

**ЛАНДШАФТНЫЙ  
МЕТОД  
ДЕШИФРИРОВАНИЯ  
ПРОЯВЛЕНИЙ НОВЕЙШЕЙ  
И СОВРЕМЕННОЙ ТЕКТОНИКИ  
ДЛЯ ПОИСКОВ  
ПОГРЕБЕННЫХ  
НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ  
СТРУКТУР**



АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ЛАБОРАТОРИЯ АЭРОМЕТОДОВ  
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР

553.98.

5922

В. П. МИРОШНИЧЕНКО, Л. И. БЕРЕЗКИНА,  
Е. В. ЛЕОНТЬЕВА, Ю. С. ТОЛЧЕЛЬНИКОВ

ЛАНДШАФТНЫЙ МЕТОД  
ДЕШИФРИРОВАНИЯ  
ПРОЯВЛЕНИЙ НОВЕЙШЕЙ  
И СОВРЕМЕННОЙ  
ТЕКТОНИКИ  
ДЛЯ ПОИСКОВ ПОГРЕБЕННЫХ  
НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ  
СТРУКТУР



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Ленинградское отделение  
Ленинград · 1971



УДК 528.771 + 551.245 (575.4)

Ландшафтный метод дешифрирования проявлений новейшей и современной тектоники для поисков погребенных нефтегазоносных структур. Мирошниченко В. П., Березкина Л. И., Леонтьева Е. В., Толчельников Ю. С. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л., 1971, 1—115 и илл. 1—37 + вкл.

В работе излагается методика выявления и использования природных взаимосвязей при геологических исследованиях пустынь равнинной Туркмении, коренные породы на территории которых скрыты под четвертичными и новейшими осадочными образованиями. Существенными особенностями геологического строения здесь являются различные проявления самых молодых этапов новейшей тектоники. Они выражаются в пустыне особенностями ландшафтов — их морфологической структуры, динамики развития и типологии. На конкретных примерах показано, как с помощью специальной методики — выявления и использования индикационных свойств рельефа, почв и растительности и особенно закономерностей ландшафтов пустыни — удается обнаруживать и картировать частные проявления элементов тектоники. В заключительных главах обобщен опыт выделения региональных структур, контролирующих возможные накопления нефти и газа, а также излагаются некоторые выводы и рекомендации. Предлагаемый метод позволит сделать более целенаправленными геофизические и буровые работы. Рис. — 38, библ. — 180 назв.

Ответственный редактор  
кандидат геолого-минералогических наук  
В. П. Мирошниченко

Василий Петрович Мирошниченко, Людмила  
Ивановна Березкина, Елена Владимировна  
Леонтьева, Юрий Сергеевич Толчельников

Ландшафтный метод дешифрирования проявлений новейшей и современной тектоники для поисков погребенных нефтегазоносных структур

Утверждено к печати  
Лабораторией аэрометодов  
Министерства геологии СССР

Редактор издательства Р. А. Жуков  
Художник И. П. Кремлев  
Технический редактор Е. Н. Волкова  
Корректоры Н. В. Лихарева,  
Г. А. Мирошниченко и Т. Г. Эдельман

Сдано в набор 9/XI 1970 г. Подписано к печати 23/VI  
1971 г. Формат бумаги 70×108 1/16. Печ. л. 8<sup>3</sup>/4 + 2 вкл.  
(7/8 печ. л.) = 13.47 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 13.40.  
Изд. № 4333. Тип. зак. № 1289. М-26369. Тираж 1200.  
Бумага № 1. Цена 1 р. 20 к.

Ленинградское отделение издательства «Наука»  
Ленинград, В-164. Менделеевская лин., д. 1

2.9-4  
355-70 (I)

1-я тип. издательства «Наука».  
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

## ВВЕДЕНИЕ

Применение аэрофотосъемки и особенно дешифрирование аэрофотоснимков позволяет получать об исследуемых объектах новую, весьма содержательную информацию: об этом на протяжении довольно значительного времени свидетельствуют, в частности, отличные результаты целого ряда крупных геологических исследований. В большей мере сказанное относится к районам с хорошей геологической обнаженностью, для которых необходимые вопросы дешифрирования в первом приближении разработаны, и в меньшей — к геологически закрытым территориям. Однако к настоящему времени уже накоплены некоторые материалы, показывающие, что путем специального дешифрирования и на таких территориях можно получать ценные данные об их геологическом строении.

Природные условия таких территорий, как правило, очень затрудняют применение обычных полевых методов геологических исследований. Весьма показательны в этом отношении Центральные Низменные Каракумы. Происходящее здесь образование глинистых, солончаковых и особенно золовых отложений очень маскирует формы первичного рельефа, непосредственно связанные с геологическим строением и различными проявлениями тектонических движений. Ввиду этого содержание и методика полевых исследований здесь более сложны, чем в геологически открытых районах, где использование дешифровочных признаков, отражающих геоморфологические закономерности, по существу достаточно для решения поставленных задач.

В предлагаемой работе излагается методика использования индикационных связей земной поверхности с геологическим строением в объеме основных компонентов и элементов морфоструктуры и динамики развития пустынных ландшафтов, пользующихся наибольшим распространением. Исследования, выполнявшиеся авторами под научным руководством В. П. Мирошниченко, показали, что эти связи во множестве обнаруживаются в пустыне и выражаются как ее отдельными компонентами, так особенно их естественными сочетаниями, представляемыми различными элементами морфологической структуры ландшафтов пустыни, их типологическими особенностями и динамикой развития и находящими отражение на аэрофотоснимках как комплексные дешифровочные признаки большой информационной емкости.

В первой и второй главах работы кратко освещены некоторые вопросы учения о ландшафтах и современные представления о новейшей тектонике. Содержание метода изложено в двух последующих главах, посвященных выявлению и использованию индикационных свойств морфологии и динамики пустынных ландшафтов и их отдельных компонентов. Приводимые в этих главах сведения сопровождаются примерами полевого исследования тектоники на территориях пустынных ландшафтов, при описании которых было обращено внимание на особенности выявления в них природных индикаторов новейших и современных тектонических движений и дешифрирования их различных проявлений.

В пятой главе излагается опыт изучения региональных структур, выделенных на исследованной территории и оказывающих важнейшее влияние на формирование природных условий пустыни, ее гидрологических особенностей, на размещение и характер почв, растительного покрова и контролирующих возможные накопления нефти и газа в пределах территории Низменных Каракумов.

В последней, шестой главе изложены выявившиеся возможности ландшафтного метода дешифрирования для изучения аэродинамических условий формирования пустыни, а также приведены некоторые обобщения, выводы и рекомендации, вытекающие из существа проведенных исследований.

Имеющийся положительный опыт применения предлагаемого метода позволяет нам рассчитывать, что данные, изложенные в настоящей работе, помогут геологам, географам и работникам других родственных специальностей при исследованиях огромных территорий СССР, занятых пустынями.

Авторы приносят свою благодарность проф. С. С. Шульцу, проф. Н. А. Солнцеву и доктору геолого-минералогических наук В. В. Шаркову, любезно просмотревшим рукопись и сделавшим ряд ценных замечаний.

## Глава I

---

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О НЕОТЕКТОНИКЕ И ОБЩИХ ОСОБЕННОСТЯХ ЕЕ ПРОЯВЛЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Первые идеи о новейших тектонических движениях изложены в трудах М. В. Ломоносова.

В настоящее время проблема новейшей тектоники привлекает очень большое внимание и ученых, разрабатывающих вопросы строения и развития Земли, и практиков, решавших задачи инженерной геологии.

Неотектоника как относительно новый самостоятельный раздел геологии разработана трудами отечественных ученых А. П. Карпинского (1894), Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (1893), А. Д. Архангельского (1937), В. А. Обручева (1922, 1947), Б. Л. Личкова (1931), Г. Ф. Мирчинка (1933, 1936), С. С. Шульца (1937, 1948, 1955, 1958а, 1958б, 1965а, 1965б), Н. И. Николаева (1947, 1949, 1962) и ряда других исследователей.

Особенно важны для дальнейшего развития проблемы неотектоники работы С. С. Шульца и Н. И. Николаева, в которых обобщены большие современные материалы по новейшей тектонике, произведена классификация типов новейших тектонических движений, дана характеристика особенностей тектонического развития основных геоструктурных областей Земли и т. д. Под совместным руководством этих ученых большим коллективом авторов составлена первая карта новейшей тектоники всей территории СССР в масштабе 1:5 000 000, для чего были разработаны специальная легенда и методы.

Неотектоника изучает тектонические движения за неоген-четвертичное время, а также и современные тектонические движения, играющие важную роль в формировании современного рельефа земной поверхности. В морфологическом облике последнего часто выражены черты связей с формирующими структурами, которые имеют большое индикационное значение.

Правильное представление о закономерностях очень разнообразных проявлений новейшей тектоники, как теперь становится ясно, имеет большое значение для более глубокого изучения сложных процессов развития природной среды и рационального использования природных ресурсов.

Данные изучения новейшей тектоники необходимы также для характеристики древних этапов тектонического развития Земли и выявления закономерностей, определяющих унаследованное развитие тектонических движений. Выяснение закономерностей происхождения и развития рельефа суши, дна морей и океанов и образования соответствующих коррелятивных отложений требует глубокого понимания особенностей возникновения и развития тектонических структур и их деструкций в процессе рельефообразования. То же самое надо сказать в отношении общих и частных геоморфологических закономерностей, поисков месторождений полезных ископаемых, особенно тех, формирование которых связано с неоген-четвертичными отложениями и молодыми пликативными и дизьюнктивными структурами. Можно отметить еще целый ряд практи-

чески важных исследовательских задач, в решении которых данным по новейшей тектонике принадлежит очень важная роль (например, районирование инженерно-геологических условий для проектирования долговременных гидротехнических и других сооружений).

Наконец, изучение новейшей тектоники дает исходный материал для выяснения общих и частных сейсмотектонических закономерностей движений земной коры, определения типов этих движений, а также тех или иных особенностей их географического распространения.

Движения земной коры, происходящие в настоящее время, играют важную роль в современном развитии географических ландшафтов, формировании их морфологической структуры; развитии эрозионных и аккумулятивных процессов; формировании различных типов почв и растительного покрова, присущих тем или иным ландшафтам с их реликтовыми, консервативными и прогрессивными элементами, явлениями миграции и т. п.

Еще до 30-х годов текущего столетия в нашей стране накопились многочисленные данные по молодому орогенезу и новейшим дислокациям в складчатых и платформенных областях. Первые попытки синтеза этих данных принадлежат В. А. Обручеву (1922, 1936), Б. Л. Личкову (1931), Г. Ф. Мирчинку (1933) и некоторым другим авторам. С тех пор эти данные были значительно расширены, однако до настоящего времени нет единого мнения в том, что следует понимать под новейшей тектоникой. Согласно С. С. Шульцу (1937), это «те тектонические процессы, которыми создан в основных чертах современный рельеф» (стр. 780). Надо заметить, что определение С. С. Шульца имеет более широкое содержание, чем представления о «юной», «молодой» тектонике или «юных», «молодых» движениях, бытовавшие в нашей литературе раньше. В определении С. С. Шульца, ныне наиболее распространенному, этап новейшей тектоники впервые получил достаточно точную датировку (неоген-четвертичное время).

Н. И. Николаев (1962) рассматривает неотектонику как «учение о различных тектонических процессах и обусловленных ими структурных формах, образовавшихся в неоген-антропогеновое время и определяющих основные черты современного рельефа поверхности земного шара» (стр. 15). Как видно, в данной формулировке основное внимание уделяется «структурным формам», образующимся в новый тектонический этап жизни Земли, но, так же как и С. С. Шульцем, подчеркивается, что ими определяются основные черты современного рельефа. Н. И. Николаев (1947) показал повсеместный характер распространения новейших тектонических движений, ранее связываемых лишь с отдельными участками земной поверхности.

Достижения отечественной геологической науки явились важным стимулом дальнейшего развития зарождавшихся представлений о новейшей тектонике как о наиболее юном этапе жизни Земли. Соответствующему разделу тектоники, обладающему собственными объектами и методами исследований, В. А. Обручев (1947) дал название «неотектоника».

Заметим, что за рубежом под новейшей тектоникой понимаются движения земной коры в более суженном — четвертичном или плиоцен-четвертичном — диапазоне времени, что, возможно, объясняется большей молодостью их проявлений на соответствующих территориях.

Прямая зависимость важнейших черт морфологии современного рельефа с неотектоникой позволяет рассматривать его как индикатор различных особенностей тех или иных форм ее структурных проявлений. Как известно, это очень важное обстоятельство лежит в основе методики исследования структурных форм, созданных новейшими тектоническими

движениями. Ранее было показано, что указанная связь современного рельефа с неотектоникой лежит также в основе дешифрирования структурных форм и их фотограмметрических измерений (Мирошниченко, 1940, 1946а, 1959).

Исследования, проводившиеся в различных районах, показывают, что существует несколько типов тектонических движений. Согласно М. М. Тетиеву (1941, 1962), основными из них являются: положительные (поднятия), отрицательные (опускания) и колебательные, или инверсионные, для которых устанавливается периодическая смена знака движения. Чаще всего эти три типа существуют в тех или иных соотношениях, проявляясь в различных формах рельефа и характере разреза слагающих их и коррелятивных им отложений.

Надо подчеркнуть, что особенно чувствительны к происходящим движениям ландшафты земной поверхности. Они реагируют на движения определенными изменениями морфологической структуры, характера и размещения составляющих их компонентов, явлениями перемещения границ их распространения, возникновением реликтовых, консервативных и прогрессивных элементов и т. п. Интересные примеры в этом отношении приводились целым рядом исследователей (Шульц, 1948; Сочава, 1950; Сукачев, 1951, 1964; Калесник, 1955; Наливкин, 1956; Рухин, 1959; Исаченко, 1961; Николаев, 1962; Солнцев, 1964). В частности, как было показано В. П. Мирошниченко (1961а, 1961б, 1966б), подобные явления повсеместно наблюдаются в равнинных и предгорных областях Туркмении. Заметим, что на этой геологически закрытой территории более полные результаты получаются на основе применения ландшафтных методов дешифрирования.

Новейшие тектонические движения с той или иной интенсивностью проявляются повсеместно, охватывая огромные территории. Как показывает анализ различных форм рельефа земной поверхности и коррелятивных им отложений, одной из характерных закономерностей новейших движений является ритмичность их вертикальной составляющей. В самом общем плане неотектонические движения разделяются на три наиболее крупных ритма движений (Николаев, 1962). Первый из них, олиоцен-миоценового времени, характеризуется преобладанием поднятий. Второй охватывает плиоцен и отличается общим преобладанием нисходящих движений или замедлением темпа восходящих движений. Третий относится преимущественно к антропогену, когда снова ведущую роль начинают играть восходящие движения.

Эти крупные ритмы включают целый ряд локальных движений разного знака, вследствие чего области крупных поднятий включают локальные опускания, и, наоборот, на фоне общих опусканий выявляются системы хорошо сформированных поднятий. В результате тектонической деятельности за время каждого из этих ритмов происходят особенно значительные изменения облика земной поверхности. Проявляясь на больших территориях, тектоническая деятельность приводит к формированию обширных поверхностей выравнивания, крупным перемещениям береговых линий морей, усилию или ослаблению процессов денудации и аккумуляции, образованию различных террас и вообще к коренным изменениям характера рельефа, изменениям климатических условий и природных условий в целом.

Происходящие изменения земной поверхности следует считать явлениями, сопровождающими перестройку тектонической структуры земной коры. Особенно значительны ее масштабы, как показывает Н. И. Николаев (1962), в неотектонический этап развития, когда очень изменились на земной поверхности характер экзогенных рельефообразующих процессов и ее географическая обстановка.

