

ЧИЧАГОВ В. П.

АНТРОПОГЕННЫЙ АРИДНЫЙ РЕЛЬЕФ

Аннотация: В рамках аридной геоморфологии в пределах аридных равнин западной части афро-азиатского пояса пустынь изучается комплекс различных антропогенных воздействий на аридные равнины: строительство и функционирование городов, каналов, дорог, выявлены и антропогенно организованные формы рельефа – педименты, аридные вади, сели песчаных пустынь, а также следы воздействия хозяйственной и военной деятельности человека на рельеф и строение поверхностных отложений аридных равнин.

Ключевые слова: аридные равнины, афро-азиатский пояс, антропогенные преобразования, аридные вади, антропогенные педименты, сели песчаных пустынь.

Изучение антропогенных преобразований аридного рельефа представляет одну из главных проблем аридной геоморфологии [1]. Следы древней деятельности человека длительно и весьма своеобразно проявляются в аридных регионах. Анализ антропогенной деятельности в формировании ныне слабо заселенных засушливых равнин проведен на примере изучения западной части широтного афро-азиатского пояса пустынь. На этих территориях выявлен комплекс различных антропогенных воздействий на аридные равнины, такие, как строительство и функционирование городов, каналов, дорог, выявлены и антропогенно организованные формы рельефа – педименты, аридные вади, сели песчаных пустынь и др., а также другие следы воздействия хозяйственной и военной деятельности человека на рельеф и строение поверхностных отложений аридных равнин.

Взаимодействие хозяйственной деятельности человека с эволюцией песчаного эолового рельефа аридных равнин хотя и вносят изменения в его ход, но редко приводят к формированию существенно иного типа эолового рельефообразования. Необходимо отметить, что огромные поля тонкозернистых эоловых песков испытывают обычно медленные возвратно-поступательные движения и практически не деформируют подстилающую поверхность глинистых равнин. Зато движущиеся в одном направлении по поверхности аридных равнин маломощные обычно разно- и грубозернистые пески производят значительную работу по истиранию и снижению высот плоских равнин. Песчаные покровы здесь постоянно шлифуют поверхность гамад, оставляя и местами проектируя более крупные обломки и артефакты на каменистые поверхности. Этот тип эоловых деформаций относится к выделенной и изученной автором дефляционной денудации [2,3].

Песчаные равнины северного побережья Синайского полуострова имеют морское происхождение и представлены равнинами морских террас. Лестница террасовых уровней представлена шестью основными ступенями: 6-8 м – ульжаская или фландрская терраса; 15-20 м – монастирская; 28-30 м – тирренская; 55-60 м – милацкая; 90-100 м. – сицилийская и 100-600 м – калабрийская [4]. Низкие террасы голоценового, средне- и верхнечетвертичного возраста аккумулятивные, сложены морскими песками, имеют плоскую, практически горизонтальную поверхность, покрыты сплошным чехлом песчаных отложений, испытывающих интенсивное перемещение ветром. Наиболее высокие террасы - нижнечетвертичная высотой около 80 м и верхнеплиоценовая с высотами более 200 м имеют расчлененный холмистый рельеф. Морские песчаные отложения террас Северного Синая сложены осадками дельты Нила и имеют исходное африканское происхождение.

В Северной Африке эоловые пески формировались с перерывами на протяжении всего голоцена [5,6,7], но существенно по разному к северу и югу от 24°с.ш. На протяжении голоцена песчаное эоловое рельефообразование в северной провинции занимало значительный - 56% - отрезок этого времени. При этом антропогенный фактор, несомненно, сыграл существенную роль в создании активных массивов эоловых песков на территориях всех современных государств Северной Африки.

Рассмотрим роль прибрежных городов и крупных населенных пунктов в преобразовании рельефа аридных равнин, а также равнин полуостровов и островов, зон влияния искусственных каналов и водохранилищ, дорожную сеть и военные преобразования равнин аридной зоны, то есть большинство компонентов, которые во взаимодействии создают антропогенные аридные равнины.

Антропогенные аридные пустыни

В «чистом» виде антропогенные аридные равнины на протяжении тысячелетий создавались в пределах городов, крупных населенных пунктов, их окрестностей, вдоль равнинных побережий морей и крупных заливов, крупных озер и искусственных каналов, в зонах древних и современных путей и проч. В предыдущих

работах нами была рассмотрена эволюция рельефа в результате функционирования систем античных городов Малой Азии, Ближнего и Среднего Востока [8], а также причины их упадка. Приведем новые данные об изменении аридных равнин городскими поселениями двух показательных, издревле заселенных равнин Северной Африки – Тунисского Сахеля и Северо-Синайской равнины.

Города Южного Средиземноморья - Тунисского Сахеля. Тунис, в римскую эпоху – провинция Африки, был житницей Рима. Наиболее плотно был заселен Тунисский Сахель, в пределах которого еще XIX в. в районе между г. Кассерином и Сбейтлой можно было различить каменные руины более 35 городских античных поселений [9]. В настоящее время из них лучше всего сохранились античные города Эль-Джем в Тунисском Сахеле и расположенная севернее, в долине древнего Баграда – р. Меджерды г. Дугга. Эти города хорошо изучены. В античную эпоху освоенные человеком аридные равнины простирались на 100-200 км южнее, в пределы северной окраины современного Большого Восточного Эрга. В северных районах этой обширной песчаной пустыни распознается сеть прямых дорог, следы плантаций оливок, временная ирригационная сеть с участками водопроводов, фрагментами акведуков и отдельными небольшими водохранилищами.

