозионной сетью (рис. 2) [39]. Эрозионная работа по выравниванию педимента производится водными струями, корразией влекомых ими наносов и паводковыми водами (рис. 3). Последний процесс описан А. Кайё [39] и его предшественниками, начиная с Мак-Ги [7]. Как свидетельствуют результаты наших исследований, роль процесса в формировании денудационной наклонной равнины не-

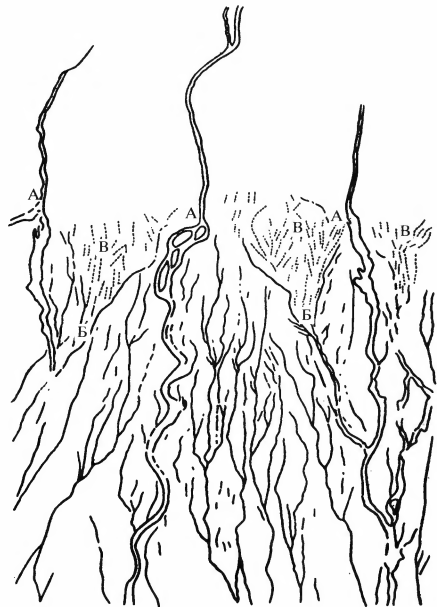


Рис. 2. Эрозионная сеть на поверхности педимента на окраине шотта Эль-Рарса, район Константины, Алжир (по [39]) А – истоки, Б – места слияния конусов выноса, В – горные склоны, расчлененные эрозионными рытвинами



Рис. 3. Распространение паводковых вод в уезде Саура в Северной Сахаре (рисунки А. Кайё по фотографии Ж. Пуке [39])

дооценивается. Наблюдения в Монгольской Гоби и в пределах смежных аридных равнин позволяют судить о значительной интенсивности размыва и смыва маломощного рыхлого чехла паводковыми водами. Результаты работы временных водотоков по выравниванию подгорных и внутригорных равнин зависят от состава слагающих отложений. На каменистых грунтах, обеспечивающих формирование гаммад, возникает устойчивый самоорганизующийся комплекс плакоров и русел временных водотоков. Режим стока по плакорам и руслам во время выпадения осадков разный, но в целом сеть русел устойчива [41]. Обнаженная трещиноватая скальная поверхность педимента также шлифуется и расчленяется ветропесчаными потоками.

4. В формировании аридных педиментов существенную роль играет линейная дефляция, удаляющая рыхлые отложения из зоны перегиба профиля педимента. Ф. Жолли посчастливилось наблюдать в Антиатласе этот перегиб в однородных гранитах в виде своеобразного забоя, поддерживаемого эрозионными процессами [40, фото 2, с. 126]. В отдельных случаях встречаются зарождающиеся, менее резко выраженные забои, создаваемые интенсивной линейной дефляцией. Как известно, вдоль перегиба склона происходит наиболее интенсивное выветривание и образование мелкозема. Сильные ветры буквально выметают тонкий материал из зоны забоя. В целом роль дефляции в формировании педиментов в полупустынных и пустынных условиях, по-видимому, более значительна, чем представлялось ранее.

Авторы обсуждали этот практически не изученный вопрос с Ж. Дрешем и с А. Кайё, но не пришли к определенным выводам. Наши наблюдения в экстрааридных и аридных территориях Центральной Азии – Гоби, на Синайском п-ове и на северо-западе Сахары позволяют судить об эпизодической дополнительной планации поверхностей педиментов в зоне транзита рыхлого материала сильными ветрами, ураганами и пыльно-песчаными бурями. Особенно эффективно “работают” забои в условиях столового рельефа, горизонтально залегающих пород, что, как отмечалось выше, характерно для рассматриваемого региона (рис. 4). В пределах эрозионных впадин у подножий останцов формируются короткие крутые педименты (рис. 5).