Указанная связь между перестройкой земной коры и обликом земной поверхности имеет очень важное индикационное значение. Многочисленные проявления этой связи наблюдаются не только в пределах крупных, но также и мелких ритмов движений. Как показывает опыт (см. ниже), упомянутая связь может быть широко использована для выявления различных структур новейшей тектоники, особенно путем дешифрирования аэрофотоматериалов и аэровизуальных наблюдений.

Движения земной поверхности, в том числе новейшие и современные, являются следствием многообразных «глубинных» тектонических движений, подразделяемых на группы, категории и типы (Николаев, 1962).

М. М. Тетяев (1934, 1941, 1962) классифицировал тектонические движения на две основные категории — движения земной коры в целом и движения вещества внутри земной коры. Н. И. Николаев (1962) выделяет подкоровые и коровые движения. Подкоровые движения достаточно отчетливо проявляются в областях платформ. Как установил Н. С. Шатский (1951), наиболее крупные их проявления выражены здесь антеклизами и синеклизами, представляющими собой сложно построенные структуры первого порядка. Взаимоотношения антеклиз и синеклиз характеризуются резкими изменениями фациального состава и мощностей отложений, обычно значительных в синеклизах и уменьшающихся по направлению к своду антеклиз. М. М. Тетяев (1934) рассматривал это обстоятельство как свидетельство разнонаправленных движений по вертикали. Исследования крупных территорий платформенного типа показали, что эти очень древние по возрасту движения продолжаются и в этап новейшей тектоники, но развиваются они крайне медленно. Их скорости для европейской части СССР, по данным Ю. А. Мещерякова (1958), составляют в среднем 2—4 мм/год.

Движения такого рода в платформенных условиях характеризовались М. М. Тетяевым как компенсированные колебательные движения, при которых опускание компенсируется накоплением осадков, а поднятие — процессами денудации.

По представлениям М. М. Тетяева (1941, 1962), колебательные движения как поднятия и опускания земной коры по вертикали не являются волновыми. В них может быть отмечена периодичность, но нет волнового характера. Обычно поднятия по своим амплитудам не соответствуют опусканиям. По М. М. Тетяеву, для этих дифференцированно проявляющихся движений присуща смена знака, приводящая на одном и том же участке к чередованию во времени поднятий и опусканий. В условиях смены знака движения, как отмечает Н. И. Николаев (1962), относительная скорость проявления неотектоники очень незначительна и оценивается в 0.07—0.25 мм/год. Она в 10—15 раз меньше, чем, например, в областях интенсивного проявления неотектоники.

Большим шагом вперед в развитии неотектоники явилось представление о геоструктурных областях Земли, выражающих основные черты строения земной коры в неотектонический этап. Впервые оно было высказано С. С. Шульцем (1958, 1961), согласно которому принципиальные отличия между геоструктурными областями, представляющими очень крупные территории, связаны со свойственной им интенсивностью современного горообразования. Они различаются также направленностью и интенсивностью тектонических движений, геоморфологическими, формационными, структурными и геофизическими особенностями. Как отмечает С. С. Шульц (1958б, 1964), интенсивностью современного горообразовательного процесса определяются главные особенности новейшей структуры, фации и мощности орогенических формаций, а также основные черты морфологии современного рельефа. Указанные факторы были положены С. С. Шульцем в основу классификации, в которой он выделяет

платформенные, геосинклинальные и орогенические геоструктурные области Земли. Платформенные области, подразделяемые на материковые и океанические, являются стабильными образованиями. При этом первые из них формируются преимущественно медленными поднятиями, а вторые — преимущественно медленными опусканиями.

Для геосинклинальных и орогенических областей, наоборот, характерны мобильность и резко выраженная дифференцированность тектонических движений. Первые из них формируются на фоне быстро протекающих опусканий, а вторые — на фоне преимущественно быстро развивающихся поднятий. Каждый из названных типов областей, особенно области горообразования, в свою очередь подразделяется на типологические группы, особенности которых выражают режим тектонического развития геоструктурных областей Земли.

Общей чертой геоструктурных областей при значительных различиях их тектонического развития является, как указывает С. С. Шульц (1958б), направленность присущего для них типа движений — либо вверх, либо вниз по вертикали. В то же время, касаясь природы современных тектонических движений, Н. И. Николаев (1962) указывает на ее более сложный, полигенетический характер, основную черту которого выражают тектонические движения разного знака и интенсивности во времени и пространстве. Они являются как бы фоновыми, проявляются наиболее активно и длительно, имеют в целом колебательно-волновой характер, отражающий направленность тектонического развития в предшествующие эпохи, его связь с глубинными (подкоровыми) зонами тектонических движений и возможную обусловленность силами планетарного развития.

Однако, судя по Карте новейшей тектоники СССР (1959), при составлении которой делались попытки учета и других типов движений, например тангенциальных, можно заключить, что основными, фоновыми, движениями все же являются вертикальные — поднятия и опускания. Изображая в основном крупные элементы новейшей тектоники, образовавшиеся за неоген-четвертичное время, эта карта отражает проявления на поверхности Земли подкоровых движений в пределах указанных геоструктурных областей. В этом ее важное преимущество перед тектоническими картами других типов, на которых изображаются в основном области складчатости различного возраста и отсутствуют элементы динамики геотектонического развития. Поскольку карта новейшей тектоники СССР составлена на основе учета общей направленности и степени интенсивности тектонических движений, на ней выявляются основные особенности развития дифференцированных движений в пределах основных геоструктурных областей Земли. Их анализ приводит к выявлению более глубоких закономерностей развития структуры земной коры (связанных с подкоровыми движениями), чем только анализ характера и возраста складчатости. В частности, с помощью данной карты впервые выявляются закономерности развития орогенических зон как самостоятельных геоструктурных областей, формирующихся не только после инверсии геосинклиналей, но и в пределах стабильных территорий платформенного типа, активизированных новейшей тектоникой. Это дает основание, как отмечает С. С. Шульц (1964), рассматривать орогенез не как обязательную конечную стадию геосинклинального развития, а как самостоятельный тектонический процесс, обуславливающий формирование особой геоструктурной области, и выделять области эпигеосинклинального и эпиплатформенного горообразования.

Одним из центральных в новейшей тектонике является вопрос о разрывных деформациях, которые, судя по современным данным, являются весьма распространенным типом движений земной коры и в неотектони-

ческий этап ее развития. Как и колебательные, и колебательно-волновые движения, они часто унаследованы и развиваются по направлениям разрывных деформаций более древних эпох. Касаясь вопроса унаследованности, Н. И. Николаев (1962) отмечает, что под унаследованными «следует понимать такие формы развивающихся структур (или тектонических движений), которые действительно повторяют большинство черт морфологии своих структурных предшественников складчатого фундамента при длительном и конседиментационном их развитии» (стр. 77). Поясняя свою мысль, цитированный автор говорит, что в том случае, когда в характере молодых структур отражается только одна или немногие черты древних родоначальных структур, молодые структуры следует считать не унаследованными, а зависимыми от родоначальных.

При формировании новейших тектонических структур основные черты унаследованности обычно выражаются в достаточно полном совпадении простираций и конфигурации древних и молодых складок разных порядков и сопровождающих их разрывных дислокаций, в сохранении направленности и закономерностей локализации тектонических движений разного знака и их выражения в рельефе. Поэтому одним из центральных в неотектонике является также вопрос о взаимоотношении колебательно-волновых и разрывных дислокаций земной коры. Этот вопрос исследуется уже давно и неоднократно получал прямо противоположные решения. Н. С. Шатским было обосновано представление о крупноглыбовой структуре земной коры, образованной сетью разломов глубокого заложения, существующих и развивающихся на протяжении всей геологической истории. В целом разломы образуют две повсюду хорошо выдержаные системы (ортогональную — с долготными и широтными простирациями, и диагональную — с северо-восточными и северо-западными простирациями), разделяющие, как считает В. М. Синицын (1957), метаморфический фундамент на отдельные блоки. Планетарные масштабы этих явлений послужили основанием считать подобные дислокации «тектоническими швами», подвижки по которым определяют ориентировку структур верхнего этажа и орографических элементов земной поверхности.

На наличие тектонических швов, формирующихся, как сказано, в течение всей геологической истории земной коры, указывал также А. Н. Заварицкий (1948). Позже взгляды этих ученых нашли свое развитие в трудах А. В. Пейве (1956а, 1956б), В. М. Синицына (1957), Н. И. Николаева (1962), С. С. Шульца (1965а, 1965б) и др. А. Н. Заварицкий склонялся к мысли, что если колебательно-волновые движения и движения, порождающие разрывные дислокации, связаны, то в подвижных участках литосферы в пределах тектонических швов могут создаваться условия для складкообразования. Иными словами, складкообразование в данном случае выступает как вторичное явление. Надо отметить, что подобные же взгляды высказывались в свое время Е. Хаарманом (Haarmann, 1930) и Р. Беммеленом (Bemmelen, 1931). Таким образом, согласно упомянутым исследователям, тектонические швы являются одним из ведущих элементов геотектонического развития земной коры.

В понимании М. М. Тетяева — блоковые структуры земной коры суть частный результат геотектогенеза на определенной его стадии. На каждом определенном участке земной коры упомянутые категории движений могут сменять одна другую во времени или накладываться одна на другую. Характеризуя особенности развития геосинклинальных областей, М. М. Тетяев указывал, что геотектонический цикл осуществляется последовательно сменяющимися категориями движений. В начале цикла — медленные колебательные движения компенсированного типа, затем уплотнение вещества, вызывающее на глубине его течение, и процесс склад-

кообразования. В конечную фазу возникают быстрые некомпенсированные движения с растрескиванием земной коры и образованием в ней блоковой структуры.

Судя по имеющимся данным изучения трещиноватости горных пород, получившей в литературе названия «эндогенной» (Иванов, 1939), «первичной», или «повсеместной» (Новикова, 1951), «общей» (Белоусов, 1962), «планетарной» (Шульц, 1964а, 1964б), ныне намечаются возможности ее специального изучения и картирования. Как выясняется, ориентировка этих трещин в общих чертах аналогична ориентировке тектонических швов. По-видимому, они связаны общностью генезиса, обусловленного, предположительно, ротационными силами планеты.

Выявление зон сгущения и рассеяния планетарной трещиноватости, выяснение их взаимоотношения с тектоническими швами и с наиболее крупными элементами проявления колебательно-волновых движений, вероятно, позволит значительно приблизиться к решению этой важной проблемы.

В характеристике деформаций, обусловленных новейшей тектоникой, весьма важной является оценка скоростей их образования, скоростей неотектонических движений. Существующие методы их измерения делятся на инструментальные и геолого-географические. Несмотря на постоянное совершенствование этих методов, основная трудность их разработки и применения вытекает из несоответствия данных, получаемых с их помощью и требующих к тому же и весьма сложной интерпретации. Инструментальные методы позволяют достаточно точно оценить скорости движения, но на очень небольших отрезках времени. Напротив, геолого-географические методы дают возможность получать лишь усредненные оценки скоростей за большие промежутки времени. Казалось бы, эти методы удачно дополняют друг друга. Однако сложный характер неотектонических движений, сопровождаемых постоянной сменой их знака, не позволяет достаточно уверенно экстраполировать данные инструментальных методов на большую глубину в ретроспективе и не дает возможности определять с требуемой точностью интенсивность неотектонических движений прошлого в узких интервалах времени. Между тем на важное значение таких интервалов указывает наличие различных террас, поверхностей выравнивания, клямноподобных врезов в днищах V-образных долин и т. п. Как отмечает Н. И. Николаев (1962), попытка интерпретации данных обычно встречает серьезные препятствия, связанные со слабой разработанностью стратиграфии новейших, особенно четвертичных отложений, с трудностью определения характера режима тектонических движений (особенно в последние этапы четвертичного периода) и оценки фактора времени. Установлено, например, что скорости современных тектонических движений и движений в геологическом прошлом не согласуются между собой. Специальное изучение процесса отложения осадков, пока еще весьма предварительное, показало, что скорости их накопления были значительно меньшими для древних эр и возрастали с течением времени, сопровождаясь увеличением интенсивности эндогенных и экзогенных процессов, сокращением длительности геологических циклов во времени, увеличением контрастности рельефа земной поверхности и т. д.

В настоящее время имеются достаточно точные сведения о скоростях тектонических движений только для относительно небольшого числа пунктов земной поверхности. Несомненно, однако, что для основных геоструктурных областей они различны. То же можно, по-видимому, сказать и в отношении составляющих их структурных форм. Например, для европейской части СССР средние скорости тектонических движений, измеренные в пределах поднятий и опусканий, не совпадают. Для поднятий они значительно больше, что, по мнению Н. И. Николаева (1962),

связано с постоянной сменой знака движений. При этом, вероятно, надо допустить, что в пределах поднятий ведущее значение имеют восходящие движения.

Значительным шагом в оценке скоростей тектонических движений явилось понятие о градиенте их изменения в пространстве на единицу длины для определенного интервала времени. Согласно В. В. Белоусову (1940, 1944), М. В. Гзовскому, В. Н. Крестникову и Г. И. Рейннеру (1959), Н. И. Николаеву (1962), использование градиента позволяет измерять величину тектонической напряженности и характер дифференцированного ее проявления для основных геоструктурных областей Земли. В сборнике «Современные вертикальные движения...» (1958), изданном под редакцией И. П. Герасимова и Ю. В. Филиппова, приводятся следующие суммарные градиенты скоростей новейших движений за 25 млн лет (на 1 км): материковые платформы — от 1—2 до 10 м, геосинклинальные области — от 10 до 200 м, области горообразования — от 0 до 200 м. Территориальное распределение градиентов скоростей новейших движений (как в общих, так и в некоторых частных их проявлениях) хорошо видно на карте новейшей тектоники СССР (1960; редакторы Н. И. Николаев и С. С. Шульц). Из ее рассмотрения следует, что в областях интенсивного проявления новейших тектонических движений градиенты их скоростей в 10—100 раз превышают градиенты скоростей движений в областях их слабого проявления.

Данные о градиентах скоростей вертикальных тектонических движений имеют большое значение при проектировании различных крупных долговременных сооружений, при борьбе с горным давлением, при оценке напряжений, возникающих в земной коре вследствие ее деформаций, при прогнозе землетрясений и т. п.

В практике исследований неотектоники каждый из указанных методов получил определенное признание и в той или иной мере используется. Но надо подчеркнуть, что возможности их применения (особенно применения группы естественноисторических методов) сильно ограничиваются дискретным характером данных, при котором недостаточно глубоко может выполняться их интерпретация в пространственном отношении.

Появление аэрофотосъемки сильно меняет существующее положение и открывает большие перспективы дальнейшего совершенствования методов неотектонических исследований. Поэтому одной из важнейших задач развития последних необходимо считать внедрение в их теорию и практику аэротемпов.

Основной особенностью наблюдений с воздуха или исследований, основанных на дешифрировании аэрофотоснимков, является отсутствие дискретности, так как они производятся не над разрозненно воспринимаемыми элементами земной поверхности, а включают почти всю сумму природных факторов, единую цепь причин и следствий. При определенном подходе и достаточной натренированности аэровизуальные наблюдения или дешифрирование аэрофотоснимков позволяют устанавливать многочисленные природные индикаторы новейших движений. Тщательное использование этих индикаторов обеспечивает возможность детального исследования упомянутой цепи причин и следствий и приводит к получению наиболее полной информации о различных проявлениях неотектонических движений.

При определении содержания новейшей тектоники обычно принимаются во внимание различные тектонические движения и возникающие в результате структурные формы, лежащие в основании современного рельефа. Несомненно, что важно иметь в виду также возникновение и развитие ландшафтов земной поверхности (включая и их биоценозы), во многом контролируемые неотектоникой.

Специальные исследования ландшафтов дают возможность устанавливать многочисленные проявления неотектоники на земной поверхности, т. е. те, которые, по существу говоря, не могут быть выявлены и использованы в должном объеме без использования аэрофотосъемки и ландшафтного подхода к исследованиям. Объекты неотектоники в виде пликативных или дистензивных структур и тех или иных элементов их развития выявляются самыми различными природными индикаторами. Кроме определенных типов и форм рельефа, возникающих на денудируемых структурах, природными индикаторами могут явиться различные почвенные образования, особенности растительного покрова, проявления эрозии, дефляции и аккумуляции, особенности локализации геохимических процессов.

