

АРИДНЫЕ ПОДГОРНЫЕ РАВНИНЫ И ИХ АНТРОПОГЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**Введение**

Подгорные равнины аридных стран представляют важный и перспективный для изучения объект, как зона перехода от поднятий к впадинам, зона наиболее многообразного и интенсивного проявления экзогенных процессов и зона древнейшего заселения и использования человеком. Рассмотрим два основных типа подгорных равнин – пролювиальный и денудационный (педименты) на примере Среднего Востока. Педименты - это пологонаклонные денудационные равнины, формирующиеся в результате параллельного отступления расположенного выше крутого склона под действием поверхностного стока и дефляции. Ниже приводятся результаты проведения геоморфологического анализа структурных, скульптурных особенностей и антропогенных преобразований экстрааридных, аридных и семиаридных подгорных пролювиальных и денудационных равнин на примере Иранского нагорья в процессе полевых исследований автора с привлечением данных космического зондирования и публикаций.

В истории формирования современного равнинного рельефа Иранского нагорья различаются два главных этапа: исходный – миоцен-плиоценовый и новейший – позднелиоцен-плейстоценовый. К концу плиоцена рельеф региона представлял обширную равнинную страну с разрозненными поднятиями с высотами порядка 500 м. В позднем плиоцене – раннем плейстоцене на севере региона, вдоль южной границы Южно-Каспийской впадины сформировалось высокое (высшая точка вулкан Демавенд, 5604 абс. м.) горное поднятие Эльбурса [1].

Изучаемая территория по характеру тектоники, геодинамики и равнинобразования делится на две части – орогенную и платформенную. Расположенные южнее Эльбурса подгорные равнины орогенного типа вовлекаются в интенсивное плиоцен-плейстоценовое поднятия этого хребта, характеризующегося амплитудой высот до 4000-4500 м и надвигом на юг. Они характеризуются интенсивным проявлением современных эндогенных процессов: сейсмоструктоники, соляной тектоники и грязевого вулканизма [2]. Подгорные равнины платформенного типа формируются унаследованно с конца миоцена в условиях общего новейшего регионального поднятия с амплитудами 200-440 м. Оба типа характеризуются длительными – ~ с 8000 л.н. [3] и разнообразными антропогенными преобразованиями.

Пролювиальные и денудационные равнины орогенного типа

Пролювиальные равнины. В процессе быстрого, неравномерного поднятия Эльбурса в раннем плейстоцене стекающие с него реки выдвигали на юг обширные конусы выноса – субаэральные дельты, сложенные глыбами скальных пород, щебнем и гравием. От гор к равнинам крупность обломков закономерно уменьшается и в пределы равнин выносятся песок и глинистый материал. Эти подгорные пролювиальные равнины распространены вдоль южного подножья Эльбурса и высокогорных поднятий Северо-Восточного Ирана – Хорасана – хр. Кухе-Сорх (2604 м), Копет-Дага (3117 м) и расположенных между ними хребтов Джагатай (2955 м), Биналуд (3314 м) и др. Южная граница их распространения представляет зону параллели 35° с.ш. Рельеф этих подгорных равнин формируется в условиях пустыни, но с повышенным среднегодовым количеством осадков от 200 до 500 мм с максимумом в зимнее время, характеризуется рядом особенностей. Первая особенность: в связи с тем, что северные склоны поднятий здесь более обводнены и увлажнены, чем южные, в их пределах, по данным исследований иранских ученых, протекают не свойственные пустыням оползневые процессы – оползневые массы здесь выпаживают рыхлые отложения прилегающих участков равнины [4]. Другой особенностью рассматриваемых равнин являются излияния подземных вод из крупных конусов выноса в пределы расположенной ниже, смежной равнины. Эти концевые разливы водотоков формируют здесь сложенную песками и суглинками периферийную, застойноводную фацию пролювия и образуют местами плайи – замкнутые заболоченные понижения. Третья особенность в преобладании процессов дефляции – повсеместное развевание рыхлых отложений ветрами и локальное проявление песчаной аккумуляции.

Среди подгорных равнин южных подножий Эльбурса наиболее представительна и изучена Тегеранская подгорная пролювиальная равнина. Тегеран стоит на мощной (видимая мощность более 100-200 м) толще плотных и уплотненных обломочных отложений такого типа. В связи с постоянным распространением города с численностью населения более 12 млн. жителей в более высокие части слившихся плейстоценовых конусов выноса требовалось обоснование для прокладки соответствующих коммуникаций, в частности линий метрополитена, одна из которых проведена по простиранию, а другая по падению конуса выноса.

В выемках шоссе в пределах Верхнего Тегерана автор изучал обнажения плохосортированных, неокатанных обломочных отложений с заполнителем из несортированных гравийно-песчаных отложений с участием легких суглинков. Слоистость хаотичная, невыдержанная, по простиранию на одних участках круто падающая, на других имеет обратный уклон, на третьих собрана в несимметричные неясные короткие складки. В строении этих отложений запечатлены основные особенности эволюции поднятия Эльбурса и смежных подгорных равнин. В связи с этим эта толща заслуживает более подробного рассмотрения.

Серия подгорных пролювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений Тегеранской равнины состоит из четырех пачек или свит: хезардарех, кохризакский аллювий, хорремабадский аллювий и тегеранский аллювий [5,6]. Взаимоотношения свит разнообразны, сильно изменчивы по падению и простираению древних конусов выноса, а также в зависимости от исходного рельефа подошвы – исходного рельефа.