В пределах аридной равнины Тунисского Сахеля в районе Махдия расположены руины древнеримского города Ксур Сарсура (вблизи г. Бу Мердес). Здесь, на поверхности позднеплейстоценовой монастырской террасы – аридной равнины возвышаются единичные фрагменты триумфальной арки и колонн. Остальные сооружения были разобраны местными жителями на строительство домов. В толще террасы хорошо сохранились большие, сложенные кирпичом и облицованные цементом вертикальные цистерны для хранения воды.

Современная поверхность равнины за прошедшие с возникновения Ксур Сарсура 2000 лет неузнаваемо изменилась. Исходной сельскохозяйственной культурой здесь, как и в большинстве областей этого региона, являются оливки. В Тунисе в настоящее время плодоносят 60 млн. масличных деревьев. По мере старения и удаления переставших плодоносить деревьев саженцы высаживаются на новые подготовленные участки.

В результате длительного культивирования маслин поверхность равнин приобретает новый антропогенный облик, испытывая постоянные изменения. Периодически происходит процесс обновления плантаций: создаются, откапываются и выравниваются новые плоские участки, нередко террасированные и обычно огражденные стенками или валами. В результате создается новый антропогенный – террасированный тип рельефа.

Город Ксур Сарсура был построен на широком распластанном конусе выноса древней речки, впадавшей с зал. Габес (Малый Сирт). На конусе функционировали в то время лишь отдельные, временные протоки небольших речек, бравших начало в предгорьях Атласа. Для создания запасов пресной питьевой воды вдоль западной границы города были созданы многочисленные упоминавшиеся выше цистерны. Город функционировал, по видимому, вплоть до распада Римской империи, т.е. на протяжении 300-400 лет, он мог бы и дальше развиваться, но был завоеван, разграблен, сожжен и сравнен с землей. Каменный материал его руин был использован местными жителями для создания строений, и только остатки цистерн для хранения воды и крупные блоки ворот и колонн оказались невостребованными и сохранились до сих пор. По мере общего медленного поднятия равнины происходил врез временных потоков в поверхность террасы. Постоянный сток вдоль широтных естественных русел прекратился, стал эпизодическим и направился вдоль меридиональной западной границы древнего города, наследуя глубокий древний оборонительный ров. В результате возникла ныне сухая, крутосклонная долина глубиной в 5-6 м. В ее днище расположены искусственно подпруженные небольшие бочаги соленых вод.

Таким образом, в пределах аридных равнин Тунисского Сахеля на протяжении последних неполных 2000 лет на поверхности монастырской террасы здесь прекратился сток по древнему конусу выноса, была сведена первичная растительность, полностью уничтожена некогда четко функционировавшая инфраструктура римской эпохи с многочисленными городами. Другими словами, была полностью видоизменена природная среда: высотное положение равнины увеличилось, гидрологические и гидрогеологические условия стали существенно иными. Население покинуло некогда цветущий район Тунисского Сахеля. Эту равнину можно с полным основанием назвать антропогенной.

Аридная антропогенная равнина наиболее крупного континентального острова зал. Габес – Джербы. Остров Джерба - пример длительного и интенсивного антропогенного освоения и представляет собой сплошную антропогенную аридную равнину. Это низкий, с абс. высотами до 20-30 м фрагмент практически плоской континентальной равнины Тунисского Сахеля, отделенный узким мелководным проливом тектонического происхождения от континента. Он характеризуется изрезанными очертаниями, неправильной формой в плане и плоской поверхностью. Равнина острова имеет континентальное происхождение, ныне полностью изменена антропогенной деятельностью и является районом сплошной,

интенсивной дефляции. Основу острова слагают выходящие на дневную поверхность на юго-востоке миоплиоценовые аргиллиты с прослоями мелкой морской гальки и известняки виллафранка на северо-востоке.

Морская окраина острова шириной до 250-300 м полностью освоена туристической инфраструктурой, покрыта сплошным покровом древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Большая часть равнины о. Джерба местами используется в сельском хозяйстве, главным образом под плантации оливковых деревьев, финиковых пальм, фруктовых деревьев и в меньшей степени под овощные культуры. Она быстро застраивается. Естественная растительность полностью сведена, и незакрепленная поверхность равнины пока интенсивно развевается. Рельеф Джербы можно отнести к типу антропогенно-аграрно преобразованного.

Аридные антропогенные равнины наиболее крупного полуострова восточной окраины Атласа – п-ова Бон. Полуостров Бон расположен к северу в непосредственной близости от равнины Тунисского Сахеля и также имеет антропогенный рельеф. В отличие от о. Джерба континентального происхождения, п-ов Бон исходно был островом, причленившимся к континенту в позднем плейстоцене. Его основу составляет центральное поднятие, окаймленное по периферии наклонными, цокольными и аккумулятивными морскими равнинами. В геологическом отношении Бон представляет молодую прямую, пологую антиклинальную морфоструктуру, сложенную согласно залегающими толщами плиоценовых, миоценовых, эоценовых и олигоценовых морских осадков. Плиоценовые морские осадки сохранились лишь на юго-западе, в районе г. Набуль. Большая часть полуострова сложена морскими прибрежными осадками миоцена. Центральную часть слагают морские отложения олигоцена (бурдигал) и известняки эоцена. В западной части полуострова олигоценовые осадки полого, под углами до 3° падают на запад, образуя серию асимметричных куэстоподобных уступов; в центральной - пологую мульду, в восточной части круто падают на север и восток. Северо-восточная береговая зона представляет собой крупную, пологую, сложенную песчаниками и известняками абразионную платформу, в значительной мере разобранную на скальные блоки для строительства древнего Карфагена и расположенных на южном берегу полуострова древних городов-крепостей. Геологическое строение лишь частично сказывается в строении основных черт рельефа полуострова.