5. Важную роль в формировании педиментов играют подземные воды. Положение их зеркала в естественных условиях более или менее постоянно. В районах длительного хозяйственного освоения их уровень постоянно понижается [30, 35], что сопровождается усилением опустынивания. Механизм взаимодействия подземных и поверхностных вод весьма сложен и заслуживает специального изучения.

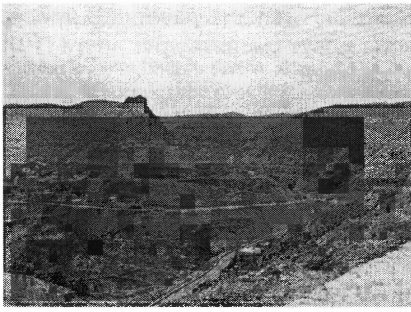


Рис. 4. Типичная островная горка с педиментами конечной стадии в области горизонтально залегающих песчаников среди денудационной равнины (фото В.П. Чичагова)

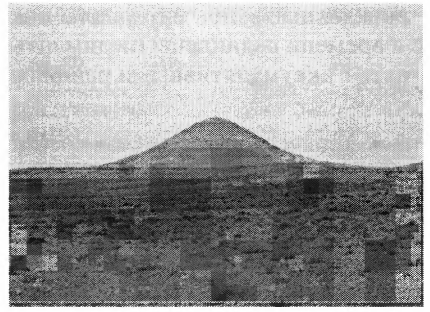


Рис. 5. Конический эрозионный останец с короткими крутыми педиментами подножий во впадине (фото В.П. Чичагова)

6. Человек вмешался и в развитие педиментов. Как отмечалось выше, значительные площади поверхностей выравнивания на северо-западе Африки интенсивно распахиваются, начиная с дороманской эпохи. Количество выпадающих осадков здесь позволяет распахивать обширные массивы земель на склонах крутизной до  $5-7^\circ$ , причем распахка ведется по падению склонов. В ряде районов распахиваются и аккумулятивные зоны нижних частей педиментов, что, разумеется, не может не нарушать баланс вещества, перемещаемого по педиментам и откладываемого в пределах их субаллювиальных бенчей.

Любопытным типом антропогенных педиментов являются гласисы в их первоначальном понимании. Это искусственно созданные склоны ниже оснований крепостей, фортов, замков и других укрепленных пунктов, которые возводились на возвышенных местах, на господствующих высотах. Гласисы затрудняли нападение врага и облегчали защиту цитаделей.

7. До сих пор неясен вопрос о соотношении педиментов и гласисов. Авторам и отдельным российским ученым представляется, что наиболее близки к педиментам эрозионные гласисы [42, 43]. Однако, в практике геоморфологических исследований представителей французской школы ныне термин “педименты” не применяется, и параллели между педиментами и гласисами не проводятся.

8. Полученные авторами данные позволяют судить о развитии в рассмотренном регионе молодых педиментов и одного зарождающегося педиплена и молодых локальных пенепленов.

9. Достаточно уверенно можно судить о долинных педиментах, образующих выдержанные уровни вдоль наиболее древних озерных и речных террас. Формирование долинных педиментов происходит в новейший период как в областях молодых орогенов, так и в пределах древних эпиплатформенных сооружений [44].

10. Остается дискуссионным вопрос о формировании педиментов в различных природных зонах. С одной стороны накопленный авторами материал [45–49] позволяет внести свой вклад в представления о развитии педиментов как в гумидных, так и в аридных условиях [25–27]. С другой, изложенные в статье данные в целом по аридным регионам северо-запада Африки и Центральной Азии свидетельствуют о том, что наиболее благоприятны для формирования педиментов аридные и экстрааридные условия, что подтверждает известное мнение Мак-Ги и И-Фу-Туана [7, 50].

Проблема происхождения поверхностей выравнивания – пенепленов и педипленов заслуживает изучения на новых материалах современных исследований с использованием новейших технологий.