В основании разреза залегают светлоокрашенные конгломераты и галечники свиты хезардарех. Слагающий ее обломочный материал плохо сортирован, угловатый и плохо окатанный. Преобладают обломки диаметром 5-10 см, но встречаются глыбы скальных пород величиной до 1 м. По данным бурения мощность отложений у фронта надвига Эльбурса на юг достигает 1200 м, быстро падая к югу до 30 и менее метров. Возраст свиты соответствует времени начала интенсивного воздымания Эльбурса в новейшее время и относится к позднему плиоцену – раннему плейстоцену.

На кровле свиты хезардарех с угловым несогласием и размывом залегают грубообломочные отложения – кохризакский аллювий. В его основании вблизи гор залегают пачка базальных конгломератов из неокатанных обломков мощностью 1-2 м. По мере удаления от гор они замещаются аллювиальными переслаивающимися галечниками, лёссовидными суглинками и глинами с включением гравия и карбонатных конкреций. Мощность кохризакской свиты 100-50 м в вершинах конусов выноса и до 10 м на Тегеранской равнине в 20 км южнее Тегерана. Время накопления свиты – второй этап интенсивного воздымания Эльбурса, по видимому, в раннем плейстоцене.

Следующая вверх по разрезу аллювиально-пролювиальных отложений Тегеранской равнины свита представлена тегеранским аллювием. Он с размывом залегают на кровле кохризакского аллювия; слагает молодые, но уже расчлененные конусы выноса, представлен слоистыми переслаивающимися алевритами, песками, галечниками и конгломератами. Слоистость грубая, но четкая, сортированность плохая, цвет серый, местами коричневый: в базальном горизонте красные выветрелые обломки. В кровле красная латеризированная кора выветривания конгломератов с карбонатной цементацией мощностью до 1 м. В многочисленных разрезах Северного Тегерана таких кор несколько. Они переслаиваются с прослоями песка и гравия, гальки и валунов мощностью 3-4 м. Состав обломочного материала местный, часто совершенно разный в толщах соседних конусов. Мощность пролювия этой свиты от десятков сантиметров до первых десятков метров, максимум 90 м. Типично уменьшение мощности тегеранского аллювия от вершин конусов к югу, к равнине. Возраст свиты по археологическим данным и радиоуглеродным датировкам, варьирует от 50-40 тыс. л.н. до 6-7 тыс. л.н.

Кровлю тегеранского аллювия с размывом перекрывают слагают пролювиальные отложения - хорремабадский аллювий среднеголоценового, атлантического возраста порядка 5.5 тыс. л.н. Он слагает в северной части Тегерана полосу слившихся конусов выноса, залегают с размывом на кровле нижележащей свиты, отличается темной коричневой и светлой зеленовато-серой окраской, отсутствием цементации. Состав преимущественно гравийный, реже галечный, в кровле залегают маломощный покров мелкозема. Галька занимает нижние части разреза, имеет среднюю и хорошую окатанность. В руслах крупных уэдов нередко крупные глыбы и огромные блоки скальных пород. Внешнюю, периферическую часть конусов выноса (хорремабадского аллювия) слагают слившиеся на равнине южнее Тегерана в одну зону маломощные суглинки [7] с обломками костей, древесного угля, фрагментов керамики. В суглинках встречаются прослой погребенных почв и культурные слои. Мощность хорремабадского аллювия в Тегеране всего 4 м.

Пространственная организация рассмотренных пролювиальных отложений в пределах Тегеранской равнины весьма сложна. Конусы выноса местами вложены, местами перекрывают друг друга. В ряде равнинных районов на поверхность выходят более древние пролювиальные отложения [8].

В пролювиальных, разной степени сцементированности толщах подгорных равнин происходит интенсивная гидрогеологическая деятельность. Подземные воды здесь образуют единую, сложно построенную гидравлическую систему, объединяющую несколько водоносных горизонтов в разно- и среднезернистых песках, гравийных, галечниковых, валунных и щебнистых отложениях. Водоносные горизонты разделяются водоупорными, сложенными глинами, суглинками и алевритами, мощностью от первых до нескольких десятков метров. Наиболее обильный верхний водоносный горизонт имеет мощность 40 м.

Подземные воды в регионе издавна эксплуатируются колодцами, кяризами (канатами), каптажем источников и скважинами. В XXI в. успешно качаются подземные воды ранее недоступных глубоких горизонтов с использованием энергии ветро-энергетических установок.

На Среднем Востоке население издавна использует сезонные поверхностные и постоянные подземные воды пролювиальных конусов выноса и плотно заселяет их. Большинство крупных городов этого региона, начиная с Тегерана и кончая столицами государств Средней Азии, расположены на крупных субэральных дельтах.

Как было показано выше, пролювиальные отложения формировались прерывисто, в этапы активизации поднятий Эльбурса. В перерывах между поднятиями поверхность наклонных пролювиальных равнин подвергалась воздействию поверхностного струйчатого стока и дефляции и формировалась по типу наклонных подгорных денудационных равнин - педиментов.

Педименты южных подножий Эльбурса формируются между описанными выше конусами выноса, представлены преимущественно подгорными, характеризуются наибольшей крутизной от 5-6 до 10-12° и наибольшей высотной амплитудой – размахом рельефа до 200-250 м, разрозненностью, сравнительно небольшой протяженностью и обилием скальных островных гор, гряд и холмов. Их поверхность покрыта маломощным чехлом мелких обломков

и щебня скальных пород с песчано-лёссовым заполнителем. В нижней части педимент переходит в распластанный, выположенный конус выноса средне-позднеголоценового возраста, сливающийся с плоской поверхностью пустыни Деште-Кевир. Это активно развивающиеся, современные педименты, формирующиеся во фронтальной части испытывающего надвиг на юг Эльбурса.