Равнинный рельеф полуострова имеет денудационно-аккумулятивное происхождение и представлен тремя генерациями - тремя ярусами. Исходная поверхность выравнивания, по видимому плиоценового возраста с высотами около 400-500 м, имела здесь наибольшее распространение, но сохранилась фрагментарно. Две равнины среднего уровня, из которых верхняя с высотами около 100 м имеет виллафранкский возраст, сохранились практически полностью и занимают значительные площади полуострова. Более низкая (60-40 м) формировалась в позднем плейстоцене и голоцене, включая римскую эпоху, испытала грандиозные антропогенные изменения.

Наиболее низкая постримская равнина (до 20-25 м) имеет преимущественно природно-антропогенный аккумулятивный генезис. С ней связаны руины городов римской эпохи, средневековые форты, остатки развитой дорожной и военной инфраструктуры, аграрного освоения и другого хозяйственного использования. Природная среда полуострова Бон испытала весьма значительные, необратимые разрушения на протяжении многочисленных военных действий, последней, наиболее разрушительной из которых была Вторая Мировая война. Именно здесь закончилась Северо-Африканская операция 1940-1943 г.г. Второй Мировой войны; здесь в 1943 г. оказались в окружении и попали в плен около 250 тыс. немецких солдат танковой армии «Африка» Э. Роммеля.

В послевоенные годы в результате мощного и практически повсеместного хозяйственного освоения равнинный рельеф полуострова полностью утратил исходные природные черты. Решающее значение в преобразованиях природы здесь имела планация – планомерное выравнивание участков для создания плантаций цитрусовых и масличных культур, а в последние десятилетия также выравнивание обширных пространств волнистой пологосклонной равнины для создания полей для игры в гольф. Масштабы изменений в мирное время здесь значительно превысили суммарные размеры проявления военной деструкции.

Экстрааридные антропогенные равнины впадины тунисских шоттов. Это легендарный пограничный район между Сахарой и Тунисским Сахелем, имевший исстари большое стратегическое значение. Согласно древнегреческим легендам, в античную эпоху в пределах Алжиро-Тунисской мульды - субширотной впадины, окаймляющей с юга Атласское поднятие, существовал крупный залив Средиземного моря. В литературных источниках XIX в. сохранились указания на находку античного корабля в шотте Джерид. Ныне в его пределах сформированы расположенные ниже уровня моря плоские засоленные равнины серии впадин – шотты.

Наиболее важен вопрос о возможности соединения шоттов с морем и вопрос о происхождении перемычки между ними. Дело в том, что на протяжении нескольких тысячелетий в районе перемычки постоянно создавались заградительные и оборонительные укрепления для защиты от набегов агрессивных жителей пустыни.

Об особенностях эволюции рельефа шоттов в голоцене позволяет судить строение осадков в их впадинах - низких засоленных равнин с высотами от -23 до 40 м., периодически затапливаемые ливневыми водами. Это шотты Эль-Гарса, Эль-Джерид и Эль-Феджадж с абс. высотами поверхности днищ -17, -23; -30 м. соответственно, заполненными солеными водами во влажный сезон и представленные такырами и белыми соленосными плоскими участками - в сухой.

В районе шотта Эль-Гарса были пробурены пять скважин, пранализированы их разрезы и получены датировки их возраста ASM (ускоренной масспектроскопией), выделены семь горизонтов, различающихся по составу, строению и генезису [5,6]. Из семи пять горизонтов представлены песчаными эоловыми отложениями, а два (в раннем голоцене), древнее 12,2 тыс. л.н. - озерными горизонтально слоистыми песчаниками и на уровне 10 – ~8,5 тыс. л.н. - горизонтально слоистыми озерными илами, увенчанными гипсовой корой с полигональной текстурой. Этапы аридизации района шоттов приходятся на 13 – 9, 8,5 – 7, 6,5 – 5 и от 4 тыс. л.н. по наше время. Они достаточно четко сопоставляются с аридными эпизодами событий в Северо-Западной Африке [10, 11, 12]. Таким образом, широкое распространение эоловых отложений в разрезе голоцена во впадине тунисских шоттов подтверждает обоснованное выше представление о длительном и устойчивом в пространстве и времени проявлении интенсивной эоловой деятельности в этом регионе на протяжении всего голоцена, а также о существенной роли деятельности человека в активизации движения эоловых песков. Была кардинально изменена эрозионная сеть района. Вади, расположенные на перемычке между шоттами и зал. Габес, испокон веков служили естественными оборонительными рубежами от агрессии с юга. Здесь на протяжении последних 4-5 тыс. лет создавались оборонительные валы и смежные с ними рвы, функционировали населенные пункты, военные и учебные лагеря, прокладывались временные пути и эксплуатировались постоянные дороги, сооружались водопроводы, многочисленные колодцы, функционировала ирригационная сеть; возделывались плантации оливок, требующие постоянного подновления поверхности за счет выравнивания, углубления и обвалования. Северная окраина Большого Восточного Эрга в римскую эпоху представляла плодородную сухую степь, была интенсивно освоена сельским хозяйством и достаточно плотно заселена, о чем можно судить по древним картографическим источникам [13,14].