Еще большее индикационное значение имеют морфологические элементы ландшафта. Необходимо подчеркнуть, что каждый из природных индикаторов может иметь как минимум тройное значение: отмечать господствующие, зарождающиеся или вырождающиеся элементы ландшафтов. Выявление и широкое использование природных индикаторов и позволяет избежать дискретности в наблюдениях, обеспечивает полноту получаемой информации.

Роль ландшафтных индикаторов тем выше, чем больше закрыт в геологическом отношении исследуемый район. Особенно необходимо их использование при изучении голоценовых тектонических движений, а также движений, происходящих в настоящее время, чаще всего проявляющихся эмбрионально. Поэтому можно уверенно сказать, что дешифрирование ландшафтов может дать исходный материал для значительного усовершенствования группы естественноисторических и в определенной мере историко-археологических методов исследования неотектоники. По существу все эти методы могут быть сведены в единый ландшафтный метод дешифрирования различных проявлений неотектоники. Содержание этого метода будет рассмотрено ниже, сейчас же заметим, что в самом общем виде исследования различных элементов новейшей и особенно современной тектоники выполняются параллельно с изучением морфологии, динамики и типологии ландшафтов и приводят к получению исходных полевых данных для целевого дешифрирования аэрофотоснимков. При этом выявляется индикационное значение и морфологических частей ландшафтов, определяются элементы их разновозрастных генераций, связанные с этапами развития структур, и производится необходимая систематика ландшафтов. Устанавливаемые пространственные, исторические и типологические закономерности возникновения и развития ландшафтов используются для выявления тектонических структур и изучения их различных элементов путем рационального сочетания полевых работ и дешифрирования аэрофотоснимков.

Результаты исследований, проводимых таким образом, дают возможность детально изучить морфологию структур. Это позволяет более целенаправленно планировать и инструментальные работы по измерениям скоростей современных движений, интерпретировать получаемые данные, имея более полное представление о тектонической структуре.

Из сказанного следует, что для постановки и решения задачи исследования неотектоники путем аэрометодов (дешифрирование аэрофотоснимков плюс аэровизуальные наблюдения) учет только рельефа, являющегося лишь одним из компонентов ландшафта, недостаточен. Привлечение для этой цели и других компонентов, использование закономерностей морфологии, динамики и типологии ландшафта позволяют выполнить исследования с большей точностью.

Этот вывод хорошо подтверждается данными исследований новейших тектонических движений, проводившихся нами с применением аэромето-

дов на основе ландшафтной концепции. Дальнейшее изложение имеет целью: 1) показать на материалах исследований, проводившихся в Каракумах, значение ландшафтов пустынь и составляющих их компонентов как очень чувствительных индикаторов современных тектонических движений; 2) осветить новые возможности, открывающиеся при учете связей ландшафтов с современными движениями; 3) охарактеризовать методику специального дешифрирования аэрофотоснимков, основанного на данных современной науки о ландшафтах и использовании внутренних взаимосвязей составляющих их образований.

## Глава II

---

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА

На земной поверхности существует огромное количество разнообразных территориальных природных образований, тесно связанных с геологическим строением недр Земли и содержащимися в них полезными ископаемыми. Их выявление и специальное изучение является задачей очень большой научной и практической важности, сводящейся к получению природных индикаторов геологического строения. Дешифрирование аэрофотоснимков, основанное на использовании таких индикаторов, позволяет значительно повысить эффективность геологических исследований, картирования, планирования геофизических работ и т. п. Природные образования представлены элементарными участками земной поверхности разного ранга с характерным для них сочетанием той или иной степени сложности природных компонентов — рельефа, грунтовых вод, почв, растительности и зооценозов, динамически и исторически сопряженных как между собой, так и с геологическим субстратом. Определенные совокупности таких участков образуют различные ландшафты земной поверхности, в пределах которых общие черты и те или иные детали геологического строения имеют оригинальное выражение. Изучение закономерностей возникновения и развития подобных совокупностей позволяет выявлять их важные геоиндикационные свойства. Поэтому специальное изучение ландшафтов — индикационное ландшафтovedение — должно стать научной основой современного дешифрирования, в том числе геологического. Объектами такого изучения должны явиться прежде всего морфологическая структура, динамика и типология ландшафтов.

Как показано отечественной географической наукой (Солнцев, 1949; Исаченко, 1953, 1961; Калесник, 1955, и др.), изучение морфологической структуры ландшафтов имеет большое научное и практическое значение. Данные такого изучения позволяют с уверенностью раскрывать генезис географического облика конкретных территорий и устанавливать важные диагностические признаки их развития. В частности, этим путем могут быть установлены надежные индикаторы новейших и современных движений таких геологически закрытых территорий, какими являются Каракумы. Применение ландшафтного подхода к исследованиям и ландшафтного метода дешифрирования меняет представление о закрытых территориях как труднодоступных для исследования их геологии, позволяет устанавливать новые, остававшиеся ранее незамеченными и неиспользованными связи природных условий территорий с их геологическим строением.

Природные территориальные образования, возникающие в результате дифференциации природных условий земной поверхности, отличаются

между собою физическими и историческими условиями возникновения и развития. Их физиономическое выражение, размеры и характер разделяющих границ обусловливаются общими — зонально-климатическими и местными — азональными (геологическими и геоморфологическими) особенностями. Для каждого из таких участков характерно закономерное, исторически обусловленное сочетание всех природных компонентов, прослеживающееся в определенных территориальных границах. Такие участки носят название природных территориальных комплексов (Берг, 1913) и в целом составляют соподчиненную динамически сопряженную систему, образующую, по определению С. В. Калесника (1959), географическую оболочку Земли. Они обладают, с одной стороны, определенной индивидуальностью, отличающей их один от другого, а с другой — чертами сходства, позволяющими выделить среди них определенные типологические категории.

В качестве основной таксономической единицы природных территориальных комплексов в настоящее время принят географический ландшафт, который как территориальная единица отличается свойственной ему индивидуальностью. Наиболее характерно последняя выражается морфологической структурой ландшафта, обычно связанной с геологическим субстратом. Наряду с этим ландшафту присущи типологические черты более крупных территорий, аналогичных по своим зонально-климатическим условиям и геологическому строению.

Ландшафт, будучи генетически однородной территорией, представляет собой достаточно сложный и только данному ландшафту присущий комплекс более мелких природно-географических единиц, ни одна из которых в отдельности не может дать полного представления об основных природных особенностях территории. Являясь основной таксономической единицей, служащей для районирования природных условий крупных территорий, он вместе с тем представляет верхнюю ступень дифференциации природных условий земной поверхности.

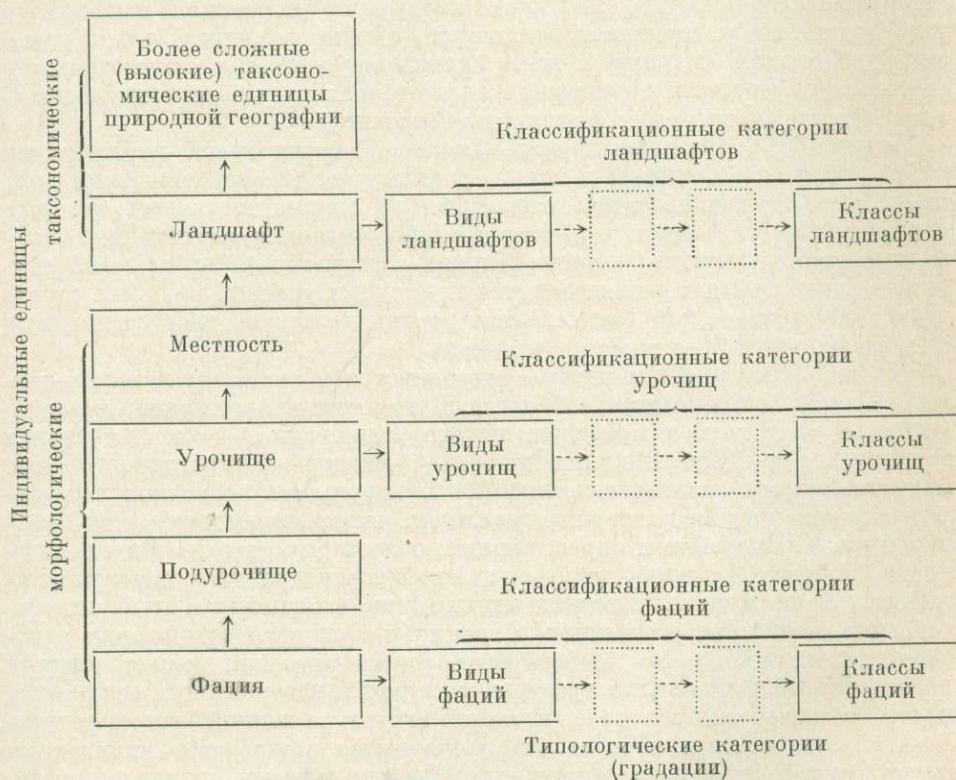
Индивидуальность ландшафта определяется в основном литолого-текtonическими особенностями субстрата. Ввиду того что последний геологически неоднороден в пределах одного ландшафта, соответствующая территория дифференцируется на более мелкие — внутриландшафтные природные территориальные комплексы. Совокупность последних характеризуется тем или иным их расположением, выражаемым морфологической структурой ландшафта и определяющим основные черты его физиономичности. Поэтому изучение морфологической структуры дает основной материал для различия соседних ландшафтов, выяснения причин их обособления, характера разделяющих границ, а также происхождения и истории развития. Главной особенностью такого изучения должен явиться достаточно полный анализ пространственных и исторических закономерностей, выраженных в морфологической структуре ландшафтов; в результате такого анализа обычно устанавливаются природные индикаторы геологического субстрата ландшафтов. Иными словами, изучение проводится на основе ландшафтного подхода, осуществляемого путем камерального и особенно полевого дешифрирования материалов аэрофотосъемки.

Отечественной географической наукой (Берг, 1913, 1952; Герасимов, Кесь, 1948; Солнцев, 1948, 1949, 1961, 1963; Калесник, 1955, 1959; Геренчук, 1956; Исаченко, 1961, и др.) установлено, что основными морфологическими частями ландшафта — «морфологическими единицами» — являются фации и уроцища. Кроме основных морфологических единиц, называемых также природно-географическими единицами или морфологическими частями ландшафта, часто выделяются подурочища и местности, имеющие в данном отношении значение промежуточных категорий.

Смысл выделения промежуточных единиц заключается в необходимости получения более полной характеристики морфологической структуры ландшафта, что делается в целях уточнения генезиса и истории его развития, границ между основными морфологическими частями, а также для более полного выявления ландшафтных индикаторов природных условий.

При изучении природных территориальных комплексов той или иной степени сложности (от фации до ландшафта) собирается материал как для их индивидуальной, так и типологической характеристики.

Как будет показано ниже, типологические категории морфологических единиц ландшафта имеют важное значение в исследованиях различных проявлений новейшей и современной тектоники песчаных пустынь с их геологическим субстратом, скрытым под различными новообразованиями. Соотношения основных морфологических единиц ландшафта в индивидуальном и в типологическом плане показаны на прилагаемой схеме индивидуальных территориальных комплексов (по Н. А. Солищеву; Анненская и др., 1962).



В той же работе приводятся следующие характеристики морфологических индивидуально выраженных частей ландшафта.

**Фация** — природный территориальный комплекс, на всем протяжении которого сохраняется одинаковая литология поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, один микроклимат, одна почвенная разность и один биоценоз. Внутри территории, занятой фацией, все указанные компоненты остаются однородными, в совокупности образующими простейший природный территориальный комплекс. В системе морфологических единиц фация является неделимым природным образованием. Это отличает ее от других единиц более высокого ранга и указы-

вает, как отмечает А. Г. Исаченко (1961), что дальнейшее ее деление приводит к потере комплексом присущего ему территориального качества и распаду на отдельные элементы.

Чаще всего фация связана с формами микрорельефа, реже — мезорельефа, например, с центральной частью суффозионной западины, с подножьем склона гряды, с вершиной пластово-останцовой поверхности холма и т. п.

Выделение и изучение фаций доставляет основной материал для характеристики морфологической структуры ландшафта. Представление о последней создается прежде всего в результате сопоставлений и обобщений данных о фациях, характеризующих их индивидуальные и типологические особенности.

Из сказанного следует, что фация может являться природным индикатором литологически однородного слоя, а также тех или иных элемен-тарных форм рельефа. В изображении на аэрофотоснимке она выступает как комплексный (ландшафтный) дешифровочный признак.

Подурочище — природный территориальный комплекс, состоящий из группы фаций, тесно связанных генетически и динамически между собою вследствие их общего положения на одном из элементов мезорельефа. Характерной особенностью подурочища является сходство составляющих его фаций в отношении количества получаемого ими солнечного тепла и света. Располагаясь на склоне, на вершине холма, на пла-корной поверхности междуречья, на днище балки и т. п., они обладают для этого необходимым топологическим единством.

Фации, составляющие подурочище, могут располагаться как на однородном, так и на разнородном литологическом основании. В первом случае, при условии одинаковой инсоляции, разнородность фаций на мезоформе рельефа может свидетельствовать об изменении по ее протяжению механического состава почв, условий почвенно-грунтового увлажнения, явлений оглеения, выплеливания, оподзоливания и т. п. Существенно, ввиду тех же причин, на территории подурочища может изменяться характер растительного покрова. Таким образом, части морфологической структуры подурочища, расположенного на литологически однородном основании, могут, например, являться индикаторами близкого нахожде-ния потока грунтовых вод или наличия промывного режима, процессов смыва и намыва, в некоторых случаях — дифференцированных прояв-лений современной тектоники (см. ниже) и т. п. Получая изображение на аэрофотоснимках, морфоструктурные и топологические особенности подурочищ могут являться комплексными дешифровочными признаками явлений более сложного генезиса, чем фации.

Если подурочища располагаются на разнородном литологическом ос-новании, например на склоне, сложенном гетерогенной серией напластова-ний, тогда к литологически разным породам будут тяготеть группы фа-ций, связанных топологическим единством и в силу этого — одинаковой величиной получаемой ими солнечной инсоляции. В этих условиях части морфологической структуры подурочища, представляемые группой фаций склонового типа, индицируют литологически различные слои, их прости-рания, те или иные нарушения, выявляя тем самым геологическую струк-туру склона.

Урошице — так же как фация и подурочище — представляет при-родный территориальный комплекс. Однако его отличительной чертой является более сложное строение, так как урошице обычно располагается на форме мезорельефа, с которой совмещается, если на ее протяжении сохраняются достаточно однородные геологическая и гидрогеологическая обстановки. Урошице как результат закономерного сочетания подурочищ и фаций имеет определенные черты, отражающие особенности геологич-

ского субстрата, гидрологических условий и т. п. Являясь целостными образованиями, развивающимися, например, на водораздельной равнине, на грядовой форме и т. п., уроцища обычно четко обособлены, поскольку составляющие их природные территориальные комплексы отличаются единством генезиса и сопряженной динамикой развития. Уроцище может занимать и часть мезоформы, но это будет указывать на неодинаковый характер по ее протяжению геологических и гидрогеологических условий или каждого из этих факторов в отдельности. Та или иная степень сложности геологического строения территории уроцища, история его развития и возраст оказывают прямое влияние на его морфоструктуру. Поэтому различают уроцища простые и сложные, отражающие соответственный характер их геологического основания. Кроме того, выделяются основные уроцища, определяющие морфоструктуру данного ландшафта в целом, и уроцища подчиненные. Первые из них, занимая внутри ландшафта большие площади, образуют их основной фон. Н. А. Солнцев (Анненская и др., 1962) предложил для них соответственно названия уроцищ-доминант (фоновых уроцищ) и уроцищ-субдоминант. Как природные индикаторы они важны тем, что позволяют (при аэровизуальных наблюдениях или дешифрировании аэрофотоснимков) различать основные и второстепенные элементы геологического строения и уверенно оконтуривать области их развития.