Их основными особенностями является чередование с крупными конусами выноса, сухими речными долинами, присутствие островных гор и гряд, отдельных соляных штоков, изливания подземных вод и образование плайя. На границе с пустыней встречаются участки полностью разрушенных горных поднятий – низкие, скальные холмы и гряды, поверхность которых отшлифована ветро-песчаными потоками. Таким образом, педименты южных подножий Эльбурса характеризуются молодостью, активным освоением – разрушением локальных поднятий в пределах поднимающейся фронтальной части надвига.

Денудационные равнины платформенного типа

В пределах обширной территории Иранского нагорья, расположенной южнее Эльбурса, вне зоны его тектонического поднятия развит более древний, более выровненный рельеф и менее расчлененный рельеф педиментов, объединяющихся в обширную денудационную равнину - педилен. Начало его формирования относится к времени регрессии миоценового моря, а возраст наиболее молодых, активно развивающихся педиментов - к среднему голоцену - времени формирования хорремабадского аллювия. На аэро-, космических снимках и в процессе наземных наблюдений здесь распознаются существенно иные - небольшие, пологие, часто разрозненные конусы, сложенными более мелкими обломками значительно меньшей мощности – щебнем, гравием, грубозернистыми песками, нередко перекрытыми эоловыми мелкими песчаными отложениями. Это – сформированные вдоль оснований педиментов маломощные, плохо сортированные отложения. Педименты формируются здесь в экстрааридных условиях с минимальными, выпадающими преимущественно в холодный зимний период среднегодовыми осадками 20-50 мм. Поверхность педиментов испещрена сетью неглубоких эрозионных рытвин, в одних местах выровнена поверхностными водами, в других отшлифована ветропесчаными потоками периодически дующих сильных ветров. Ниже педиментов во впадинах расположены плоские, с горизонтальными поверхностями, глинистые равнины – даги и засоленные – кевир, являющиеся миниатюрными аналогами двух крупных пустынь Среднего Востока – Деште-Кевир и Деште-Лут.

Особую роль в формировании педиментов Иранского нагорья играет ветровая – эоловая деятельность. Ветры здесь дуют практически постоянно в двух направлениях - с северо-запада и юго-запада. Типичны и сильные местные ветры, например, шемал на побережье Перидского залива и достигающий ураганной силы «ветер 120 дней» в пределах нагорья. В результате длительного разрушения гор в процессе параллельного отступления их склонов с конца миоцена педименты уничтожили ряд низкогорных поднятий, оставив на их месте низкий, сильно выровненный и разрушенный рельеф мелкогорий, скальных гряд, холмов, островных гор, утопающих в этих даштах, мелкосопочника и бедленда - педилен.

Педименты занимают разное положение в современном рельефе Иранского нагорья - нагорные, перевальные, подгорные, педименты цирков и заливов, педименты бассейновые, педименты подножий островных гор, долинные, откопанные, погребенные, педименты-конусы и педименты в мягких породах.

Педименты Хорасана, Северо-Восточный Иран, представлены двумя типами – подгорными и равнинными. В пределах предгорий под крутыми горными склонами развиты типичные, активно формирующиеся подгорные педименты крутизной от 3-4 до 6-8°, состоящие из скальной и аккумулятивной частей. Их относительные высоты 100-200 м, они образуют отдельный ярус современного рельефа с абсолютными высотами 500-600 м и опираются на межгорные равнины Мешхед-Кучанской и Нишапурской впадин.

Равнинные педименты, образующие педилен, занимают значительные площади Хорасана, создают равнинный фон низкого, малоамплитудного – до 100 м, денудационного рельефа: сильно уплощенных изометричной формы в плане поднятий с извилистыми (денудационными) контурами, с длинными склонами протяженностью в несколько километров и крутизной в несколько градусов, широких и узких гряд, островных гор, превращенных в скальные холмы, холмистого рельефа и разрозненных островных гор и останцов. Этот денудационный рельеф изобилует длинными, пологими, реликтовыми - остановившимися в своем развитии педиментами. Педименты противоположных склонов здесь нередко соединяются широкими плоскими перевалами – перевальными педиментами также с дефляционными поверхностями. Как было отмечено выше, Хорасан – область интенсивной эоловой деятельности. Ветровая энергия в районах, отличающихся постоянством (направлений и скоростей) воздушных потоков, успешно используется ветро-энергетическими установками. Поверхности педиментов нередко занесены перевеваемыми эоловыми песками мощностью до метра. Весь денудационный рельеф здесь значительно выровнен и уплощен, сильно разрушен, имеет дряхлый облик и является, как было показано выше, по-видимому, позднеплиоценовым. Конусы выноса двух или трех возрастных генераций включены в состав денудационного рельефа, молодых конусов здесь нет. Педименты здесь формируются по поверхности красноцветных отложений позднего плиоцена и по кровле сильно размытых древних пролювиальных отложений. Рельеф равнин Хорасана представляет собой каркас древнего, некогда более высокого и расчлененного рельефа низких гор и мелкогорий – реликтов доорогенного рельефа. Равнинные педименты достигли здесь предельной стадии и сформировали педилен.