Во Вторую Мировую войну в пределах перемычки развернулись длительные, ожесточенные сражения войск союзников с немецкими войсками танковой армии «Африка». Наибольшие разрушения были нанесены укрепленному району, расположенному между непроходимыми тунисскими шоттами и заливом Габес вдоль линии долговременных укреплений Марет - миниатюрной копии линии Мажино во Франции [12,15]. Этот укрепрайон и смежные равнины были буквально перепаханы строительной и военной техникой, взрывами снарядов, бомб и минных полей, их рельеф полностью был заменен антропогенным.

Приморские города и каналы дельты Нила. Роль города в преобразовании эстрааридной равнины дельты Нила и смежной Северо-Синайской равнины весьма значительна. Последняя в плане имеет вид неправильного остроугольного треугольника с вершиной, ориентированной в восточном направлении. Рельеф Северо-Синайской равнины представлен участками плоских молодых морских террас, холмов, гряд и островных гор. Все эти формы испытали длительное дефляционное расчленение, развевание, многократное перекрытие эоловыми песками и постоянное взаимодействие с широко распространенным здесь дюнным рельефом.

Дельта Нила заложилась в позднем миоцене, и на протяжении 5,4 млн. л.н. ее эволюция представляла смену пяти крупных палеорек: Эонил, Палеонил, Протонил, Пренил и Неонил. В современном виде дельта сформировалась во время Неонила (моложе 0,3 млн.л.н.) [16,17].

В плиоцене Нил значительно сократился в размерах, и дельта не формировалась. В раннем плейстоцене, характеризовавшемся пльвиальными условиями, Протонил формировал состоявшую в то время из более чем 11 рукавов дельту. На протяжении последних 5000 лет дельта вдвинулась на 50 км со скоростью 10 м в год. Во второй половине голоцена количество рукавов сокращалось, около 2500 л.н на востоке дельты из древних рукавов активно действовали Медесианский, Танитикский и Пелусийский [18]. По мере отмирания рукавов приходили в упадок расположенные на них города и среди них стоявший в устье наиболее восточного одноименного рукава Нила древний египетский город, порт и укрепленная цитадель Пелусий. Это были «ворота Египта». Город был создан на крайнем северо-востоке дельты Нила в пределах тектонической зоны Пелусий [19], в районе унаследованного прогибания – мощность голоценовых осадков здесь достигает 40 м – и повышенной сейсмичности. Здесь расположены эпицентры 4-7-бальных землетрясений, происшедших в августе 1847, июне 1870, сентябре 1955 и марте 1969 гг. [20]. Преобладающей тенденцией развития структурного рельефа здесь является деструкция, сопровождающаяся образованием отрицательных форм рельефа [21].

Современная тектоническая нестабильность изучаемого района издревле, начиная с эпохи Древнего Царства дополнялась серьезными антропогенными изменениями. Рукав Пелусийский и расположенный западнее безымянный рукав Нила неоднократно соединялись крупным гидротехническим сооружением -

Восточным каналом [22]. Он являлся частью водной преграды, именуемой в древних текстах «Суром (Воды) Египта». Ныне северо-восточная экстрааридная равнина дельты характеризуется наличием болот и солончаков с полигональными трещинами. В этой местности находится крупная насыпь – остатки древнего города Пелусий, ныне Телль эль-Фарама. Город был расположен и длительно функционировал на крупной полноводной Пелусийской – самой восточной протоке Нила в эпоху царствования Рамсеса II (1317-1251 г.г. до н.э.) по XII в.н.э. Позднее здесь длительное время действовал древний Восточный канал.

В современном рельефе как канал, так и Пелусийский рукав, выражены очень слабо. Рукотворный генезис канала подчеркивают его прямолинейный плановый рисунок и созданная насыпь по обоим берегам. Ширина его в основании постоянна – 70 м, ширина по дну – 20 м, глубины порядка 3-5 м. Трудно судить о том, какой была ширина и глубина воды в канале в то время, когда он был действующим, но можно полагать, что для древних судов глубины 2–3 м были достаточны. Постройка такого сооружения не являлась в то время из ряда вон выходящим техническим достижением. Для сравнения можно указать, что Суэцкий канал, построенный под руководством Ф. де Лессепса в 1875 г., характеризовался сходными размерами: имел глубину 8 м, ширину по дну 22 м и ширину водной поверхности 54 м. К тому времени уже был создан крупный канал, соединявший Нил с Фаюмским оазисом. Ирригационное значение Восточного канала было достаточно велико. Он питал водами сеть мелких оросительных каналов, которые можно различить на территории южнее Пелусийского рукава. Но кроме того, остатки канала, обнаруженные восточнее г. Кантары, свидетельствуют о том, что канал был частью большого водного пути, прорытого через перешеек и соединявшегося с Нилом через широтно ориентированную вади Тумилат. Таким образом, Восточный канал выполнял тройную функцию: он был оборонительным сооружением, использовался для орошения и судоходства.