Местность является генетически однородной морфологической частью ландшафта, имеющей одинаковый геологический субстрат, один комплекс форм рельефа, один климат и состоящей из динамически сопряженных уроцищ. В пределах ландшафтов обычно наблюдаются группы родственных уроцищ, возникающих вследствие определенной направленности и территориальной дифференциации эндогенных и экзогенных процессов. Это приводит к образованию морфологических единиц ландшафта более высокого ранга, чем уроцища, — местностей. Надо заметить, что особое значение в этом отношении для территории Каракумов имеют проходящие здесь тектонические движения. Они контролируют процессы денудации и аккумуляции, определяют важные особенности формирования и распространения различных типов четвертичных отложений, дефляционного и аккумулятивного рельефа, различных типов почв, растительных сообществ и т. п. В конечном итоге разделение территории на местности обусловливается литолого-тектоническими различиями внутри единого по генезису ландшафта.

В современной литературе по вопросам ландшафтovedения подобные группы генетически и динамически сопряженных уроцищ принято чаще всего обозначать терминами «местность», «тип местности», «географическая местность», понимая под ними «природный территориальный комплекс», более крупный и сложный по своей структуре, чем любое отдельное уроцище.

Для обособления групп уроцищ в местности необходимы локальные вариации общего процесса развития данной территории, связанные прежде всего с дифференцированным характером продолжающегося развития геологического субстрата. Последнее определяет местные различия в проявлении экзогенных процессов, те или иные особенности распространения поверхностных отложений, имеющих также важное значение для формирования морфологической структуры ландшафта.

Часты также примеры, когда на территории ландшафта сочетания основных уроцищ (как доминант, так и субдоминант) не изменяются. Иными словами, дифференциация территории на географические местности не выражена. В этом случае ландшафт представлен одной местностью, что является указанием на ту или иную однородность геологического фундамента.

Ландшафт — генетически однородный природный территориальный комплекс, имеющий по всей территории одинаково выраженный геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из свойственного только данному ландшафту набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся в пространстве основных и второстепенных уроцищ.

В приведенном определении необходимо подчеркнуть то обстоятельство, что ландшафт, несмотря на присущую ему сложность, является генетически однородным образованием, что может быть лишь в том случае, если его геологическая основа отличается определенной индивидуальностью.

Каждому ландшафту свойственны также определенные черты исторического взаимоотношения основных и второстепенных уроцищ, связанных с этапами развития ландшафта. В основном они обусловливаются направленностью и особенностями тектонических движений, происходящим при этом обосновлении литогенной основы и характером формирования рельефа.

Образование морфологических частей ландшафта неразрывно связано с возрастом и историей его развития, в которой всегда выделяются определенные этапы, на что было обращено внимание Б. Б. Полыновым (1956). Как указывает С. В. Калесник (1959), во всяком ландшафте налицо черты и морфологические единицы тройского рода: современные, или консервативные, т. е. придающие ландшафту его современный облик; реликтовые — те, которые сохранились от предыдущих стадий развития; прогрессивные, т. е. вновь возникающие, которым суждено неуклонно усиливаться. Анализ этих черт приводит к интересным выводам относительно истории развития новейших и современных тектонических движений, этапов формирования возникающих складчатых и разрывных структур и т. п.

Это важное положение находило частые подтверждения при проводившихся исследованиях ландшафтов Каракумов в целях анализа их связей с тектоническими движениями. Черты разновозрастных генераций устанавливаются в любом из пустынных ландшафтов, индивидуальность которых в конечном итоге определяется направленностью и характером тектонических движений.

Хотя ландшафты Каракумов, как будет показано ниже, располагаются на однородном — в том или ином отношении — геологическом фундаменте, история развития каждого из них с момента возникновения индивидуальна. Это определяет физиономические признаки, по которым ландшафты отличаются один от другого. Так, если одна часть территории охвачена поднятием, а другая опусканием, то в их пределах будут существовать ландшафты, отличающиеся один от другого происхождением и историей формирования. Необходимо, однако, иметь в виду, что физиономичность ландшафта и его генетическая общность обусловливаются не только направленностью эндогенного процесса, но и климатическим режимом территории в определенные этапы ее развития.

Ландшафтоведение является одним из основных направлений современной отечественной географии. Его теоретические положения имеют большое значение для разработки и применения аэрометодов в целях геологических исследований и, в частности, для изучения новейшей тектоники. В изложенном выше понимании ландшафт и указанные части его морфологической структуры являются важными индикаторами природных условий. Как указал С. В. Калесник (1955), «структурные особенности каждого ландшафта основаны на столь тесных внутренних связях, что при правильном анализе связей можно по одному звену сложного комплекса устанавливать и остальные почти одним только дедуктивным путем» (стр. 473).

Отмеченное положение ландшафтования составляет одну из основ ландшафтного метода дешифрирования различных проявлений новейшей тектоники и является важной предпосылкой индикационного ландшафтования.

## Глава III

---

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДИКАЦИОННОЙ РОЛИ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ

Общие сведения о процессе аэрофотосъемки, условиях, влияющих на качество материалов аэрофотосъемки, а также методы дешифрирования и дешифровочные признаки горных пород и других компонентов ландшафта изложены в целом ряде специальных сводок, руководств и пособий (Гавеман, 1937; Мирошниченко, 1946а; Коншин, 1954; Михайлов, 1959; Господинов, 1961; Петрусевич, 1962; Альтер, 1966). Поэтому нет необходимости приводить здесь сведения общего характера, изложенные как в публикациях упомянутых авторов, так и в других источниках.

#### Рельеф

Закономерные связи развития рельефа земной поверхности с новейшей тектоникой освещены, как было указано в главе I, в трудах Н. И. Николаева, И. П. Герасимова, Ю. А. Мещерякова, С. С. Шульца, И. С. Щукина. Эти труды послужили основой для возникновения и развития в геоморфологии структурно-геоморфологического направления. Как известно, его общей задачей является установление связи рельефа и процессов его формирования с тектоникой и особенно новейшей тектоникой — ее различными проявлениями.

Рельеф из всех компонентов ландшафта наиболее легко распознается на местности и на аэрофотоснимках. Его различные формы, обозначенные ими типы являются одним из основных природных индикаторов проявлений новейшей тектоники и в изображении на аэрофотоснимках служат важными дешифровочными признаками.

В последнее время проблема связи рельефа с тектоническими структурами и движениями земной коры получила специальную разработку и освещение в работах И. П. Герасимова (1959), Ю. А. Мещерякова (1963), А. П. Рождественского (1965).

Понятие «морфоструктура», введенное в отечественную геоморфологию И. П. Герасимовым, является прогрессивным, поскольку оно определяет непосредственное геоморфологическое выражение тектогенеза. В определении И. П. Герасимова (1959) морфоструктура — это крупная форма рельефа, которая возникает при ведущей роли эндогенного фактора — тектонических движений. В настоящее время к категории морфоструктур относят «не только самые крупные, но и сравнительно небольшие по размерам формы рельефа, которые являются отражением таких, тоже не крупных структур, как валы, купола, небольшие антиклинальные и синклинальные складки, грабены, дайки и т. п.» (Мещеряков, 1960, стр. 11).

В зоне песчаных пустынь главными рельефообразующими процессами экзогенного характера являются дефляция и эоловая аккумуляция, которые в зависимости от характера литологического состава пород, интенсивности и направленности тектонических движений обуславливают

пространственное распределение и взаимоположение различных типов рельефа, определяющих современный морфологический облик ландшафта пустыни.

Для зоны песчаных пустынь В. П. Миронченко (1954, 1960) впервые разработал методику изучения проявлений новейшей тектоники, основанную на анализе (проводимом на основе аэрометодов) морфоструктур различных порядков, связанных с ним процессов дефляции и аккумуляции, а также развития различных ландшафтов пустыни.

Предложенная методика успешно применялась (1954—1956 гг.) на территории Западно-Туркменской низменности Комплексной южной геологической экспедицией под руководством И. О. Брова. Результатам этих исследований посвящены работы В. А. Николенко и В. В. Шолохова (1962), В. В. Шолохова (1959, 1963), И. П. Сырнева (1962, 1963) и др.

Следуя принципу выделения морфоструктурных областей, низкую равнину Средней Азии, тяготеющую к Туранской плите, можно отнести к морфоструктуре первого порядка. В ее пределах на тектонически опущенных участках, отличающихся мощным покровом четвертичных отложений, развиты обширные аккумулятивные равнины, например, Низменные Каракумы, представляющие в целом морфоструктуру, но уже второго порядка. К тектонически приподнятым участкам (также морфоструктура второго порядка) относятся соседние Заунгузские Каракумы. Их поверхность сложена коренными породами и является типичной денудационной равниной.

Аккумулятивно-эоловой равниной (как и Низменные Каракумы) является и Западно-Туркменская низменность, которая представляет собой крупную морфоструктуру, выражающую межгорную впадину альпийской геосинклинальной области. В свою очередь перечисленные выше морфоструктуры могут быть подразделены на морфоструктуры более мелких порядков, рельеф которых развивается на основе то аридно-денудационного, то аридно-аккумулятивного процессов.

В соответствии с указанными общими чертами морфологии всей данной территории в ее пределах выделяются следующие основные геоморфологические области: 1) аллювиально-дельтовая равнина среднеплиоценового возраста с денудационно-дефляционным расчленением, создавшим современный облик Заунгузских Каракумов с их специфическим ландшафтом каменисто-песчаной пустыни; 2) аллювиально-дельтовая равнина средне- и позднечетвертичного возраста с дефляционно-аккумулятивными формами эолового рельефа — преимущественно песчаные ландшафты Низменных Каракумов; 3) абразионно-аккумулятивная и аллювиально-дельтовая равнины Западно-Туркменской низменности позднечетвертичного возраста с пустынными ландшафтами на дефляционных и аккумулятивных формах рельефа; 4) аллювиально-пролювиальные равнины Конетдага, Большого Балхана и Малого Балхана с различными вариантами пустынных ландшафтов на аккумулятивных и эрозионных формах рельефа.

Как следует из сказанного выше, упомянутые морфоструктуры первого и второго порядков являются индикаторами наиболее крупных поднятий и депрессий всей данной территории. В пределах же каждой из выделенных геоморфологических областей индикационные связи с новейшей тектоникой выражаются более мелкими морфоструктурами, а также различными элементами морфоскульптурного рельефа.

На дочетвертичных породах (доакчагыльского возраста) в основном континентального происхождения и песчано-глинистого состава (заунгурская свита) распространен кырово-котловинный комплекс форм рельефа. Выявлена определенная зависимость между пространственным распределением форм рельефа данного комплекса и различными прояв-

лениями новейшей тектоники (Мирошниченко, 1966а). На участках, структурно приподнятых (в районах груши бугров Зеагли, Дарваза) и расположенных в пределах свода, преобладающим развитием пользуются межкыровые понижения, в днищах которых вскрываются наиболее древние породы — конкского горизонта и сарматского яруса. Заунгузская толща, представляющая собой серию переслаивающихся косослоистых песков и рыхлых песчаников с линзами известковистых глин и конгломератов, вследствие происходящей здесь активной дефляции сохранилась лишь в виде отдельных останцов. Вынесенный материал в большей своей части аккумулируется в сопряженной с поднятием депрессии, а также в виде грядоподобных скоплений — в ветровой тени останцов. В то же время в тектонических депрессиях в соотношениях кыров и межкыровых понижений наблюдается зависимость противоположного характера: преобладающим развитием пользуются кыры, чередующиеся с долинообразными понижениями. Как следует из рассмотрения рис. 16 (см. ниже), аэрофотоизображение различных элементов данного рельефа дает полное представление об основных его особенностях. Эти особенности связаны с дефляционной и аккумулятивной деятельностью в его формировании, характером разреза заунгузской толщи и некоторыми другими моментами.

В пределах Низменных Каракумов распространен аллювиально-дельтовый комплекс осадков древних систем рр. Амударья, Теджена и Мургаба, представленный сложно переслаивающимися русловыми, пойменными и дельтовыми фациями. Данные отложения выполняют обширную Южно-Каракумскую депрессию.

На мощной толще в основном песчаных отложений четвертичного возраста формируется эоловый рельеф, представленный многообразием форм как аккумулятивного, так и дефляционного генезиса.

Низменные Каракумы являются областью значительных, но своеобразно выраженных проявлений новейших тектонических движений, фиксированных в закономерной смене валообразных поднятий и соответствующих им опусканий, которые вытянуты согласно простианию складчатости Копетдага.

При этом важное значение имело использование индикационной роли современных такыров и их древних аналогов — «стратотакыров» (Мирошниченко, 1960).

Было показано, что такыры являются геоморфологическими индикаторами различных проявлений новейшей тектоники; образуясь в пределах поднятий и опусканий, они представляют по существу элементы морфоскульптуры на фоне морфоструктур.

В пределах Низменных Каракумов на участках воздымания наблюдается активная дефляция, зона которой прослеживается от широты Бахардокского шора до широты аула Ербент. Указанная область заметно приподнята относительно окружающей территории с севера и юга и с поверхности сложена перевернутыми нижне- и среднечетвертичными аллювиально-дельтовыми осадками, представленными в основном песками и глинами. Это зона развития стратотакыров, которой соответствует дефляционный тип эолового рельефа. На своде поднятия развиты барханно-котловинные, а на крыльях — ячеисто-грядовые куэстообразные формы эолового рельефа. Значительным распространением среди дефляционного комплекса эоловых форм пользуются стратотакыры. Широкое распространение стратотакыров, среди которых наблюдаются как наклонные, так и горизонтальные разности, указывает на участок свода и присводовые части поднятия.

В противоположность дефляционному комплексу форм рельефа, наблюдавшемуся в пределах структурно приподнятых участков, в депрессиях

развит аккумулятивный комплекс форм рельефа, который в зависимости от литологического состава пород и интенсивности тектонических движений морфологически отличается от дефляционного комплекса. Так, в Северо-Каракумской депрессии, сложенной в основном рыхлыми песчанистыми и глинистыми породами, наблюдается грядовый рельеф. Гряды прямолинейны в своих очертаниях, ориентированы по направлению господствующего ветра. Небольшие по размерам и спорадически разбросанные такыры встречаются в основном в межгрядовых понижениях и в днищах ячей выдувания.

В Южно-Каракумской депрессии также развиты гряды, но они навязаны на плоскую равнину, сложенную рыхлыми глинистыми и суглинистыми породами тедженской свиты, и в отличие от предыдущих более крупные и в некоторых случаях извилистые. Такыры, располагающиеся между грядами, вытянуты меридионально и являются результатом затачивания первичной аллювиально-дельтовой равнины в межгрядовых понижениях. Наличие в последних обширных участков развития мокрых солончаков указывает на места наибольшего прогибания внутри депрессии — места опусканий ее шарнира.

Дешифрирование этих геоморфологических элементов, являющихся природными индикаторами тектонической депрессии, производится по ряду признаков, связанных с их морфологическими особенностями, конфигураций, а также отношением к окружающей физико-географической обстановке. Значительную роль в опознавании объектов, изображенных на аэрофотоснимках, играет тональная гамма их аэрофотоизображения.

На рис. 1, *a*\* морфологический облик гряд («псаммокуэст») образуют следующие детали аэрофотоизображения и их сочетания.

1. Узкие светлые полосы из кулисообразно расположенных серповидно изогнутых полосок (подвижные барханы). Последние в совокупности указывают на аэрофотоснимке гребень гряды.

В случае параллельного (или под углом друг к другу) расположения узких светлых полос мы видим на аэрофотоснимке изображение сложного песчаного массива.