Таким образом, во впадинах Хорасана, особенно в Нишапурской преобладают денудационные равнины заключительной стадии развития педиментов типа педилены.

Педименты южной и юго-западной окраины пустыни Деште-Кевир, Центральный Иран, представлены подгорными, перевальными и долинными. Подгорные педименты имеют однообразное строение и представлены двумя типами – активным современным и пассивным более древним. Первые подгорные, короткие, крутизной до 5-7° оконтуривают северо-восточные склоны хребта Кухбенан. Они имеют значительную протяженность, выдвигаясь на несколько километров на равнину пустыни и обтекая разрушаемые ими островные горы и гряды. Вторые аналогичны описанным для южных подножий Эльбурса. Субаллювиальные бенчи педиментов здесь также широки. Их водоносность меньше, чем в северных, но достаточно велика чтобы заполнить подземные водоохранилища. На глубинах от 12 до 20 м, реже более, текут потоки пресных и слабосоленых вод. В пределах г. Йезд автор наблюдал текущий на глубине 18 м постоянный поток, снабжающий город водой.

Широким развитием пользуются долинные педименты, которые значительно расширили впадины и долины ныне сухих рек.

Экстрааридные педименты равнин межгорных впадин Загроса в Южном Иране были обследованы в треугольнике с вершинами в гг. Ширази, Йезд и Исфаган. По разнообразию и морфологии они резко отличаются от рассмотренных выше педиментов. Здесь, в условиях межгорных тектонических впадин разной ширины и протяженности развиты подгорные, перевальные, островные педименты; педименты-конусы и педименты-заливы.

Педименты-заливы представлены здесь наиболее широко. Они имеют наклонные поверхности крутизной от 5-7 до 12-15°, глубоко – до 300-700 м, проникающие из впадин и долин редких рек вглубь горных склонов. Их устья всюду висячие – опираются не на днища впадин и долин, а переходят в них крутыми короткими склонами. Педименты-заливы имеют плоские и местами пологовогнутые днища. Следов эрозионных врезов в их днищах нет. Их поверхности во многих случаях отличаются устойчивостью и не несут следов интенсивной современной дефляции.

Их плановые очертания чрезвычайно разнообразны, одни оконтурены прямыми линиями и имеют ящикообразную форму, другие приобретают вид открытого залива, третьи имеют форму бассейна неправильно округлой формы с узким горлом в нижней части. Педименты-заливы в бортах поднятий Загроса имеют реликтовых характер. Их первичная крутизна, по-видимому, не превышала 3-7°, а современные уклоны обусловлены малоамплитудными новейшими поднятиями. В отдельных случаях верховья педиментов-заливов противоположных склонов низкорных узких линейных хребтов сближаются, образуя перевальные педименты.

Педименты-конусы развиты у подножий невысоких хребтов и гряд, имеют небольшие размеры, протяженность до 200-300 м и крутизну до 5-7°; опираются на поверхность днищ тектонических впадин, обычно разобщены. Наиболее часто встречаются скальные, отшлифованные ветропесчаными потоками поверхности, реже – покрытые тонким панцирем мелкообломочно-гравийного – остаточного-дефляционного материала. Этот тип педиментов интенсивно формируется в современную эпоху.

Островные педименты – короткие до 70-100 м и крутые – до 10-12°, в отдельных случаях до 15-18°, окаймляют подножья редких островных остаточных гор, расположенных в широких днищах тектонических впадин или расширениях крупных рек. Их морфология различна. Типичны крутосклонные островные горы, увенчанные броней горизонтальных пластов устойчивых метаморфических пород, ороговикованных известняков и песчаников. Их поперечные профили всегда асимметричны. На плоских кровлях островных гор нередко расположены руины древних цитаделей, на склонах – россыпи крупных выветрелых обломков строений.

Перевальные педименты пересекают отдельные низкорные хребты, закладываясь преимущественно вдоль зон древних разломов и зон повышенной трещиноватости; имеют разную ширину от 100-200 до 400-600 м и постоянную крутизну около 5-7°. Встречаются два типа – низкие и высокие. Наиболее распространены низкие, поверхность которых возвышается над смежными впадинами на 100-150 и менее метров. Иногда наиболее низкие их них образуют широкие пологие проходы с плоскими днищами между разрушенными ими горными массивами. Перевальные педименты здесь одновременно являются дефляционными проходами, издревле используются для прокладки дорог и в военных целях. Перевальные педименты продолжают активно развиваться в современную эпоху.

Иной облик имеют перевальные педименты в водораздельной зоне хребтов. Прежде всего, они обычно плоскодонные, неглубоко – до 50-80 м врезанные в выровненные водораздельные поверхности, пологие – с крутизной 2-5°. Их ширина варьирует от 50-80 до 200-300 м. Эти открытые, широкие, свободно продуваемые водораздельные понижения тем не менее не несут следов активной современной дефляции. Морфология их отдельных отрезков напоминает фрагменты древних долин. Поверхности выравнивания здесь также проблематичны; высоты в их пределах значительно варьируют, фрагменты равнин невелики и разрознены. Местами с ними связаны высокие реликтовые, ныне пассивные перевальные педименты.