Наличие этой широкой водной преграды, глубина которой не позволяла переходить ее вброд, было настолько же эффективным средством против проникновения банд грабителей и конных орд, как и любая стена. Возможно, что канал также охранялся цепью укреплений с небольшими гарнизонами. Пелусийский рукав на протяжении большей части древнего периода протекал через густонаселенную область Египта, был окружен плодородными землями и не был пограничным барьером.

Сооружение южной части канала было осуществлено только персидским царем Дарием I (522-486 гг. до н.э.).

Приведенные выше результаты исследований позволяют судить о том, что Восточный канал был древним сооружением, которое не использовалось и, возможно, было забыто уже в античные времена. Свидетельства существования Восточного канала сохранились в древних памятниках письменности.

Пелусийский рукав функционировал большую часть первого тысячелетия нашей эры и пришел в упадок неожиданно. В начале 800-х гг.н.э. произошел катастрофически мощный и быстрый выброс нильского аллювия в дельту и за ее пределы, что привело к наращиванию суши в виде обширной береговой равнины (мощностью осадков от 6 до 15 м, протяженностью 35 км и шириной до 12 км) в пониженной северо-восточной краевой части дельты Нила в Египте. Это событие вызвало перекрытие Пелузийского рукава, привело к прорыву нового рукава западнее Порт-Саида и началу более молодого, действующего по ныне рукава Дамьетта. Данные длинного ряда наблюдений за расходами воды на водомерном посту на Ниле - нилометре позволяют предположить, что серия крупных наводнений 813, 816 и 820 г.г. могла быть причиной этого разрушительного события. Внезапное перемещение значительных масс песка послужило причиной краха Пелусия – упоминавшегося выше египетского города, порта и цитадели северо-восточной части дельты Нила. Пелусий в устье Пелузийского рукава оказался отрезанным как от Нила, так и от Средиземного моря. Город неоднократно разрушался военными действиями [23]. Пелусий потерял свое значение и пришел в полный упадок в XII в. с приходом крестоносцев.

Доантичные и античные города аридной зоны, расположенные в дельтах крупных рек, и связанная с ними сельскохозяйственная и дорожная инфраструктура в результате длительного функционирования превращала дельтовые равнины в антропогенно-дельтовые аккумулятивные аридные равнины.

Города пустыни и их деградация. Упоминаний о древних городах пустыни много, остановимся на доказанных случаях их погребения песками или тонкопесчано-лёссовыми отложениями [7]. Многие города в древности строилось из местного материала, преимущественно из сырого кирпича, который без надлежащего ухода разрушался. Однако, наиболее крупные города создавались из скальных пород повышенной прочности, их руины частично сохранились на земной поверхности, частично были погребены.

Катна - самостоятельный город-государство в Сирии. Он был расположен в пограничной зоне между сферами влияния Египта и государства хеттов. Причиной его расцвета была дестабилизация политической обстановки в Египте в XVIII в. до н.э. Будучи на перекрестке крупных торговых путей из Европы в Азию и Африку, Катна быстро разбогатела и представляла крупный богатый город. Царский дворец с

многочисленными колоннами имел внушительные размеры 150x120м. Фараоны Египта Тутмос III и его сын Аменхотеп II несколько раз нападали на Катну, сражались южнее в районе древнего города Ния, но город был сохранен. Примечательно, что армия Катны использовала слонов. Позже он был выжжен хеттами, имевшими в то время наиболее сильную армию. Город был полностью разрушен, сожжен и погребен мощной толщей тонкопесчано-лессовых осадков. В рельефе современной аридной равнины он ныне не выражен. Древняя Катна начала раскапываться всего несколько лет назад.

Наиболее интересными погребенными песками были города пустынь Центральной Азии Ордоса и Такла-Макана.

Погребенные города песчаной пустыни Мо-усу на плато Ордос, Китай. Исторические документы Древнего Китая свидетельствуют о том, что в период династии Восточная Хань представлял цветущие луга, которые использовались под земледелие и животноводство. В 413 г. во время царства Ша здесь был основан столичный город Тун-Фан с населением порядка 200 тыс. жителей. Он был окружен лугами и пастбищами, реки были чистыми и многоводными. В 828 г. кустарники, окружавшие Тун-Фан, начали заноситься эоловыми песками, и в 994 г. город уже оказался в глубине песчаной пустыни и был разрушен [24].

В 197 г. вдоль южной окраины песчаного массива Мо-усу была построена Великая китайская стена, в юго-восточной части Ордосского плато были распаханы крупные песчаные массивы, цветущие луга были занесены эоловыми песками, и процветающий округ превратился в песчаную пустыню, 70% площади которой стали занимать сыпучие пески, дюны и засоленные низкие равнины. Наступление песков началось в эпоху династии Тан. С этого времени пески устойчиво двигались на юго-запад. Великая стена вызвала сведение растительности и создание новых массивов сыпучих эоловых песков в интервале IX – XV вв. к северо-западу от нее, и с середины династии Мин за 300 лет образовался пояс подвижных песков шириной 60 км юго-восточнее стены.

Погребенные эоловыми песками древние города Такла-Макана. Наиболее грандиозные последствия антропогенной активизации эоловых процессов были отмечены в пустынях Такла-Макан и Цайдам. До 100-200-х годов это были цветущие степные районы. В результате изменения русел рек, недостаточного орошения и разрушительных войн эти плодородные равнины не восстановились, и их поглотила огромная пустыня. Лишь изредка из-под мощных эоловых песков можно видеть руины крупных древних городов Лулан, Джуан, Джингуй, успешно развивавшиеся в 206 г. до н. э. – 220 г. н. э., а также г. Хейченг – в 1038-1227 г.г. Погребенные города, в сущности, являются «артефактными антропогенно-геоморфологическими системами».