2. Сочетание мелких рассеянных образований с округлыми очертаниями темно-синего тона и вытянутых, волнообразно изогнутых светлых полосок указывает на наветренный склон гряды с язвами дефляции и небольшими грядками.

3. Светло-серые фестончатые образования и светлые почти прямолинейные участки образуют полосу со сложно очерченной границей. На аэрофотоснимке соответствует подветренному склону гряды, который осложнен свежими оплывинами песка.

Что касается песчаных аккумулятивных гряд, развитых на аллювиально-дельтовой равнине Теджена, то в отличие от куэстообразных гряд, развитых на крыльях поднятий, они, как показывает анализ аэрофотоснимков, более симметричны, вытянуты почти по направлению господствующего ветра, характеризуются значительно меньшим развитием язв дефляции на наветренных склонах (рис. 1, *b*).

Однако морфология гребня аккумулятивных гряд выражена, как правило, более широкой полосой — сочетанием мелких серповидных образований, отражающих сложную систему развитых на гребне подвижных барханов.

Дефляционные котловины и сопряженные с ними формы эолового рельефа, тяготеющие, как указывалось выше, к водам поднятий, имеют сложный морфологический облик. На аэрофотоснимках (рис. 1, *c*) он выражается следующими сочетаниями элементов.

\* Все рисунки, кроме №№ 3, 5, 23, 27, 36, 38 помещены в конце книги.

1. Сочетание мелких рассеянных с округлыми очертаниями образований темно-серого тона — изображение плосковерхих, закономерно ориентированных элементов рельефа, территории развития которых ограничивается четко извилистой линией. Это сочетание выражает входную для ветрового потока часть дефляционной котловины.

2. Сочетание мелких серповидных образований, сложная совокупность которых составляет отдельно выраженный массив с системой светлых волнисто изогнутых полосок, обрамляющих его с внешней стороны. Их совокупность выражает часть котловины, через которую проносится ветровой поток, вынося из нее массу ёлового материала, слагающего массив мелких подвижных барханов.

3. Сочетание дугообразных, серповидно сужающихся элементов аэрофотоизображения, а также серых и темно-серых полос эллиптических очертаний выражает на аэрофотоснимке дефлируемое днище котловины, покрытое обточенными ветрами мелкими останцами. Такие останцы наблюдаются в том случае, когда дефляция не достигает поверхности твердого слоя в дефлируемой толще.

4. Сочетание фестончатых по очертаниям элементов светло-серого тона и темных и темно-серых полос с участками ровного серого тона, сужающимися к выходной части котловины, выражает склоны последней, обычно находящиеся в состоянии подвижного равновесия.

Для морфологического облика котловины выдувания характерны эллипсоидальные очертания, контуры которых вытягиваются согласно направлению господствующего ветра.

В том случае, когда дефляция достигает поверхности твердых глинистых пропластков, дно котловин выдувания быстро расширяется и становится стратотакыром тех или иных размеров. В том случае, когда стратотакыр горизонтален, он изображается светлым или светло-серым пятном круглых или вытянутых очертаний, отлично выделяющимся на фоне ландшафта песчаной пустыни. Полигональная отдельность, свойственная подобным образованиям, изображается лишь на крупномасштабных аэрофотоснимках (масштаба 1 : 10 000 и крупнее).

Аэрофотоизображение наклонных стратотакыров характеризуется более сложной тональностью, выраженной обычно сочетанием двух или трех полос разного тона. Верхняя часть такыра изображается светлым, средняя — светло-серым и нижняя — серым или даже темно-серым тоном (рис. 1, г).

Морфология каждой полосы представлена различными комплексами микрорельефа, в значительной мере обусловливающими тональную гамму наклонного стратотакыра. Особенно это сказывается в нижней части подобных такыров, где на материале, сносимом с верхней части, активно развиваются пустынно-песчаные и солончаковые почвы и густые заросли различных солянок.

В пределах абразионно-аккумулятивной равнины Западно-Туркменской низменности широким распространением пользуются хвалынские отложения, представленные преимущественно осадками морского мелководья и морфологически выраженные в виде многочисленных террас и береговых валов.

В зависимости от структурных особенностей района литологический состав и мощность хвалынских отложений довольно изменчивы.

Наибольшая мощность осадков песчано-глинистого состава наблюдается в продолжающем прогибаться Атрекском прогибе (Ушко, 1962).

В Прибалханском районе и на прилегающей к нему территории песчаных массивов, а также в западной части Низменных Каракумов преимущественным развитием пользуются пески и щебень; песчано-галечни-

ковые же разности наблюдаются у подножий Кубадага, Большого Балхана и Малого Балхана.

В местах структурных поднятий вследствие нарушения закономерностей движения ветрового потока происходит деструкция свода поднятий, что наблюдается на многих участках хвальинской террасы, сложенной песками и галечниками. Здесь в результате активного выдувания песка и других мелких фракций на месте остаются галька и обломки пород, часто образующие каменистые россыпи. Последние наблюдаются также и на участках равнины между поднятиями. Образование их здесь связано с глубоким залеганием уровня грунтовых вод и эоловой дифференциацией более сухих грунтов.

Скопления песка обычно наблюдаются в ветровой тени у поднятия на поверхности террас, образуя здесь мелкие извилистые грядки, осложненные барханами.

Как приподнимающийся дефлируемый участок, так и сопровождающие его формы наложенного аккумулятивного рельефа дешифрируются на аэрофотоснимках в расположении и сочетании структурных и текстурных элементов, отражающих морфологию этих форм, а также их цветовую и тональную гаммы.

На опускающихся участках поверхности хвальинских террас (рис. 15), сложенных в основном песками и содержащих пропластки глин, гравия и галечника, обычно развивается дефляционно-бороздовый рельеф в сочетании с мелкими аккумулятивными песчаными грядами, располагающимися между бороздами выдувания. Гребни этих гряд увенчаны цепочками барханов. В бороздах выдувания местами наблюдаются мелкие такыры. На аэрофотоснимке они выделяются в виде светлых пятен, соответствующих местам обнажения глинистых пропластков хвальинских отложений.

В том случае, когда поверхность террасы сложена рыхлым песчаным слабосцепментированным материалом, формируется крупно-бороздовый рельеф, сопровождаемый барханными песчаными массивами, которые развиты на участках соединения соседних борозд.

Когда поверхность террасы подстилают глины, образуется наложенный — аккумулятивный песчаный рельеф, представленный большими грядами, перемежающимися с межгрядовыми понижениями и вытянутыми точно по направлению господствующего ветра. Изображение такого рельефа дано на рис. л таблицы.

Плоская аккумулятивная равнина с песчаными береговыми валами развита также на новокаспийских, сильно засоленных песчано-глинистых отложениях. Наиболее широким распространением эти отложения пользуются в Прибалханском районе, слагая в основном Балханский и Келькорский шоры, в структурном отношении приуроченные к области активного прогибания. Гипсометрически — это пониженные участки территории, расположенные почти на уровне моря. Вследствие этого их поверхность сильно увлажнена и занята солончаками. Главная роль в рельефообразовании данной территории принадлежит эрозионно-аккумулятивным и дефляционным процессам, которые, накладываясь на участки с разной литологией и на растущие молодые структуры, осложняют однообразный фон равнины.

Структурные поднятия в пределах равнины морфологически выражены как в положительных, так и в отрицательных формах рельефа. На солончаках с тяжелыми глинистыми грунтами обычно наблюдается прямое выражение структурных поднятий в рельефе, когда поднятие подчеркивается системой мелких, нечетко выраженных врезов, радиально расходящихся от его свода. В то же время на поднятиях, начавших свое формирование, по-видимому, ранее, развивается обращенный

рельеф. В этом случае на его своде возникает общее чашеобразное понижение, а на периферии образуются окаймляющие его гряды, на обратном склоне которых часто наблюдаются системы эрозионных врезов.

Морфологические элементы поднятий в том и другом случае находят детальное изображение на аэрофотоснимках. В первом случае это сочетание слегка извилистых темно-серых, ветвящихся в верхней части полос и серых или светло-серых треугольно очерченных участков, которые в совокупности выражают радиальную систему врезов, эродирующих свод поднятий. Во втором случае на аэрофотоснимке изображена концентрически замкнутая система участков разнотоновых, с густой по-перечной штриховкой, выражающих ядро и крылья поднятия (см. таблицу, ж).

На солончаках с легкими грунтами (рис. 19) воздымающимся участкам соответствует ярко выраженный обращенный рельеф. В результате дефляции, являющейся в данном случае основным фактором рельефообразования, возникают понижения, занятые мокрыми и корковыми солончаками. С подветренной стороны дефляционных понижений наблюдаются скопления одиночных мелких барханов.

На участках новокаспийской террасы, перекрытых с поверхности хемогенными отложениями (солончак Кель-Кор), образуются корковые солончаки с характерной макрополигональной отдельностью (см. таблицу, з).

Развитие таких солончаков указывает на места тектонических опусканий. Одним из них является обширнейший шор Кель-Кор, где наличие крупной депрессии подтверждено бурением и геофизическими данными.

На аллювиально-пролювиальных отложениях глинистого и суглинистого состава, слагающих предгорные равнины, которые обрамляют Коштдаг, Большой и Малый Балхан, воздействие тектонического поднятия в начальной стадии вызывает локальное изменение гидрологического режима. Поверхностное площадное затопление сменяется линейным стоком. В результате этого появляется густая сеть слабо врезанных, радиально расположенных русел, которые обычно не наблюдаются за пределами поднятий. Характерным для поднимающихся участков является наличие макрополигональной трещиноватости, появляющейся в первый этап развития поднятия, затем радиальной системы врезов.

Более поздние этапы поднятия характеризуются возникновением на его территории скульптурно-тектонического типа рельефа — на своде и скульптурно-эрзационного типа — на крыльях поднятия. Первый из них представлен кузстоподобными уступами, оконтуривающими дефлируемый свод поднятия, и мелкими останцовыми формами — в пределах самого свода. Второй выражен многочисленными врезами, между которыми сохраняются останцы первичной поверхности.

На аэрофотоснимках наклонной равнины подобные проявления новейшей тектоники выделяются общим несогласным сочетанием элементов, выражающих эрозионную систему врезов наклонной равнины и системы врезов на элювиальных ее участках, соответствующих поднятию (рис. 26).

Заметим, что на аэрофотоснимках разному возрасту элементов эрозионных врезов на поднятиях соответствует определенная тональность. Врезы ранней генерации, как правило, более светлые, часто не имеющие продолжения за пределы поднятия ввиду потери их связи с системой транзитного стока. Более молодые врезы (чаще всего обтекающие поднятие) имеют темно-серый и серый тон изображения.

Дизъюнктивные нарушения на территории выражены сочетанием разнохарактерных природных территориальных комплексов. Среди при-

родных компонентов, составляющих последние, рельефу принадлежит одно из основных значений.

На хвалынских террасах разрывы выделяются невысокими, едва возвышающимися уступами, с трудом различаемыми на местности. Однако достаточно уверенно трассируются по аэрофотоснимкам (рис. 1, δ), на которых хорошо выделяется контакт разнотипных участков по разрыву. Для каждого участка характерны определенные сочетания горных пород, форм рельефа, гидрологических условий, явлений дефляции и аккумуляции, обусловливающие формирование разных почв и растительности.

Все эти факторы обуславливают специфический характер аэрофотоизображения блоков по обе стороны разрыва, что облегчает и дешифрирование разрывов, и аэровизуальные наблюдения последних. Так, на участках, приподнятых по разрывам, развивается дефляционный рельеф, в то же время на опущенном крыле разрыва формируются солончаки.

Особое выражение имеют разрывы на поверхностях такыров и солончаков. На такырах разрывы могут быть установлены по прямолинейному расположению прикустовых холмиков-кос. Эти своеобразные формы являются образованиями самого последнего времени и поэтому их наличие свидетельствует о совсем недавних дезъюнктивных подвижках, которые в условиях данной территории происходят чаще всего унаследованно (по разрывам более древнего заложения).

На солончаках по направлениям разрывов прослеживаются линейно расположенные выделения рапы и грязи, излияние которых принимает форму псевдогрязевых вулканчиков. Замечено появление этих образований также после недавних землетрясений в Туркмении.

Следует, однако, подчеркнуть, что в специфических условиях пустынь, отличающихся, как выше отмечалось, закрытым геологическим строением, комплексный подход к исследованиям последних дает более полные результаты, чем только геоморфологический метод.

## Почвы

В зоне пустынь в летние месяцы при отмирании эфемерной травяной растительности тон изображения на аэрофотоснимках большей части ландшафтов определяется особенностями поверхности почв, ее спектральной яркостью. Иными словами, почвы являются тем компонентом ландшафтов пустынь, который непосредственно изображается на аэрофотоснимках. Поэтому почвы играют очень важную роль в изучении новейших тектонических движений и литологии районов зоны пустынь, так же как и всех остальных компонентов их ландшафтов. Как писал В. П. Мирошниченко (1964), «почва имеет множество оттенков, которые выражаются на аэроснимках различными тонами... По характеру почвы представляется возможным косвенно определить и характер образующих ее пород» (стр. 65). Еще несколькими годами раньше Д. Джил (Gill, 1933) указывал, что условия, при которых возможно использовать окраску почвы как основу для геологических работ, следующие: 1) почва должна быть развита настолько, чтобы почвообразование в ней не маскировало материнскую породу; 2) различия в окраске почвы должны быть отражены на аэрофотоснимках; 3) почва должна быть развита на элювии горных пород.

Факторами, определяющими различия в изображении почв на аэрофотоснимках, являются механический и минералогический состав, растворимые соли, содержание гумуса, фактура (Толчельников, 1960, 1961). Различия в свойствах почвенного покрова служат причиной неоднородности тона изображения ландшафта на аэрофотоснимке.

Свойства почв обусловлены, однако, не только почвообразующими горными породами, но, как устанавливается, зависят также от особенностей проявления новейшей тектоники.

Исследования индикационных свойств пустынных почв, проводившиеся на ряде заранее выделенных участков типичного проявления новейших тектонических движений, показали, что последними во многом определяются поступление — вынос легкорастворимых солей и твердых минеральных частиц и глубина уровня грунтовых вод. Это в свою очередь в значительной степени влияет на ход процесса почвообразования, на его скорость и направление. В результате на участках с тем или иным тектоническим режимом формируются специфические типы почв разного относительного возраста. Вследствие этого в районах зоны пустынь различные типы почв могут служить индикаторами, а при их изображении на аэрофотоснимках — дешифровочными признаками проявлений новейшей тектоники. Следует рассматривать два рода почвенных индикаторов новейших тектонических движений: 1) свойства почвенных разновидностей, тяготеющих к элементам тектонических структур; 2) взаимное расположение компонентов почвенного покрова.

В разных ландшафтах зоны пустынь почвенный покров имеет свои особенности. Вследствие этого каждому ландшафту присущи свои почвенные индикаторы новейших тектонических движений.

### Почвенные индикаторы новейших движений Низменных Каракумов

Так же как в отдельных частях зоны пустынь, в пределах песчаных равнин почвенные индикаторы новейшей тектоники не остаются постоянными и зависят от геоморфологических условий, истории развития территории и других факторов.

Поднятия в районах песчаной пустыни Низменных Каракумов, где наблюдается относительно близкое от поверхности залегание известняков, карбонатных песчаников и аргиллитов, характеризуются формированием пустынно-песчаных почв, обогащенных новообразованиями карбонатов (Толчельников, 1960, 1962). Такие почвы имеют широкое распространение, например, в районе Предкапетдагского валообразного поднятия (Мирошниченко, 1948, 1960, 1961б), в 30 км к северу от Ашхабада, где на глубине 5—10 м распространены озерно-дельтовые карбонатные глинистые отложения тедженской толщи. Известковистые новообразования, встречающиеся на поверхности почв этого района, имеют вид неправильных кусочков и обломков корней, а в почве часто встречаются целые минеральные корни, возникшие за счет биохимического замещения органического вещества отмерших корней (Толчельников, 1960, 1962). В котловинах выдувания такие новообразования покрывают сплошь поверхность почвы и на аэрофотоснимках дают светлый тон изображения.