Подгорные педименты и педиplen развиты в рассматриваемом регионе практически повсеместно, образуя на отдельных участках прерывистые, на других непрерывные полосы, окаймляющие подножья горных хребтов. Преобладают широкие – до 1-2 км и пологие – 3-7° педименты. В пределах широких тектонических межгорных впадин их субаллювиальные бенчи – длинные пологие конусы выноса распространяются в пределы равнин днища, которые имеют рельеф педипленов с интенсивной дефляционной скульптурой. На протяжении десятков километров развит рельеф значительно выположенных низких – до 100-150 м поднятий. Их вершинные поверхности большей частью скальные, реже покрыты маломощным чехлом обломков, образующих незавершенную гамаду. Поднятия расчленены перевальными педиментами, которые в ряде случаев книзу трансформируются в педименты-конусы. Последние часто бывают единичными, но иногда их два или даже три, вложенных один в другой. Причем двойные и

тройные педименты-конусы встречаются в пределах низких поднятий с плоскими поверхностями и образовались в результате прерывистого поднятия региона.

Педименты-конусы извилистым фронтом выдвигаются в пределы равнины экстрааридной пустыни, дефляционный рельеф которой состоит из чередования плоских и волнистых участков с покровом щелочистых, гравийных и песчаных отложений. Эоловые пески здесь образуют локальные поля в ветровой тени.

Распространение рассмотренных педиментов и фрагментов педиплена позволяет сделать ряд выводов. Характер распространения педиментов свидетельствует о громадных масштабах разрушения ими горных сооружений – практически все окружающие Иранское нагорье низкие, утопающие в педиментах горные поднятия ныне представляют лишь остовы, сводовых и блоковых поднятий. В формировании педиментов здесь еще отражаются особенности литологии, и структуры денудированных пород в пределах педиплена практически полностью стертых денудацией. Выявлена новая интересная закономерность: по мере вертикального снижения территории увеличивается ее латеральное расчленение педиментами.

Антропогенные преобразования аридных подгорных равнин

Большинство рассмотренных подгорных наклонных равнин несут следы длительных антропогенных преобразований сетями грунтовых, шоссейных и железных дорог; ирригационной и пастбищной деструкцией, горными разработками. Отдельные островные горы в древности использовались для сооружения неприступных цитаделей – крепостей. Склоны островных гор также значительно изменены. На отдельных участках специально увеличивалась их крутизна и они превращались в гласисы, в других создавались заграждения. Для автономного существования в периоды долгих осад цитаделей сооружались глубокие колодцы системы подземных тоннелей и ходов, а также наземных преград: стен, валов и др.

Деформации аридных равнин в процессе длительного водопользования. Дашты на протяжении многих тысячелетий снабжали и продолжают снабжать население рассматриваемых регионов подземными, пресными и солоноватыми водами. Происхождение вод двойное: глубинное и поверхностное. Подземные воды аккумулируются из поверхностных вод склонов, изливаются из зон тектонических нарушений, а также продолжают течь вдоль тальвегов подземных потоков, являясь реликтами гидрографической сети последнего влажного, характеризовавшегося значительным обводнением страны климатического оптимума голоцена – 8-5 тысяч л.н.э. Эта эпоха характеризовалась развитием рек и озер, лесов и кустарников по склонам гор, зарождением, развитием и расцветом человеческого общества. Затем эта комфортная для деятельности человека среда сменилась засушливыми – условиями жесткой – экстрааридной пустыни. С этого времени наиболее острой и насущной проблемой становится проблемы добычи и хранения пресной воды. Без воды в пустыне нет жизни.

Сардобы и колодцы. На Среднем Востоке применяется орошение нескольких типов: естественное, смешанное – дождевое и водами рек; тальми и снеговыми водами, водами рек и кяризами. Воду издревле заготавливают впрок. Там, где можно набить снег в специальное, крытое проветриваемое хранилище типа сардоба, например, в пределах подножий на склонах Эльбурса, используют талую воду. Некоторые из сардобов в районе древнего Мерва (в нынешней Туркмении), построенных в раннем средневековье – в XI-XII вв., хранят ливневую воду. Для сбора дождевых вод на глинистых плоских равнинах временных озер – такырах роют неглубокие – до полутора метров ямы. Это самые мелкие и временные колодцы. В крупных песчаных пустынях, например Каракумах, в наши дни эксплуатируется более 20 тысяч глубоких колодцев. Здесь отдельные «колодцы-рекордсмены» достигают 200-300-метровой глубины.

Кяризы. Еще более своеобразны создаваемые человеком в глубокой древности линейные подземные «водопроводы» - канаты или кяризы. Кяриз или кяризный колодец в переводе с персидского означает “подземная галерея”. Эта уникальная, требующая огромных затрат труда, гидротехническая ирригационная система служит для сбора грунтовых вод и вывода их на поверхность для питания и орошения полей. Изобретенная в глубокой древности, уникальная система орошения до сих пор оправдывает свое назначение в засушливых районах изучаемого автором обширного аридного афро-азиатского аридного пояса от западных предгорий Атласа на побережье Атлантического океана (там они называются хоггарами) до Синьцзяна на востоке.

На северо-востоке Ирана – в Хорасане (межгорных равнинах системы Туркмено-Хорасанских гор), предгорьях Копетдага, Большого Балхана и Курендага эти грандиозные подземные гидротехнические сооружения начали создаваться в глубокой древности.

В тех подгорных пустынях, где подземные воды были единственным источником пресной воды, плотность кяризов увеличивалась и они создавали сложную подземную инфраструктуру, особенно плотную в районах наиболее крупных городов, прежде всего Тегерана [9]. Кяризы собирают воду со склонов гор, транспортируют ее под небольшим, тщательно рассчитанным углом и выводят ее в подгорные оазисы. Галереи с колодцами имеют здесь значительную протяженность, достигая 3-4 км и более. В районе Бахардена, на северном склоне Копетдага поныне действует известная кяризная система Коне Мурче протяженностью три километра, дающая до 30 литров пресной воды в секунду.