Приведенные выше материалы показывают полигенетичность равнин. В пространстве и времени педилены (педименты) и пенеплены могут сменять друг друга [19], сопрягаясь с аккумулятивными равнинами разного генезиса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Davis W.M.* Die erklärende Beschreibung der Landformen. 1912. 131 p.
2. *Davis W.M.* Peneplanes and the Geographical cycle // *Bull. Geol. Soc. Amer.* 33. 1922. P. 587–598.
3. *Davis W.M.* Piedmont banchlands and Primarrumpfe // *Bull. Geol. Soc. Amer.* 43. 1932. P. 399–440.
4. *Davis W.M.* Rock floors in arid and in humid climates // *Journ. Of Geol.* 38. 1930. P. 111–140.
5. *Davis W.M.* Geographical cycle in an arid climate // *Geogr. Essays.* 1909. P. 296–322.
6. Дэвис В.М. Геоморфлогические очерки. М.: Иностран. лит., 1962. 558 с.
7. *McGee G.J.* Sheetflood erosion // *Bull. Geol. Soc. Amer.* 8. 1897. P. 87–112.
8. Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географгиз, 1961. 359 с.
9. Кинг Л. Морфология Земли. Изучение и синтез сведений о рельефе Земли. М.: Прогресс, 1967. 559 с.
10. Личков Б.Л. О горных денудационных поверхностях и их происхождении // *Изв. ВГО.* 1945. Т. 77. № 3. С. 101–107.
11. Личков Б.Л. Горные денудационные поверхности, структуры и гидрогеология // *Тр. III гидрол. съезда.* 1959. Т. 9. С. 23–26.
12. Личков Б.Л. По поводу предгорных “климатических” террас в Крыму // *Тр. Геоморфологического ин-та АН СССР.* 1932. Вып. 3. С. 39–61.
13. Герасимов И.П. Основные черты развития современной поверхности Турана // *Тр. Ин-та географии АН СССР.* 1937. Т. 25. С. 3–129.
14. Марков К.К. О горных денудационных поверхностях и их происхождении // *Вопр. географии.* 1947. Вып. 3. С. 11–19.
15. Пиотровский М.В. К изучению основных черт рельефа Нижнего Поволжья // *Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.* 1945. Т. 9. № 2. С. 145–164.
16. Пиотровский М.В. К теории флювиально-денудационного (эрозионного) цикла // *Тр. ин-та географии АН СССР.* Вып. 39. Пробл. геоморфологии. М.–Л.: Изд. АН СССР. 1948. С. 119–133.
17. Пиотровский М.В. Проблемы формирования педиментов // *Пробл. поверхностей выравнивания.* М.: Наука, 1964. С. 50–65.
18. Пиотровский М.В. Вальтер Пенк и его книга “Морфологический анализ” // Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географгиз, 1961. С. 3–48.
19. Тимофеев Д.А. Поверхности выравнивания суши. М.: Наука, 1979. 270 с.
20. Карта поверхностей выравнивания и коры выветривания СССР. М-б 1 : 2500000. М.: ИГ АН СССР, ВАГТ Мингео СССР, 1971. 16 л.
21. Поверхности выравнивания и коры выветривания. М.: Недра, 1974. 441 с.
22. Геоморфологическая карта СССР. М-б 1 : 2500000. М.: ИГ АН СССР, ГУГК СССР, 1986. 20 л.
23. Поверхности выравнивания и коры выветривания. М.: Наука, 1976. 200 с.
24. Поверхности выравнивания. Иркутск: Ин-т географии Сибири и Дальнего Востока СО РАН, 1970. Т. 1. 109 с.; Т. 2. 136 с.; Т. 3. 142 с.
25. *Vaulig H.* Sur les “gradins de piedmont” // *Journ. of Geomorph.* 2. 1939. P. 281–304.
26. Болиг А. Понятие о профиле равновесия // *Очерки по геоморфологии.* М.: Иностран. лит., 1956. С. 79–147.
27. Болиг А. Кривая равновесия склонов // *Очерки по геоморфологии.* М.: Иностран. лит., 1956. С. 204–237.
28. Биро П., Дрэйш Ж. Средиземноморье. М.: Иностран. лит., 1960. Т. 1. 404 с.; 1962. Т. 2. 527 с.
29. Бернар О. Северная и Западная Африка. М.: Иностран. лит., 1949. 536 с.
30. Капо-Рей Р. Французская Сахара. М.: Географгиз, 1958. 496 с.
31. Борисевич Д.В., Олейников И.Н., Тимофеев Д.А. Поверхности выравнивания Европы, Азии и Африки. М.: ВИНТИ, 1973. 233 с.
32. Вдовин В.В., Преображенская Р.Ф., Тимофеев Д.А. Поверхности выравнивания. Библиография 1895–1970. М.: Наука, 1975. 128 с.
33. Чичагов В.П. Аридные равнины северо-запада Африки: строение, эволюция, антропогенное опустынивание // *Геоморфология.* 2008. № 1. С. 95–108.
34. *Sauvage Ch.* Les reliques de la Flore tropicale au Maroc. *C.R. Soc. Sc. Nat. Maroc.* 1949. 15. P. 3–21.
35. Амбоджи Р., Болелли Эл., Буржен Р. и др. Гидрогеология Марокко. М.: Иностран. лит., 1955. 359 с.
36. *Choubet G.* Essai de Correlation des formations continentales et marines du Pleistocene au Maroc. *Rabat.* 1959. 186 p.