В местах, характеризуемых сравнительно близким залеганием плотных пород (как например в районе Серных бугров, где в сводовой части наиболее интенсивно воздымающихся структур обнажаются мергели и песчаники), среди массивов пустынно-песчаных дефлированных почв с новообразованиями карбонатов распространены участки с серо-бурыми пустынными малогипсонасыщенными суглинистыми щебнистыми почвами, развитыми на указанных выше уплотненных породах. Эти почвы обогащены карбонатами и гипсом. Их аэрофотоизображение характеризуется наличием крупных пятен ровного серого тона с узкими параллельно вытянутыми полосами и более мелких пятен темно-серого тона. Ровным серым тоном изображаются участки с серо-бурыми почвами, а темно-серым —

затененные склоны туркулевого рельефа данных участков, который хорошо виден под стереоскопом. Соответственно узкими полосами изображаются террасовидные площадки на склонах повышений, причем различие в тоне обусловлено разницей в освещенности или вещественном составе пород, слагающих эти повышения.

В районах песчаных пустынь Низменных Каракумов со сравнительно глубоким залеганием плотных пород, которые уже не оказывают влияния на почвообразование, поднятия отличаются однородным покровом пустынно-песчаных почв. Однако во многих местах на таких участках пустынно-песчаные почвы подвергнуты дефляции. Примером такого поднятия может служить массив песков Черкезли. Здесь в связи с разеванием субстрата растущего поднятия, выявленного В. П. Мирошниченко (1959), среди пустынно-песчаных сильнодефлированных слабозакрепленных почв широко распространены массивы барханов незакрепленного песка. На аэрофотоснимках такие участки за счет более высокой яркости обнаженного песка по сравнению с почвами и растительным покровом изображаются светлыми пятнами с характерной рябью, соответствующей гребням отдельных барханов. В пределах массивов пустынно-песчаных почв встречаются отпрепарированные пропластки суглинистых слоистых древнеаллювиальных отложений (рис. 2). Они занимают небольшие участки, на которых формируются такыры деградирующие.

Опускания в районах песчаных пустынь при близком залегании слоистых глинистых пород и наличии подпора грунтовых вод характеризуются присутствием среди пустынно-

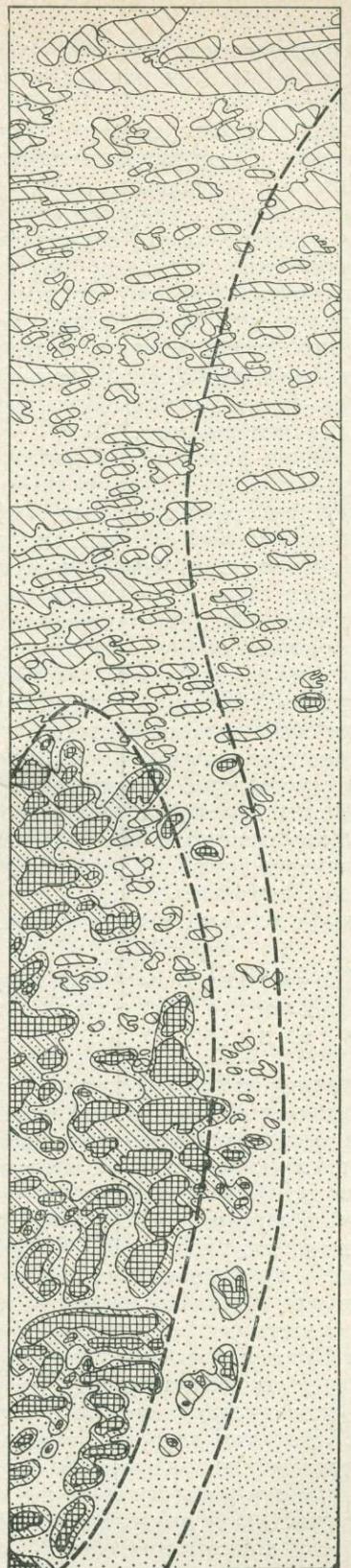


Рис. 3. Схематическая почвенная карта одного из участков Южно-Каракумской депрессии.  
1 — пустынно-песчаные типичные почвы, сильнозакрепленные; 2 — такыры типичные, тунгельсуглинистые, слабозакрепленные; 3 — солончаковые, слабозакрепленные; 4 — солонетовые почвы, слабозакрепленные; 5 — контуры тектонического опускания, грунтового увлажнения.

песчаных почв участков, занятых солончаками. Например, к северу от Кызыл-Арвата в пределах депрессии, простирающейся параллельно Предкотедагскому валу (Южно-Каракумская депрессия), формируется сочетание пустынно-песчаных почв и солончаков (рис. 3). Пустынно-песчаные почвы этого района, формирующиеся вокруг шоров, содержат гипсовые новообразования, а с поверхности обогащены мелкокристаллическим гипсом.

На аэрофотоснимках участки данной территории изображаются серым тоном с неясным ячеистым, решетчатым или губчатым мезорисунком и «шероховатым» микрорисунком, по которому разбросаны неправильной формы и «мягких» очертаний крупные темно-серые и более мелкие светлоокрашенные пятна. Серым тоном с неясным мезорисунком изображаются пустынно-песчаные почвы, тяготеющие к песчанным бугристым, ячеистым и грядовым формам рельефа, объемно видимым под стереоскопом; темно-серым тоном изображаются котловины с шарами, светлыми пятнами — участки такыров.

Районы Южно-Каракумской депрессии, в которую в недалеком прошлом с Копетдага еще проникали мелкие реки, отличаются широким распространением среди грядовых массивов с пустынно-песчаными почвами плоских участков с такырами типичными и такырами припесчаненными. Наиболее типичным является район распространения песчаных меридиональных гряд с плоскими глинистыми межгрядовыми понижениями (рис. 12). Он характеризуется сочетанием такыров типичных и пустынно-песчаных почв и простирается вдоль южной окраины Низменных Каракумов от района Ашхабада до современной дельты Теджена. Глинистый материал плоских межгрядовых ложбин участкаложен древними потоками Теджена и Карасу.

Фотоизображение этих участков представлено сочетанием «стеблевидных» форм серого тона, характерного для мелкобугристо-грядовых песчаных образований рельефа, и ровного светло-серого тона, соответствующего такырам типичным. На отдельных участках здесь развиваются такыры припесчаненные, формирующиеся в результате поселения тетыра. Они изображаются мелкими точками или темно-серым «шероховатым» рисунком на фоне светлого тона изображения такыров типичных.

#### **Почвенные индикаторы новейших движений наклонной пролювиальной и предгорной равнины**

На поднятиях наклонной пролювиальной равнины формируются щебнистые примитивные серо-бурые почвы и такыры суглинистые деградирующие; во многих местах почвы подвержены процессам эрозии.

Сочетания этих почв распространены в пределах пролювиальной равнины Западного Копетдага. Они тяготеют к куполообразным поднятиям, выделенным и описанным В. П. Мирошниченко (1961).

Эрозионная сеть предгорий, в местах встречающихся на ее пути поднятий, обычно постепенно смещается вниз по крылу растущей структуры, опоясывая поднятие. Поэтому рост куполовидного поднятия приводит к постепенному отступанию когда-то проходивших на его месте русел саев. Пример поднятия наклонной пролювиальной равнины, индицируемой почвами саев, приведен на рис. 25. Здесь в настоящее время русла саев опоясывают поднятие с двух сторон. В пределах денудированного свода поднятия гидрографическая сеть представлена отмершими висячими руслами, заполненными пролювиальным материалом и почти не выраженным в рельефе. История формирования данного ландшафта привела к развитию в пределах участка специфических почвенных разностей. К своду поднятия тяготеют в основном выщелоченные с поверх-

ности серо-бурые суглинистые щебнистые почвы и такыры суглинистые деградирующие. Они формируются в комплексе с такырами эродированными. По периферии свода распространены несколько менее элювированные почвы — такыры деградирующие суглинистые, в разной степени эродированные, а на окружающей поднятие территории развиты разновидности такыров типичных.

На аэрофотоснимках такие сочетания почв поднятий опознаются по поясному распределению входящих в их состав комплексов, характеризуемых определенным составом компонентов. Под стереоскопом прослеживается сеть молодых и висячих русел. За счет большего иссушения почв и изреженной растительности на аэрофотоснимках изображение почв центральной части поднятий имеет более светлый тон.

В пределах наклонной проловиальной равнины участки с указанным распределением разновидностей серо-бурых щебнистых и такыровидных почв и такыров деградирующих, подвергающихся в той или иной степени эрозионным процессам, изображаются на аэрофотоснимках в виде эллиптических контуров, прорезаемых множеством тонких извилистых ветвящихся полосок — эрозионных врезов. Этот своеобразный рисунок резко выделяется на фоне ровного тона изображения серо-бурых почв окружающей местности и служит признаком новейшего поднятия данной территории.

Следующий интересный пример поднятий в пределах наклонной проловиальной равнины был описан В. П. Миропличенко (1958) в Кызыл-Арватском районе. Здесь развиты формы рельефа, характерные для двух разновозрастных эрозионных систем: древней, отмирающей, и современной, развивающейся (рис. 4). Древняя эрозионная сеть, возникшая до начала процессов поднятия и «перекапывания» территории наклонной равнины, имеет малый врез и сравнительно широкие долины саев, в пределах которых наблюдаются следы меандрирования древних русел. Современная эрозионная сеть характеризуется прямолинейными элементами, более глубоким их врезом и малой шириной русел саев.

В древних заброшенных саях скапливаются местные поверхностные воды, но транзитные воды поверхностного стока в них не поступают. Вследствие этого там наблюдается несколько повышенное увлажнение почв и отсутствует эрозия. В таких условиях развиваются богатые пепергюем лугово-серо-бурые почвы, которые весной покрываются пышной растительностью.

Совершенно иные условия почвообразования наблюдаются в местах развития молодой эрозионной сети. Формирование современных эрозионных врезов приводит к развитию не только линейной, но и плоскостной эрозии почв характеризуемого участка и к обнажению здесь толщи проловиальных отложений.

Наличие указанного выше комплекса почв, когда среди такыров деградирующих развиваются лугово-серо-бурые почвы и такыры эродированные, обусловливающие на аэрофотоснимках изображение эрозионных систем двух возрастов, служит в определенных условиях индикатором энергичного молодого поднятия, ось которого проходит перпендикулярно направлению русел эрозионной сети.

Опускания, встречающиеся в пределах предгорной равнины, характеризуются преобладанием аккумулятивных процессов, при которых происходит поступление как твердого, так и растворимого минерального материала. Почвенный покров отличается непрерывным «омоложением» и высоким засолением. В качестве примера может служить участок, расположенный к юго-востоку от Кызыл-Арвата.

Здесь исследованиями В. П. Миропличенко (1937, 1938, 1960), данными анализа гранулометрического состава (Граве, 1957) и геофизиче-

скими исследованиями Ю. Н. Година и др. (1958) установлена депрессия, являющаяся одним из звеньев Предкотедагского прогиба. Почвенный покров, формирующийся в депрессии, состоит из сильно засоленных разновидностей некоторых типов почв, среди которых преобладают солончаки (рис. 5).

На аэрофотоснимках опускания предгорной равнины опознаются по светлому ровному тону изображения, характерному для сульфатно-хлоридных солончаков центральной части депрессий, отсутствию здесь эрозионной сети, объясняемому застойным режимом поступающих сюда вод, и по поясному расположению вокруг солончаков других почв.