Отдельные, наиболее крупные кяризы в древности использовались в разных целях. Геродот сообщал о том, как жители осажденных войсками персидского царя Кира на окраинах империи буквально проваливались сквозь землю, скрываясь в широких кяризах. Кяризы строились на века, создавались в плотных и прочных глинистых породах. Их кровля и стены укреплялись каменной кладкой и стволами деревьев. По данным древних источников, кяризы были надежными убежищами от частых землетрясений.

Об огромных тоннелях Копетдага создано много легенд: будто бы под наиболее крупным, проложенным под Копетдагом, проходили конные отряды воинственных туркмен, совершавших набеги и грабивших Хорасан; существуют легенды о том, что в таинственных кяризах были спрятаны несметные сокровища и т.д.

Возраст кяризов по данным последних археологических исследований от первых сотен лет до 2000 лет. Кяризы представляют рукотворные памятники древнего ирригационно-технического строительства. На их создание был затрачен труд многих поколений, сотен тысяч людей.

Деформации аридных равнин древними мегаполисами. В отдельных областях Иранского нагорья по прилегающим к даштам равнинам текут небольшие речки, скромные наследницы древних рек. Издревле сочетание двух видов водных источников – поверхностных и подземных (кяризы) вод было оптимальным для создания населенных пунктов и древних мегаполисов, наиболее крупными и известными из которых были Пальмира и Ниневия, Пасаргады и Персеполис, созданных в эпохи правления царей Кира и Дария - 521 и 486 гг. до н.э. Автор познакомился с двумя главными древними мегаполисами Иранского нагорья. Их руины достаточно хорошо сохранились и по ним можно судить о масштабах антропогенного преобразования обширной денудационной равнины педиплена и долинного педимента.

Пасаргады – «Крепость Персии» была неприступной крепостью. Это - наиболее древняя столица Персидской империи эпохи Ахеменидов, основанная Киросом II - Великим (?-530 г. до н.э.). Город был создан на обширной открытой равнине с отдельными холмами и островными горками. Практически полностью распаханную равнину пересекала широкая, неглубоко (3-5 м) врезанная долина ныне небольшой, медленно текущей р. Банд-Эмир. Господствующая высота на островной горе была занята хорошо укрепленной цитаделью, созданной на специальной платформе из крупных каменных блоков. Древняя столица имела сложную инфраструктуру, была обнесена каменными стенами со сторожевыми башнями. Рядом с цитаделью возвышался построенный также из каменных блоков дворец Кира. Вблизи располагались алтари, а поодаль – большое каменное здание тюрьмы, огромный парк с ботаническим садом, караван-сарай, рынок, торговые и жилые районы. На открытой речной равнине была создана монументальная гробница Кира. Воды Банд-Эмира на территории Пасаргад были разобраны для создания густой сети каналов и арыков. Пасаргады длительное время функционировали как крупный узловый столичный центр, связанный дорожной сетью с северными регионами Индии (с современным Пакистаном), Бактрии – будущего Афганистана, древнего Мерва (ныне юг Туркмении), Вавилонии, Ближним Востоком, Египтом, Арменией, Малой и Средней Азией. Обширная территория Пасаргад была окружена полями, садами, пастбищами, покрыта густой дорожной сетью. Она испытала значительные разрушения во время завоевания Александром Македонским.

Исходный рельеф обширной денудационной равнины типа педиплена здесь был полностью изменен антропогенной деятельностью: холмистый рельеф значительно сnivelирован, естественная растительность сведена, река сильно обмелела, сельскохозяйственные земли истощились и стали развеваться. Вся территория древнего мегаполиса подверглась сильному опустыниванию.

Персеполис – «Город Персов» (Дарий дал ей название Парса) – другая древняя столица Персидской империи, созданная Дарием I (522-486 гг. до н.э.) в 50-е годы VI в. до н.э. Он расположен в 32 км южнее Пасаргад у подножья низкого хребта, сложенного гранитами.

Персеполис пришел на смену предыдущей столице империи в г.Сузах, центре древней провинции Сузиана. Он отличается монументальностью, представительностью, огромными масштабами строительства в целом и скульптурных ансамблей, совершенством планировки и оптимальным, тщательно продуманным использованием природных ресурсов. Огромный город располагался в отличие от Пасаргад в условиях сложного рельефа - на горном склоне и расположенном ниже педименте, выходя на аллювиальную равнину в районе слияния древних рек Банд-Эмир и Пульвар. В середине XIX в. широкая равнина Банд-Эмира, впадающего в оз. Нерис, называлась Мерв-Дашт. Другим существенным отличием Персеполиса от Пасаргад было его представительское предназначение. Несмотря на колоссальные размеры древнего города, остатки сооружений которых поражают своим великолепием и огромными размерами и поныне, город так и не стал столичным центром империи, а остался царской резиденцией и усыпальницей. Основной его функцией была представительская – прием многочисленных делегаций разных стран и сатрапов провинций. Сюда периодически вызывались сатрапы, военачальники и сборщики налогов провинций, сюда же стекались несметные завоеванные богатства, налоги и продукция персидских провинций. Все эти сюжеты запечатлены в хорошо сохранившихся крупных, высеченных в скалах настенных рельефах, барельефах и многочисленных монументальных скульптурах.