37. Марков К.К. Проблемы палеогеографии Марокко // Бюл. комис. по изуч. четвертич. периода. 1961. № 26. С. 103–119.
38. Rigos A. Teere rouges, noires, grises // Pedology. 1957. 12. P. 61–89.
39. Кайё А. Плоскостной сток и выравнивание // Вопросы климатической и структурной геоморфологии. М.: Иностран. лит., 1959. С. 83–117.
40. Жолы Ф. Площадная и линейная эрозия в условиях полупустынного ландшафта // Вопр. климатич. и структурной геоморфологии. М.: Иностран. лит., 1959. С. 118–132.
41. Тимофеев Д.А. Самоорганизованная геоморфологическая система гаммад юга Монголии // Самоорганизация динамики геоморфосистем. Томск: Ин-т оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 64.
42. Тимофеев Д.А. Терминология поверхностей выравнивания. М.: Наука, 1974. 87 с.
43. Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. М.: Изд-во МГУ, 1999. 287 с.
44. Уфимцев Г.Ф. Долинные педименты Забайкалья // Геоморфология. 1974. № 3. С. 101–107.
45. Тимофеев Д.А. О педиментах и равнинах педиментации // Геоморфология. 1974. С. 22–27.
46. Тимофеев Д.А., Чичагов В.П. Бэли Монголии // Геоморфология зарубежных стран. М.: Наука, 1974. С. 109–122.
47. Никольская В.В., Тимофеев Д.А., Чичагов В.П. К проблеме развития педиментов // Землеведение. 1967. Т. 47. Вып. 6. С. 80–97.
48. Чичагов В.П. Забайкалье // Поверхности выравнивания и коры выветривания СССР. М.: Недра, 1974. С. 194–201.
49. Чичагов В.П. Сравнительная характеристика аризоно-сонорских и дауро-монгольских педиментов // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37. Вып. 1. С. 158–160.
50. Yi-Fu Tuan. Pediments in Southeastern Arizona // Univ. Of California publications in geography. 1959. V. 3. 238 p.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию  
25.05.2007

## THE PEDIMENT AND PENEPLAIN PROBLEM (THE PLAINS OF N-W AFRICA AS AN EXAMPLE)

V.P. CHICHAGOV, D.A. TIMOFEEV

### S u m m a r y

The review of materials concerning the structure of the plains in the west part of the Atlas Mountains is given. The plains are represented by peneplains, young pediments, and one infant regional peneplain. The arid and extremely arid conditions conducted to pediments formation.

Eolian and hydrogeologic processes play an important role in pediments evolution, while human impact contributes to recent sculpturing of their surface. The contemporary relief formation within the pediments interacts with the desertification processes.