Антропогенно-организованные формы рельефа

Островные антропогенные горы - явление широко распространенное, на обширной территории афро-азиатского аридного пояса они встречаются очень часто. Их главными качествами были неприступность и удобные для строительства особенности рельефа и геологического строения. Особенно удобными были склоны с выходами чередующихся плотных пород (известняков и мергелей) и рыхлых песчаников. Первые служили крышами и полами, а во вторых создавали комнаты и квартиры. Наиболее ярким примером такого рода является островная антропогенная гора Ченини в Южном Тунисе.

Антропогенные песчаные сели пустынь. Издавна существует проблема быстрых катастрофических событий в песчаных пустынях, уносивших множество жизней, например, загадочная гибель крупного войска Камбиза – 15 тыс. чел. - в Ливийской пустыне в 523 г. до н.э. Изучая многочисленные разрезы хорошо сортированных песков разных пустынь афро-азиатского пояса, были неоднократно обнаружены неясные деформации типа крупных карманов и ложбин, которые в современном рельефе песков никак не отражались. Поэтому интерес представляют данные об антропогенных селях песчаных пустынь [25,26]. В 2010 г. нам удалось познакомиться с районом прохождения одного из них.

На юге песчаной равнинной пустыни Муюнкумы в Казахстане, песков Джаманкум, где 28.01.1988 произошел мощный песчаный селя, сопровождавшийся глубоким – до 70-80 м врезом, созданием в песчаной равнине ущелья в песках и вызвавший природно-антропогенную катастрофу, унесшую человеческие жизни. Селевый поток сформировался при прорыве озера – накопителя сточных вод в песках Джаманкум. Озеро Жаманкум отделял от р. Каскелен массив эоловых среднеплейстоценовых эоловых песков протяженностью около 6 км. Озерная котловина приурочена к удлиненному понижению в этих барханных песках северо-восточной ориентировки. Рельеф эоловых песков бугристо-грядовый, с ареалами барханного. Протяженность котловины при ее заполнении до максимально допустимой отметки составляет 6 км, ширина – до 1,5 км, максимальная глубина до 10 м; максимальный объем накопителя составлял 29,4 м³ при площади 6,43 км². В результате длительного – более 10 лет сброса сточных вод образовалось озеро и расположенная под ним насыщенной водой песчаная линза неправильной формы в плане. Протяженность языка линзы,

ориентированного на восток, в сторону долины р. Каскелен, составила 5 км. В этом же направлении был ориентирован уклон коренных скальных пород, подстилающих песчаные толщи. По мнению экспертов – проектантов, инженеров и гидрогеологов, в результате неконтролируемого сброса сточных вод в накопитель в 1987-1988 г.г. предельно допустимый уровень заполнения накопителя был превышен на 85 см, и в озерной ванне накопилось около 36 млн. м³ воды. В конце января 1988 г. воды прорвали восточную часть перемычки озера накопителя и с высоты 87 м выстрелили на восток, в сторону долины р. Каскелен, образовав в песках крутосклонный каньон глубиной более 70 м. Прорыв вод был облегчен естественной направленностью потока грунтовых вод по уклону в сторону местного базиса эрозии – долины Каскелена. Зеркало грунтовых вод здесь расположено на глубине 30-50 м, имеет средний уклон около 1‰. Из каньона выброшенные мощным селевым потоком песчаные массы мощностью 7-10 м пересекли долины равнинного Каскелена, сорвали мост с автомашиной (все пассажиры погибли) и образовали распластаный конус выноса площадью до 5,5 км² и объемом в 14,8 млн. м³. Отсюда сель продолжал движение вниз по долине Каскелена, где отложил около 33 млн. м³ песков, и вынес в Капчагайское водохранилище около 4 млн. м³ песчаной массы. В дельте Каскелена в водохранилище мощность песчаных осадков варьирует в пределах 0,5 м. После прохождения селя влажные песчаные толщи выполнили каньон, не оставив его следов в современном рельефе и строении песчаных отложений. Рассмотренный сель безусловно может быть отнесен в антропогенным селям песчаных пустынь. Его значение велико для учета возможных природно-антропогенных катастроф этого рода в песчаных пустынях и песчаных массивах полупустынной и степной зон.

Антропогенные вадии. Строго говоря, все вадии во все времена использовались человеком. В зависимости от характера исходных и современных гидрологических условий вадии могут быть подразделены на два класса. Наиболее широким распространением пользуются вадии с полностью сухими руслами и бассейнами. Это типичные вадии. В их пределах по разным причинам могут возникать и развиваться современные эрозионные, также ныне сухие врезы. Это «вадии-овраги» и «вадии-промоины». Меньшую группу вадии составляют наиболее крупные эрозионные формы, которые на всем протяжении наследуют древние долины, располагаясь на продолжении современных эскарридных рек. К последнему типу относится, например, крупная – более 400 км вадии Драа на юге Марокко, состоящая из двух существенно различных участков. Ее верховья расположены в горных сооружениях Атласа и имеют характер горной реки с постоянным водотоком. После пересечения рекой горного хр. Антиатлас Драа становится широкой, большой протяженности и ширины вадии, вдоль которой только в исключительно многоводные годы течет водный поток, изредка доносящий свои воды до Атлантического океана. Этот тип вадии в сущности является «вадии-речная долина». Наиболее распространенным типом вадии являются короткие вадии, перегороденные серией грунтовых дамб или плотин для удержания вод редких, но мощных ливней. В типичной вадии такого типа, расположенной на западном склоне мелкогогорья Ксур, насчитывается 11 дамб. Антропогенные экстрааридные вадии весьма широко распространены, а подрусловые пресные или очень слабосоленые воды в их аллювии встречаются очень часто и в отдельных районах повсеместны. На протяжении последних 5-6 тысяч лет человек научился добывать подземные воды вадии созданием кяризов, колодцев и углублений, дамб и плотин, перегородивающих вадии и аккумулирующих влагу.