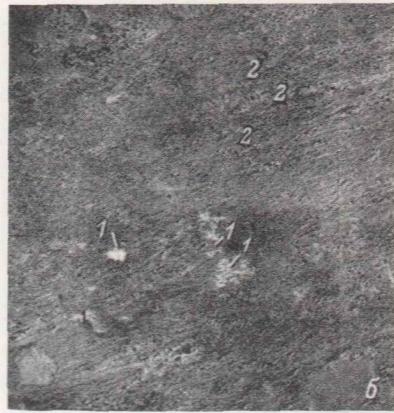
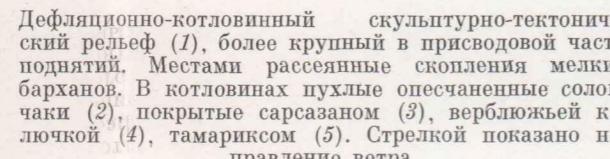
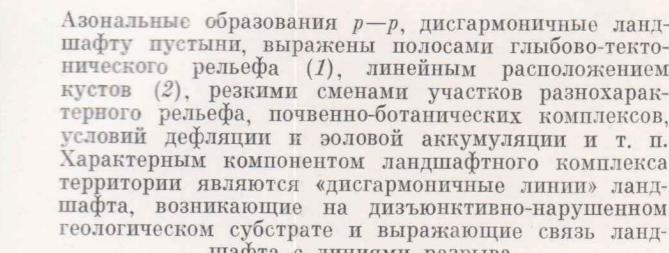
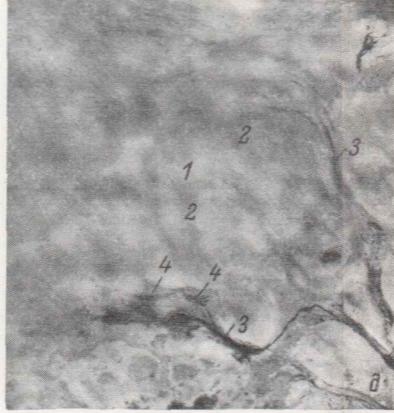
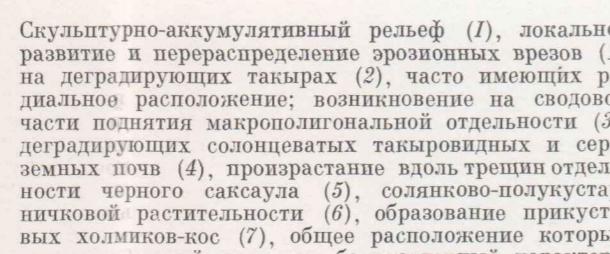
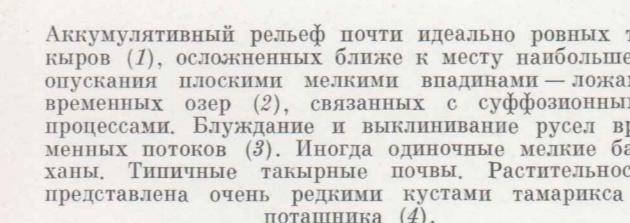
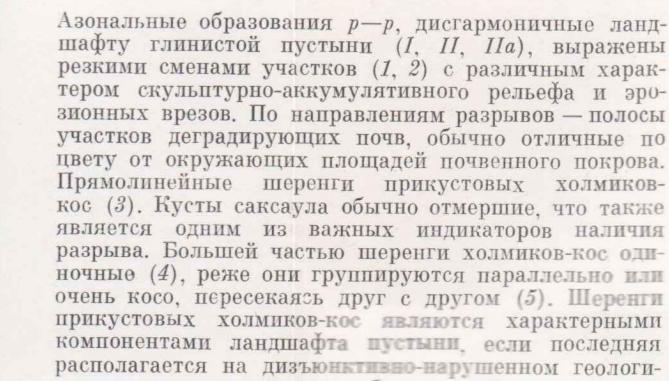
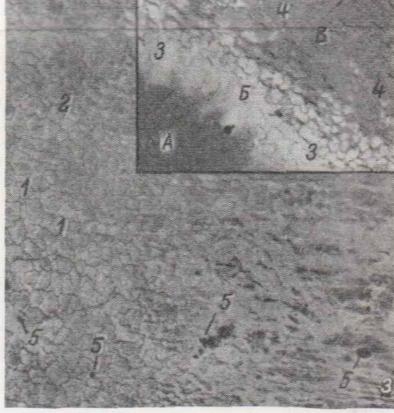
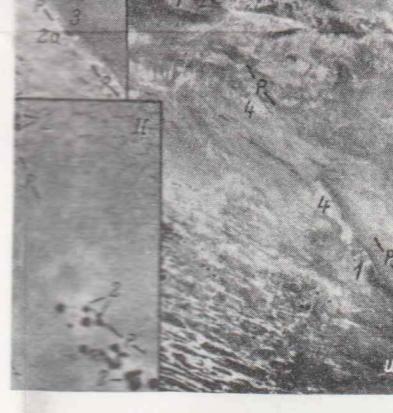
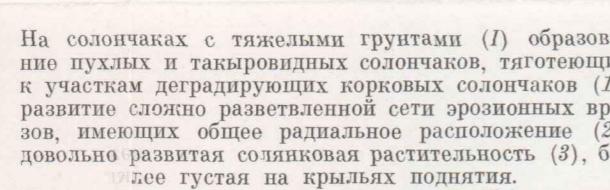
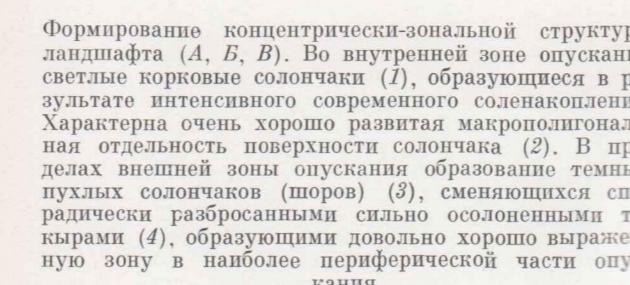
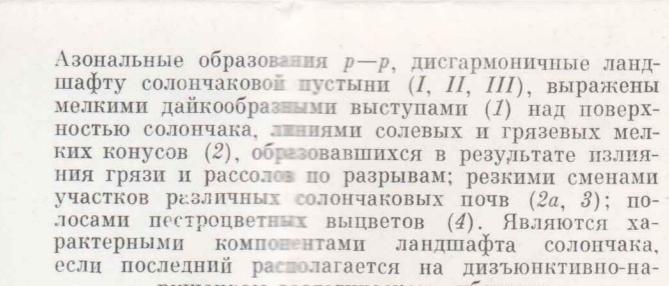
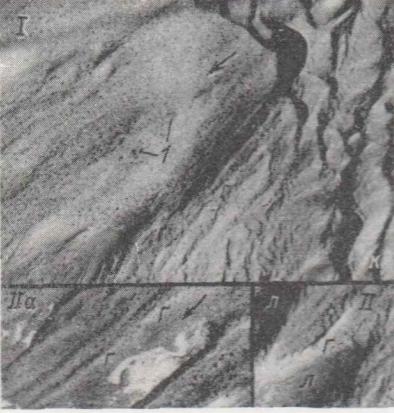
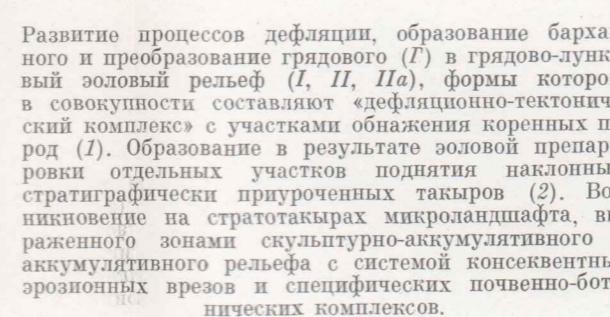
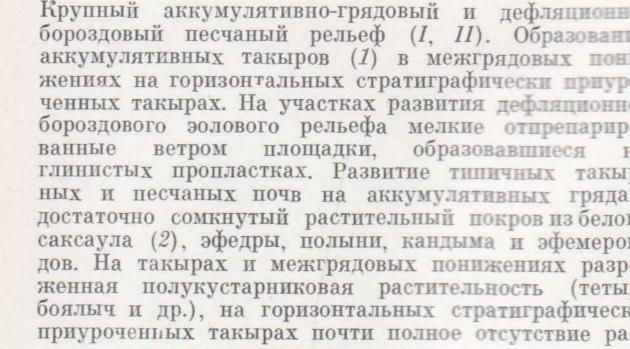
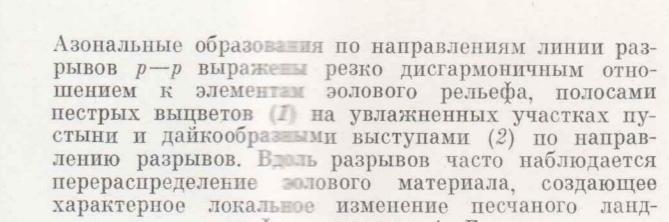
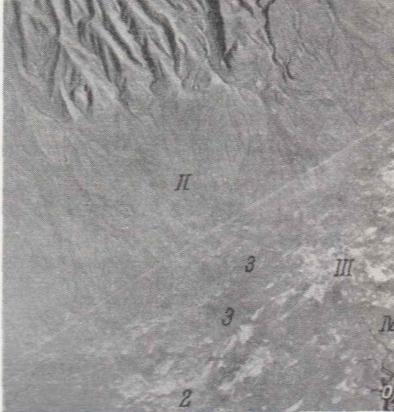
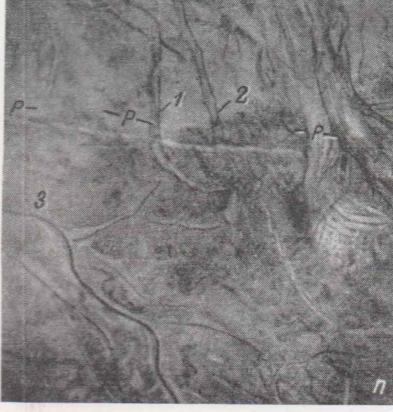
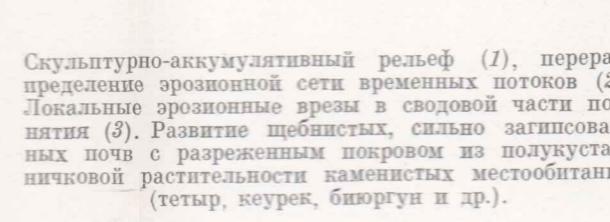
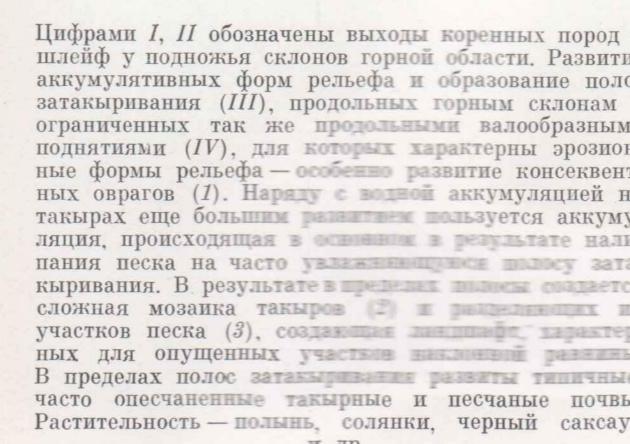
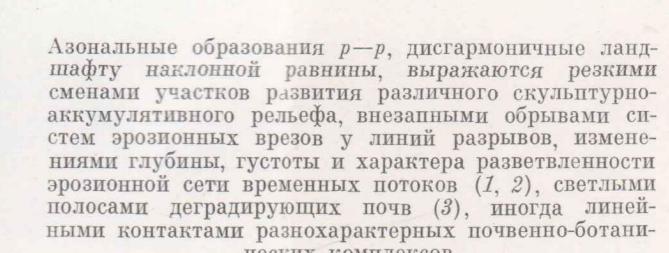
### Характер взаимного расположения компонентов почвенного покрова как индикатор новейшей тектоники

Индикатором тектонических движений служат не только отдельные разновидности почв, но и характер их распределения по территории. При переходе от одного морфологического элемента поднятия или опускания к другому может происходить не только изменение свойств почв в пределах того или иного типа почвообразования, но и смена состава компонентов целых почвенных комплексов и сочетаний. Изменение характера распределения компонентов почвенного покрова по территории особенно легко опознается на аэрофотоснимках, вследствие чего это индикационное свойство почвенного покрова при выявлении новейших тектонических движений играет важную роль.

Наиболее легко дешифрируемым индикационным признаком является смена по участку, занимаемому тектонической структурой, разновидностей такыров. Как уже было отмечено В. П. Мирошниченко (1960, 1961б), в пределах северной и южной окраин Низменных Каракумов формируются крупные валообразные поднятия. Встречающиеся на их крыльях такыры часто имеют наклон поверхности, влияющий на изменение химизма почв (Толчельников, 1968). Эти изменения приводят к смене по направлению наклона такыра его почвенных разновидностей (рис. 2). Обычно в его наиболее повышенной части формируются такыры деградирующие, часто заметно эродированные. Ниже располагаются такыры типичные, сменяющиеся еще ниже такырами аккумулирующими и такырами принесченными солончаковатыми.

В каждом из пустынных ландшафтов смена компонентов почвенного покрова по морфологическим элементам поднятий и опусканий имеет свои особенности. Например, в пределах песчаного массива вдоль валообразного поднятия от его сводовой части к месту погружения шарнира наиболее часто наблюдается следующая характерная смена почв. В центральной части поднятия формируются сочетания такыров деградирующих и пустынно-песчаных закрепленных почв с большим участием пустынно-песчаных дефлированных почв и барханных массивов незакрепленных песков. Далее следует полоса преобладания пустынно-песчаных почв и барханных песков с отдельными котловинами, занятymi такырами деградирующими. В местах выполнаживания шарнира в основном формируются пустынно-песчаные, сильно закрепленные почвы. Здесь встречаются лишь единичные котловины, занятые такырами деградирующими и такырами типичными. Эти различия в соотношении площадей, занимаемых на разных элементах структуры пустынно-песчаными почвами и такырами, хорошо отражаются на аэрофотоснимках.

**ТАБЛИЦА**  
**ФИЗИОНОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЯВЛЕНИЯ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТАХ**  
**ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ТУРКМЕНИИ**  
*(по В. П. Мирошинченко, 1961 г.)*

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СУБСТРАТ И ЕГО ВОЗРАСТ	ЛАНДШАФТЫ	ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ					
		ПОДНЯТИЯ		ОПУСКАНИЯ		РАЗРЫВЫ	
Эталонные аэрофотоизображения ландшафтных комплексов	Ландшафтные комpleксы на поднятиях	Эталонные аэрофотоизображения ландшафтных комплексов	Ландшафтные комpleксы в пределах опусканий	Эталонные аэрофотоизображения ландшафтных комплексов	Ландшафтные комpleксы по простирацииам разрывов		
$Q_{3hv}$	КАМЕНISTO-ПЕСЧАНЫЙ ПУСТЫНЯ						
$aI(Q_4+p)Q_4$	ГЛИНИСТАЯ ПУСТЫНЯ						
$Q_{4cl}+Q_{4ch}$	СОЛОНЧАКОВАЯ ПУСТЫНЯ						
$s-Q$	ПЕСЧАНЫЙ ПУСТЫНЯ						
$pI Q_{3+4}$	НАКЛОННЫЕ РАВНИНЫ						

На территории крупных опусканий, расположенных в южной части пустыни Каракум (Южно-Каракумская депрессия), наблюдается следующая смена почв (рис. 6).<sup>1</sup> В центральной части опускания почвенный покров представлен сочетанием солончаков, формирующихся в глубоких котловинах, такыров аккумулирующихся, занимающих котловины средней глубины, и пустынно-песчаных засоленных почв, развитых на положительных формах рельефа и в неглубоких котловинах. К периферии опускания указанное сочетание почв сменяется другим, характер-

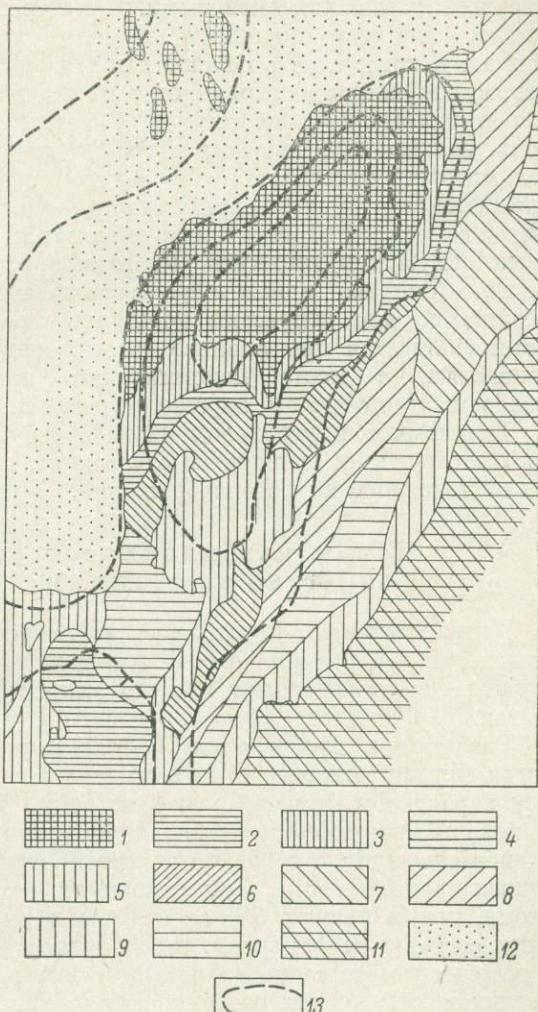


Рис. 5. Схематическая почвенная карта одного из участков предгорного прогиба.

1 — солончаки хлоридно-сульфатные, поверхности грунтового увлажнения; 2 — такыры аккумулирующиеся, солончаковые, тяжелосуглинистые (70%) + солончаки хлоридно-сульфатные, поверхности грунтового увлажнения (30%); 3 — такыры аккумулирующиеся, солончаковые, тяжелосуглинистые; 4 — лугово-серо-бурые, тяжелосуглинистые почвы (60%) + такыры аккумулирующиеся (20%) + такыры типичные, эродированные (20%); 5 — такыры деградирующие, суглинистые (90%) + лугово-серо-бурые суглинистые почвы (10%); 6 — такыры типичные, солончаковые, суглинистые (80%) + такыры деградирующие, суглинистые (20%); 7 — такыры типичные, суглинистые, орошаемые культурно-поливные суглинистые почвы; 8 — серо-бурые такыровидные щебнистые суглинистые почвы; 9 — сероземы светлые, суглинистые; 10 — сероземы обыкновенные, суглинистые; 11 — пустынно-песчаные почвы; 12 — контуры тектонического опускания.

ризуемым несколько меньшим участием солончаков и появлением такыров типичных, формирующихся в крупных котловинах, в местах с глубоким залеганием грунтовых вод. Затем следуют уроцища, в которых почвы представлены пустынно-песчаными разностями и такырами типичными с небольшим участием солончаков, занимающих отдельные более глубокие, редко встречающиеся котловины. Далее идут пустынно-песчаные почвы с такырами типичными и, наконец, они сменяются довольно однородными массивами пустынно-песчаных почв.

<sup>1</sup> Приводимые ландшафтные карты составлены В. П. Мирошниченко при участии других авторов.

Поясные смены соотношения и состава компонентов почвенного покрова крупных депрессий лучше всего прослеживаются на фотосхемах или мелкомасштабных аэрофотоснимках и репродукциях фотосхем.