Древние строители продуманно использовали географическое положение, строение рельефа, особенности геологического строения и гидрографии района строительства. Поражают глубокие знания планировщиков и зодчих в выборе места мегаполиса – вблизи реки и ее притока, у подножья низкого хребта, сложенного гранитами. Из гранитов создан весь мегаполис, начиная с вырубленной в гранитах огромной платформы, на которой он создан.

Грандиозные каменные блоки платформы, колонны, фигуры богов и божеств, постройки – все здесь из этого строительного материала. Главным фундаментальным сооружением является известный всему миру «зал ста колонн». В гранитной стене вырублены глубокие шахты для захоронений. В стенах вырубленных в скалах выемок сохранились следы добычи каменных монолитов. Граниты при выветривании испытывают шелушение. На их выпуклой поверхности образуются крупные отдельные – своеобразные крупные чешуи, разбитые вертикальными трещинами. Древние

строители вбивали в трещины деревянные клинья и поливали их водой, дерево разбухало, трещины расширялись и гранитные чешуи распадались на огромные блоки – первичный материал для обработки и строительства.

Вызывают уважение знания древних инженеров-проектировщиков в поисках и использовании подземных и поверхностных вод. Прежде всего были освоены воды реки, затем расчищены верховья стекающего с низкого хребта ее притока, а затем найдены и взяты в арыки глубинные – чистые, пресные воды гранитного массива.

В широком спектре антропогенных преобразований предгорных и межгорных равнин Иранского нагорья выделяются своей результативностью городское строительство, дорожная деструкция и военные разрушения [10]. С XX в. угроза природе от военной деструкции многократно увеличилась – началась эпоха экологических войн с необратимыми последствиями для природы [11], так как объектом нападения войн этого типа является природная среда.

Заключение

В процессе изучения аридных подгорных пролювиальных и денудационных равнин Иранского нагорья выяснилось, что они образуют своеобразные региональные комплексы, в пределах которых значительно отличаются по морфологии, стадиям развития, набору типов, пространственной организации и ряду других признаков. Наиболее просто организованы педименты одиночных островных гор, сохранившихся в пределах обширных плоских дефляционных равнин, а также пользующиеся широким распространением педименты в регионах горизонтально и/или субгоризонтально залегающих пород. Наиболее сложно организованы разновозрастные педименты, формирующиеся в условиях низко- и мелкогогорного древнего рельефа Иранского нагорья. Удалось установить интересную закономерность: по мере общего вертикального снижения территории в процессе ее денудационного развития увеличивается ее латеральное расчленение педиментами.

Представляют интерес и новые полученные данные по геоморфологической корреляции денудационного рельефа Иранского нагорья: по многообразию типов и морфологии изученных в его пределах денудационного рельефа педиментов с ним оказалось весьма сходным семиаридное Предуральское плато. Общим для этих регионов является только их положение – оба расположены к западу от зоны Урало-Оманского линейного элемента и удалены от него на равное расстояние. По геологическому строению, палеогеографии, степени засушливости и всем остальным природным признакам они существенно отличаются друг от друга. Причины аналогий, по-видимому, в оптимальном для формирования педиментов высотном поле, сочетании рельефообразующих процессов и в одной стадии эволюции равнинного рельефа.

Выяснилась значительно большая роль гидрогеологических процессов в формировании подземного пространства рассмотренных аридных и экстрааридных равнин Иранского нагорья, чем предполагалось ранее. Оказалась существенно большей роль эоловых процессов в формировании педиментов и всех типов равнин региона. В пределах аридных предгорий смежной Средней Азии Л.А. Алибековым [12,13] установлен круговорот эолового вещества и подсчитаны его объемы на восходящей ветви $0.2 \times 10^{15} \text{ т}$ и на нисходящей ветви $0.2 \times 10^{15} \text{ т}$ в год.

Накапливается материал о большом разнообразии формирующих педименты экзогенных процессов, судя по процессам формирования своеобразного аридного полигонального микрорельефа гильгаев на глинистых плоских и подгорных аридных равнинах – на плотных глинистых почвах типа слитоземов (вертисолей), разбитых сложной системой вертикальных и наклонных трещин, по которым происходят перемещения пластичного и сухого материала [14,15].

Микрорельеф гильгаев представляет полигональные грунты с чередованием повышений и понижений с размахом относительных высот от нескольких см до 1 м и даже 3 м. Полигоны ограничены системой периодически расширяющихся в засушливые сезоны и закрывающихся в сезоны дождей. Интразональное распространение ландшафтов гильгаев на значительных территориях в целом совпадает с областями развития древнего рельефа – поверхностей выравнивания и наклонных денудационных равнин – рассмотренных выше педиментов. Основными особенностями динамики гильгаев являются:

- вертикальные перемещения по трещинам вязкого вещества нижних горизонтов почв в пределы верхних;
- сколы – сликенсайды в толще плотных сухих слитоземов и латеральные перемещения вдоль них.

Приведенные выше результаты геоморфологических исследований подгорных равнин Среднего Востока на примере Иранского нагорья вносят свой вклад в представления о ранимости, хрупкости природной среды аридных равнин, их рельефа и состояния поверхностных отложений; открывает новые механизмы их формирования гильгаев.

1. Калвода Я. Геоморфологическая характеристика орогенных процессов в горных цепях Азии. В. кн.: Геодинамика внутриконтинентальных горных областей. Новосибирск: Наука. 1990. С. 30-37.