Антропогенные педименты. Эволюция педиментов аридной зоны должна быть дополнена антропогенными преобразованиями. В районе древнего освоения пещерными жителями – троглодитами Матмата, Южный Тунис, издвеле создавались удобные жилища в толще плотных тонкопесчаных суглинков подножий педиментов.

Разумеется, перечень антропогенных преобразований аридных равнин не исчерпывается рассмотренными. Большой интерес, в частности, представляют вопросы террасирования склонов, дорожного строительства и связанные с ними процессы.

Крупные антропогенные моря. Более века рассматривается возможность создания крупного антропогенного искусственного водохранилища в пределах Североафриканской мульды, в основном в районе алжиро-тунисских шоттов, на протяжении полувека не прекращаются разработки проектов создания крупного водоема в Калмыкии в России. В проекте создания антропогенного моря в Северной Африке предполагается соединить каналом впадину шоттов с зал. Габес.

Вывод. Таким образом, рассмотренные выше антропогенные аридные равнины в пределах песчаных пустынь пользуются широким развитием, во многих из них в среднем голоцене, местами в средневековье были расположены и успешно функционировали цветущие плодородные равнины с городами, каналами, дорожной сетью и проч. Эоловые пески пришли в движение в связи с уничтожением первичной растительности и сформировали на этих местах вторичные природно-антропогенные песчаные пустыни.

Эти данные позволяют отнести большинство аридных равнин, включая песчаные пустыни, в категорию антропогенных равнин, и таким образом, расширить представление о геоморфологическом антропогенезе.

1. Чичагов В.П. Проблемы аридной геоморфологии // Геоморфология. 2011. № 2. С.13-23.
2. Чичагов В.П. Устойчивость и изменчивость семиаридных эоловых систем. В кн.: Развитие рельефа и его устойчивость. М.: Наука. 1993. С. 97-125.
3. Чичагов В.П. Эволюция рельефообразования юго-востока Азии. М.: Институт географии РАН. 2000. 205с.
4. Лукьянова С.А. Южное побережье Средиземного моря / В кн.: П.А. Каплин, О.К. Леонтьев, С.А. Лукьянова, Л.Г. Никифоров. Берега. М.: Мысль. 1991 С.259-266.
5. Swezey С.К., Lancaster N., Kocurec G. et al. Response of Aeolian systems to Holocene climatic and hydrologic changes on the northern margin of the Sahara // Holocene. 1999. 9.2. Pp. 141-147.
6. Swezey С.К. Eolian sediment responses to late Quaternary climate changes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology. 2001. 167. Pp. 119-155.
7. Чичагов В.П. Аридная геоморфология. Платформенные антропогенные равнины. 2010. М.: Научный Мир. 520 с.
8. Чичагов В.П. Аридные подгорные равнины и их организованность. В кн.: Геоморфологические системы: свойства, иерархия, организованность. 2010. М.: Медиа-Пресс. С. 31-47.
9. Махачек Ф. Опыт регионального морфологического описания. М.:ИЛ. Т.2. 703с.
10. Lamb H.F., van der Kraas S. Vegetational response to Holocene climatic change // Holocene. 1995. 5. Pp. 400-408.
11. Lamb H.F., Gasse H.N.,van der Kraas S. et al. Relation between century-scale Holocene arid intervals in tropical and temperate zones // Nature. 1995. 373. 134-137.
12. Чичагов В.П. Поднятие Ксур в Северной Африке // Геоморфология. 2005. № 4. С. 86-96.
13. Rognon S.Z. Evolution du relief et paleoclimats depuis 40 000 ans sur bordure nord du Sahara // Rev. De Geogr. Phis. et Geol. Dynamiq. 1976. Vol. 203 (18). P. 251-282.
14. Miller K. Itineraria Romana. Stuttgart. 1916. 816 p.
15. Ouezdou H.B. On the Hypothesis of the Saharian sea // C.R. Acad. Sci. Paris. 1989. Т. 308. Serie II. P. 767-772.
16. Said R. The Geology of Egypt. Amsterdam-New York: Elsevier. 1962. 377 p.
17. The Geological Evolution of the river Nile. 1981. Springer-Verlag. New York, Heidelberg, Berlin. 146 p.
18. Сафьянов Г.А., Лотфи М.Ф. Динамика морского края Нильской дельты // Геоморфология. 1995. № 3. С.83-92.
19. Neev D. The Pelusium Line – a Major transcontinental Shear // Tectonophysics. 1977. V. 38. P. 11-18.
20. Said R. Geomorphology / The Geology of Egypt. 1990. P. 9-26.
21. Чичагов В.П. Основной современный деструктивный эндогенный режим и создаваемые им морфоструктуры / Время и возраст рельефа. Новосибирск: Наука. 1994. С. 154-170.
22. Sneh A., Weissbroad T., Perath I. Evidence for Ancient Egyptian Frontier Canal // American Scientist. 1975. Sept.-Oct. V.63. P. 542-548.
23. Наполеон Б. Египетский поход. СПб.: Азбука-классика. 2007. 432 с.
24. Mainquet M. Desertification. Natural Background and Human Mismanagement. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg. 1991. 306 p.
25. Хайдаров А.Х., Шевырталов Е.П. Селевые явления в песках Жамнкум 28-29 января 1988г. // Селевые потоки. 1989. № 11. С.49-59.
26. Таланов Е.А. Региональная оценка эколого-экономического риска от водной эрозии и селей. Алматы: КазНУ. 2007. 351с.

ПУТИ ЛЕСОАГРАРНОГО ОСВОЕНИЯ АРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ КАЛМЫКИИ

Аннотация: Рассматриваются структура, породный состав и основные виды насаждений в Республике Калмыкия. Приводятся мероприятия по оптимизации их состояния.

Ключевые слова: лесомелиорация аридных земель, дендрофлора, агролесоландшафт.

Республика Калмыкия является наиболее засушливым регионом Российской Федерации. Среднегодовое количество осадков колеблется от 420 мм в Западной зоне до 210 мм в Восточной зоне. Испаряемость превышает количество осадков в 3-4 раза. За последние 40-50 лет из-за нерационального природопользования резко возросла экологическая напряженность, проявляющаяся в деструкции природных экосистем, снижении биоразнообразия, прогрессирующем опустынивании территории Калмыкии. Воздействие антропогенных факторов на фоне жестких природных условий, хрупкости и нестабильности экосистем этого региона привело к деградации растительности, эрозии, засолению почв и другим негативным явлениям. Из-за экологических нарушений в Прикаспии возросла дискомфортность жизненного пространства прилегающих к нему территорий. Для улучшения экологического состояния территории требуется осуществить комплекс программ охраны, защиты и восстановления природных экосистем. Защита и улучшение земель, затронутых частично процессами деградации и опустынивания, является важной составной частью стратегии рационального природопользования. В этот блок, наряду с мероприятиями по строгому регулированию нагрузки на пастбища, должно быть включено защитное лесоразведение.

В системе мер по оптимизации деградированных и опустыненных территорий, сохранении и целенаправленном преобразовании агроландшафтов лесомелиорация, как одна из экологически чистых видов мелиорации, основывается на использовании почвозащитных, водорегулирующих и других средозащитных и средообразующих свойств защитных лесных насаждений различного функционального назначения.

Видовой состав естественной древесной растительности Калмыкии крайне беден вследствие комплекса неблагоприятных климатических, почвенных и гидрогеологических условий. Деревья и кустарники приурочены к пониженным местообитаниям: оврагам, балкам, долинам, способным обеспечить дополнительное увлажнение растений сбором твердых и жидких осадков и выходом на поверхность грунтовых вод. По балкам Ергеней отмечается произрастание таких древесных пород, как дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), осина (*Populus tremula* L.), слива колючая (терн) (*Prunus spinosa* L.), вяз листоватый (берест, карагач) (*Ulmus carpinifolia* Rupp. ex Suckow), яблоня лесная (*Malus sylvestris* (L.) Mill.), боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna* Jacq.), жестер слабительный (*Rhamnus cathartica* L.), тамарикс Палласа (*Tamarix pallasii* Desv.), и др. [1].

Дендрофлора Республики Калмыкия, культивируемая в защитном лесоразведении и озеленении, представлена 65 видами, из которых более 50 видов являются интродуцентами [2]. Работы по интродукции, занимающейся введением в культуру хозяйственно-ценных растений, позволили найти широкое применение в насаждениях различных типов акации белой, гледичии обыкновенной, вяза приземистого, сосны крымской и многих других пород. В то же время территория Республики Калмыкия испытывает нарушение равновесия природных экосистем, выражающееся в опустынивании и потере биоразнообразия.

В сложных лесорастительных условиях наиболее эффективно проведение комплекса работ по лесоразведению на сравнительно благоприятных для лесовыращивания интразональных лугово-чернозёмных, лугово-лиманных, тёмноцветных, лугово-светло-каштановых, лугово-полупустынных, луговых и лугово-лиманных полупустынных почвах. Вместе с тем искусственно созданные лесные насаждения в республике являются уникальным примером разведения леса также и на зональных светло-каштановых и бурых полупустынных почвах в условиях сухой степи и полупустыни.

Общая площадь земель государственного лесного фонда Калмыкии составляет около 55,5 тыс. га или 0,7% от всех республиканских земельных угодий различных типов и форм собственности [3]. Вопрос наиболее оптимальной площади лесных ресурсов (лесистости) в различных почвенно-климатических условиях остается открытым и дискуссионным. Оптимальная лесистость позволит осуществить в полной мере биосферные, ресурсные и другие функции целевого предназначения лесонасаждений. Лесные насаждения по республике распределены неравномерно, их удельный вес обусловлен лесорастительными условиями и эффективностью хозяйствования лесохозяйственных организаций (лесхозов). Лесистость колеблется от 0,03% в Октябрьском и Яшкульском районах до 1,53% в Городовиковском районе.