2. Хаин В.Е., Халилов Э.Н. Цикличность геодинамических процессов: ее возможная природа. 2009. М.: Научный мир. 526 с.

3. Зеликсон Э.М., Кременецкий К.В., Черкинский А.Е. Раннеземледельческие поселения Северного Ирака: хронология и палеогеография. В кн.: Геохронология четвертичного периода. М.: Наука. 1992. С. 182-187.

4. Moghimi E, Alavipanan S.K, Jafarie T. Evaluation and Zonation of Effective Factors on Landslide Occurance of Aladagh Northern Slopes (Case study – Chenaran watershed in Northern Khorasan province // Geographical Research Quaterly. Tehran. University of Tehran. 2008. №64. P. 56-78. In arab.
5. Reiben H. The Geology of Teheran plaine // Amer. J. Sci. 1955. № 11. P. 617-639.
6. Reiben H. Geological observation on alluvial deposits in North Iran. Teheran. 1966. Geol. Surv. Iran. Rep. № 9. 39 p.
7. Engalenk M. Contridution a la le tude geologique, geomorphologique et hydrologique de la region de Teheran (Iran) // Tese Univ. Montpepellier. Fac. Sci. 1968. 365 p.
8. Мурзаева В. Э., Флёрова Л.И. Четвертичный пролювий Северо-Восточного Ирана и его водоносность // Бюлл. Комисс. по изуч. четвертич. периода. № 56. 1987. с. 76-85.
9. Бабаев А.Г., Зонн И.С., Дроздов Н.Н., Фрейкин З.Г. Пустыни / Природа Мира. М.: Мысль. 1986. 318 с.
10. Чичагов В.П. Проблема разрушения аридных регионов дорожной и военной дигрессией // Геоморфология. 2005. №4. С. 10-25.
11. Чичагов В.П. Аридная геоморфология. Платформенные антропогенные равнины. М.: Научный мир. 2010. 521 с.
12. Алибеков Л.А. Полоса жизни. Между горами и пустынями. М.: Наука. 1991. 175 с.
13. Алибеков Л.А. Искусство древних гидротехников в пустыне // Природа. 1994. № 9. С. 93-99.
14. Ковда И.В., Уалдинг Л.П. Вертисоли: проблемы классификации, эволюции и пространственной организации // Почвоведение. 2004. № 12. С. 1507-1518.
15. Ковда И.В., Чичагов В.П., Чичагова О.А. Микрорельеф гильгай: морфология, генезис, возраст. В кн.: Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты. М.: Изд-во МГУ. 2010. С. 89-95.

УЛАНОВА С.С.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОТОННЫХ СИСТЕМ «ВОДА-СУША» НА ПОБЕРЕЖЬЯХ ВОДОЕМОВ КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ

Особенностью изучаемых водных объектов Кумо-Манычской впадины является весьма значительное преобразование как их гидрографии, так и особенно режима и объема стока в результате антропогенной деятельности. За последние 75-80 лет в бассейнах этих рек построены крупные водохранилища: Усть-Манычское, Веселовское, Пролетарское, Чограйское и др., более 30 прудов различных размеров, магистральные и оросительные каналы. Однако корректная количественная оценка современного экологического состояния региона затруднена из-за отрывочности сведений, которые базируются лишь на визуальных качественных и полуквантитативных данных, и отсутствия системных наблюдений за состоянием водных и наземных экосистем.

Цель и задачи работы: комплексная геоэкологическая оценка искусственных водоемов Кумо-Манычской впадины и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях, функционирующих в аридных условиях Республики Калмыкия. Под комплексностью мы подразумеваем рассмотрение и оценку основных функций, которые выполняют искусственные водоемы в аридных условиях: водохозяйственную, воздействие на прилегающие территории и природоохранную роль.

В задачи исследований входит:

- Изучить гидрологический и гидрохимический режимы ключевых водоемов Кумо-Манычской впадины в пределах Республики Калмыкия и оценить возможность использования их водных ресурсов для различных целей;
- Охарактеризовать пространственную структуру и оценить биоразнообразие, ресурсный потенциал экотонов «вода-суша» на побережьях водоемов;

Объекты исследований: водоемы Кумо-Манычской впадины – оз. Маныч-Гудило, Чограйское водохранилище, Состинские водоемы (в пределах Республики Калмыкия), а также прилегающие к водоемам (экотонные) территории.

Методика исследований:

Изучение искусственных водоемов Кумо-Манычской впадины проводили согласно созданной и опробированной ранее нами методики комплексного изучения искусственных водоемов и экотонных зон «вода-суша» для аридных территорий [1]. Данная методика сочетает наземные исследования с геоинформационными технологиями.

В качестве ключевых, наиболее репрезентативных водоемов Кумо-Манычской впадины были выбраны оз. Маныч-Гудило (восточный отсек Пролетарского водохранилища), Чограйское водохранилище, оз. Лысый Лиман, Состинские водоемы (оз. Киркита, оз. Замокта).

Наземные исследования включали мониторинг поверхностных вод водоемов и изучение прилегающих к ним территорий, находящихся в зоне воздействия водохранилищ, называемых экотонными зонами «вода-суша». Полевые исследования проводились во время вегетационного периода с апреля по октябрь. Для изучения прилегающих территорий нами была использована экотонная концепция В.С. Залетаева (1997), базирующаяся на положении о существовании переходных, граничных зон, в которых влияние одного фактора постепенно ослабевает и возрастает ведущая роль другого. В экотонной системе «вода-суша» в направлении от уреза воды вглубь суши постепенно