В пределах предгорной равнины наблюдается совершенно иная закономерность в изменении почвенного покрова по элементам тектонических форм. Примером может служить распределение почвенного покрова упомянутой выше депрессии предгорной Кызыл-Арватской равнины. В центральной части этой депрессии располагается солончак — шир (рис. 5) с отдельными незначительными участками, занятymi такырами аккумулирующимися солончаковатыми. При переходе от центральной части депрессии солончаки сменяются такырами аккумулирующимися солончаковатыми в комплексе с солончаками, за которыми далее следуют такыры аккумулирующиеся солончаковатые. Следующий пояс почв состоит из такыров аккумулирующих — на плоских участках и лугово-серо-бурых почв, занимающих плоские широкие долины отмерших врезов. За пределами этого сочетания почв следуют такыры деградирующие, занимающие наиболее повышенный участок депрессии. В местах погружения шарнира депрессии они вновь сменяются такырами типичными и такырами аккумулирующими. Указанное распределение компонентов почвенного покрова может служить индикатором новейших движений и характерно для депрессий предгорных равнин. Данное сочетание почв устанавливается при анализе аэрофотоснимков, на которых поверхность солончака, в месте максимального погружения депрессии, обычно изображается светлым, хорошо выделяющимся тоном.

Периферию центральной части образует ряд концентрических полос, соответствующих описанным сочетаниям почв с мелкопятнистой и струйчатой текстурой их фотоизображения.

#### Почвы как индикатор разрывных элементов новейшей тектоники

Дизъюнктивные нарушения на аэрофотоснимках обнаруживаются или по резкой разнице в тоне изображения и прямолинейным границам отдельных блоков пород или по непосредственному изображению разрывов.

Различие в изображении блоков пород наблюдается в том случае, когда формирующиеся на них почвы отличаются коэффициентом яркости или характером фотоизображения. Такие условия возникают обычно при выходе на поверхность разных пород, при денудации блоков, имеющих разное сложение и строение и тектонически достаточно смещенных один относительно другого. При различиях в коренных породах, слагающих блоки, почвы разных блоков отличаются механическим и минералогическим составом и фактурой, что и является условием появления разницы в тоне их изображения на аэрофотоснимках. При этом различия в физических и химических особенностях почв могут быть как значительными, так и незначительными, важно лишь, чтобы почвы разных блоков имели яркостный контраст, достаточный для отражения их различий на аэрофотоснимках. В юго-западной Туркмении было обнаружено значительное разрывное нарушение, по которому на поверхности граничат блоки нижнего и среднего аншерона (Мирошниченко, 1954); формирующиеся на них почвы резко отличны по тону изображения на аэрофотоснимках. На одном блоке это серо-бурые супесчаные почвы, на другом — серо-бурые легкосуглинистые.

В местах, где блоки разных пород перекрыты маломощными песчаными отложениями с развитыми на них однородными массивами пустынно-песчаных почв, различие в свойствах подстилающих пород достаточно

отчетливо проявляется после дождя (Мирошниченко, 1954). Вследствие неодинаковой скорости впитывания влаги атмосферных осадков подстилающими породами пустынно-песчаные почвы на разных участках просыхают с разной скоростью, что обуславливает различия в их окраске и соответственно в тоне изображения на аэрофотоснимках. Прослеживание таких различий дает представление о смене блоков пород и простирации разломов.

При однородном составе пород и почвенного покрова в пределах разных блоков, что имеет место при отсутствии вертикального смещения последних, трещины разломов иногда обнаруживаются по наличию вдоль них локальных изменений почв, по появлению новообразований солей или вторичных окрашенных минералов (гематит, лимонит и др.). Однако такие изменения можно наблюдать лишь на участках с почвами, развитыми на суглинистых или на плотных засоленных породах. В этом случае почвы, развитые в полости трещин, существенно отличаются от почв на плотных породах и четко изображаются на аэрофотоснимках.

В качестве примера изменения свойств почв в пределах зоны разрыва можно привести данные В. П. Мирошниченко (1954) и Б. В. Виноградова (1955а). На территории глинистой равнины западной Туркмении в полости крупного разрыва, который проходит по солончаковым такырам, развитым на слоистых отложениях, произошло изменение механического состава слоистых отложений и состава солей. Эти изменения связаны с элювиальными процессами в почвах вдоль полости разрыва. Развитие промывных процессов привело прежде всего к усреднению механического состава по профилю почв, развитых вдоль полости разрыва; из слоев с тяжелым механическим составом глинистые частицы были вынесены в слои песчаных отложений. Изменился состав легкорастворимых солей. Почвы в пределах полости разрыва оказались обогащенными хлоридами натрия, соотношение поглощенных оснований и растворимых солей изменилось: стало больше катиона  $\text{Na}^+$  и меньше катионов  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Mg}^{++}$ . Изменение свойств почв вдоль разрыва привело к различию их изображения на аэрофотоснимках.

Еще более четко такие разрывы маркируются растительностью, определенные виды которой селятся вдоль трещин вследствие изменения свойств почв (Виноградов, 1955а) и увеличивают контраст их изображения на аэрофотоснимках.

В качестве другого рода локальных изменений почв вдоль разрывов может служить следующий пример. В. П. Мирошниченко (1954) обнаружил, что среди такыров по направлениям разрывов формируются разновидности серо-бурых слоистых солончаково-солонцеватых почв. Последние связаны с появляющимися вдоль трещин золовыми холмиками-косами. Формирование этих холмиков происходит следующим образом. Вдоль трещин (вследствие скопления в них вод поверхностного стока и изменения свойств почв) селятся кусты саксаула и тамарика. Будучи преградой ветровому потоку, они задерживают около себя мелкозем и служат причиной формирования отмеченных выше солончаково-солонцеватых слоистых суглинистых почв, которые вследствие входящего в их состав катиона  $\text{Ca}^{++}$  обладают цементирующей способностью и не подвергаются дефляции. Образующиеся холмики-косы с серо-бурыми солончаково-солонцеватыми почвами имеют сравнительно крупные размеры и легко заметны на аэрофотоснимках по их каплевидному изображению.

В качестве примера появления вдоль разрыва новообразований солей, обусловливающих его изображение на аэрофотоснимках, может служить случай, описанный В. П. Мирошниченко (1954), когда на территории солончака Кель-Кор были обнаружены трещины по формирующемуся вдоль них крупным столбообразным гипсовым конкрециям (репетекский

типа). Формирование последних, очевидно, было связано с подтоком к поверхности по разрыву засоленных грунтовых вод. Такие вытянутые «шеренги» столбообразных кристаллов хорошо видны на местности и прослеживаются на аэрофотоснимках.

Комплексная интерпретация приведенных выше данных о связи типов почв и их сочетаний с элементами различных проявлений новейшей тектоники (см. таблицу — вкл. между стр. 32 и 33) приводит к следующим выводам.

1. В природе существует тесная связь между проявлениями новейшей и современной тектоники и теми изменениями, которые испытывают в процессе своего генезиса различные типы почв.

2. Общепринятые представления о зависимости особенностей формирования почв от свойств почвообразующей породы должны быть расширены за счет привлечения к объяснению генезиса почвенного покрова тектонического фактора.

3. Условия, влияющие на формирование почвенного покрова (состав компонентов и их взаимное расположение), связанные с тектоническими движениями, отчетливо отражаются во внешнем облике почвенного покрова. Дешифрирование материалов аэрофотосъемки позволяет поэтому использовать те или иные особенности почвенного покрова в качестве индикатора новейшей тектоники.

4. В различных ландшафтах зоны пустынь индикаторами положительных или отрицательных тектонических движений служат разные типы почв.

5. Общим для тектонических поднятий всех ландшафтов пустынь является преобладание в почвенном покрове компонентов элювиально-деструктивной природы, часто подверженных процессам эрозии и дефляции. Для опусканий характерны почвы, развивающиеся под воздействием процессов аккумуляции, при которых происходит поступление в почву как растворимых продуктов, так и твердого минерального материала.

## Растительность

Растительность, как известно, тесно связана с другими компонентами ландшафта, определяющими условия ее обитания, и может, как неоднократно показано специальными исследованиями, служить индикатором некоторых из них.

Известное с глубокой древности использование растений как указателей близкого залегания грунтовых вод, земель, пригодных для распашки, и, позже, как указателей отдельных горных пород получило научное обоснование в экологических работах еще прошлого, но особенно текущего столетий, и все более прочно и широко входит в практику разнообразных гидрогеологических и геологических изысканий и картирования. Систематическое использование растительности в качестве индикатора при гидрогеологических исследованиях, поисках полезных ископаемых, геологических исследованиях и картировании позволило выработать основы методических приемов и теории индикационных работ (Раменский, 1938; Викторов, 1947, 1949, 1955, 1957; Биноградов, 1957, 1964; Викторов, Востокова, 1959; Нефедов, 1963) и даже составить справочники по растениям-индикаторам почв, грунтовых вод и почво-грунтов (Ларин, 1953; Востокова и др., 1962; Справочник-определитель..., 1963).

Различают индикаторы прямые — растения или растительные сообщества, непосредственно связанные с объектом индикации (химизмом или механическим составом почв и почвообразующих пород или грунтовыми водами), и индикаторы косвенные, связанные с объектом индикации (например, возрастом или генетическим типом отложений) опосредован-

ванно — через литологию, засоленность, режим увлажнения почв и почвообразующей индицируемой породы на глубине, доступной корням растений.

В отношении новейшей тектоники растительность является только косвенным индикатором.

В качестве индикаторов используются иногда отдельные виды или сообщества, когда самый факт обильного присутствия вида или распространения сообщества показывает наличие индицируемого объекта. Но часто индикаторами служат только физиологические или морфологические особенности отдельных видов или особенности строения растительных сообществ. Такие особенности растений или растительных сообществ наряду с видовым составом называют индикаторными признаками. Принято выделять (Виноградов, 1964) флористические (связь определенных видов с объектами индикации), физиологические (особенности химизма, обмена веществ, транспирации и т. п.), морфологические (анатомические и морфологические особенности), фитоценотические (состав, обилие, жизненность, проективное покрытие, синузальное сложение, размещение видов в фитоценозе) признаки. Кроме того, в качестве индикаторного признака следует рассматривать строение растительного покрова, т. е. взаимное расположение, частоту встречаемости, конфигурацию и размеры площадей отдельных растительных сообществ и т. д.

Как правило, используется не один какой-либо индикаторный признак, а несколько признаков. В частности, большое значение при использовании отдельных видов-индикаторов имеет их жизненность, обилие и т. д. (Викторов и др., 1962). Интересное подтверждение этого положения приводят А. Нуннаев и С. Вейсов (1965). По их наблюдениям, жизненность и обилие черного саксаула уменьшаются при повышении уровня и степени минерализации грунтовых вод.

При работе с материалами аэрофотосъемки особенно важно использовать индикационные свойства растительности, так как она непосредственно изображается на аэрофотоснимках и обычно более или менее хорошо различается при аэровизуальных наблюдениях. Указания на роль растительности в маркировании геологического строения местности были сделаны исследователями, применявшими аэрометоды еще в 30—40-х годах (Вульнэф, 1934; Smith, 1943; Мирошниченко, 1946а, 1946б; Викторов, 1947, 1949; Николаев, 1949). При этом обращалось внимание главным образом на закономерности расположения отдельных, более заметных на местности и аэрофотоснимках растений или растительных сообществ.

В последние годы благодаря разработке вопросов индикации специальные разделы по использованию растительности при геологических и гидрогеологических исследованиях помещены в соответствующих методических руководствах (Краснов, Мирошниченко, 1954; Викторов, 1960; Викторов, Востокова, 1962), а также в специальных руководствах по применению аэрометодов в геологических исследованиях (Петрусеевич, 1962).

При дешифрировании материалов аэрофотосъемки особое значение приобретают фитоценотические индикаторные признаки, закономерности размещения отдельных более крупных по размерам растений-индикаторов и признаки строения растительного покрова. Это связано с тем, что определение по материалам аэрофотосъемки видового состава (его дешифрирование), не говоря уже об особенностях строения растений, как правило, довольно затруднительно. Практически удается дешифрировать только немногие виды, получающие дифференцированное специфическое фотоизображение. Аэровизуальные наблюдения, правда, предоставляют большие возможности, чем дешифрирование, но обычно являются только вспомогательными.

Как указывают С. В. Викторов, Е. А. Востокова, Д. Д. Вышивкин (1962), при использовании индикационных свойств растительности необходимо учитывать «локальный» характер большинства индикаторов (и индикаторных признаков), их экологическую амплитуду в пределах ареала. В особенности это относится к видам-индикаторам.

Специально рассматривая возможность экстраполяции установленных индикаторных связей, Н. Н. Преображенская (1966) отмечает, что экстраполяция возможна в больших пределах, когда индикационная схема разрабатывалась в центре зоны. Отдельные элементы индикационной схемы могут быть распространены на более значительную площадь, чем схема в целом. Индицирование литологии возможно на большей территории (по вариантам ассоциаций-индикаторов), чем, например, генетического типа отложений.

Все это необходимо учитывать при использовании индикационных связей, установленных вне района исследований.

При изучении новейшей и современной тектоники приходится иметь дело с косвенными индикаторами — растениями или растительными сообществами, индицирующими засоленность и механический состав грунтов (опосредованно, через режим увлажнения и аэрацию корнеобитающего горизонта), химизм и глубину залегания грунтовых вод. Еще более существенно использование признаков строения растительного покрова, отражающего общую морфологическую структуру ландшафта, в значительной мере определяемую проявлениями новейшей и современной тектоники (Мирошниченко, 1961а, 1966а).

#### Индикационное значение отдельных видов и растительных сообществ

Растения-индикаторы грунтовых вод и почво-грунтов, как упоминалось, подробно рассматриваются в специальном справочнике (Востокова и др., 1962) по типам пустыни, выделенным на основании механического состава и химизма поверхностных отложений (песчаная, щебнистая, лесовая, супесчано-суглинистая и солончаковая пустыни, долины рек и оазисы).

После выхода в свет этого справочника появились и другие специальные работы по растениям-индикаторам Туркмении (Оразмухаммедов, 1960; Каленов, Федоренко, 1963; Атаев, 1965, 1966). Кроме того, в связи с экологией сведения по индикации содержатся и в исследованиях растительности (Коровин, 1961; Петров, 1963; Родин, 1963; Никитин, 1966).

Рассмотрим главнейшие из приведенных в упомянутом справочнике растения-индикаторы, играющие значительную роль в наиболее распространенных растительных сообществах исследованного района, и по возможности дешифровочные признаки этих видов и сообществ. Дешифровочные признаки приводим по работе Б. В. Виноградова (1966) с некоторыми добавлениями. Б. В. Виноградов указывает, что дешифровочные признаки описаны им по крупномасштабным (1 : 10 000—1 : 5000) панхроматическим аэрофотоснимкам.

На перевеваемых незасоленных песках обычны эрекек-селин и сюзен.

Сюзен (песчаная акация, *Ammodendron conollyi* Bge.) — стройное дерево с приподнятой кроной. На аэрофотоснимках изображается округлыми серыми или светло-серыми пятнышками с неясными краями. Изображение тени продолговатое или яйцевидное — у многоствольных кустообразных экземпляров (рис. 7, 1).

Сюзен встречается не только на обарханенных песках, но и по обнажениям серых слюдистых с глинистой галькой неперевеянных песков

каракумской толщи, в язвах дефляции, на склонах и днищах котловин. В песках у южной границы их с подгорной равниной сюзен не встречается.

Эркек-селин (*Aristida karelinii* (Trin. et Rupr.) Roshev.) — крупнодерновинный злак — всегда встречается на очень слабозакрепленных песках. На аэрофотоснимках крупные дернины эркек-селина изображаются небольшими темно-серыми пятнами неправильных очертаний, тень — удлиненными, почти черными пятнами с угловатым краем (рис. 7, 2).

На следующей стадии зарастания песков (незасоленных или слабозасоленных) появляются сазак (белый саксаул), кзыл- и эркек-кандым, а по южному краю песков — черкез (сазак как лучшее топливо уничтожен вблизи поселков по южной окраине Каракумов). Отдельные кусты сазака и кзыл-кандыма достигают 3—4 м, а эркек-кандыма — 2—3 м высоты, при диаметре кроны у сазака 2—3 м, а у кандыма и больше. Под кронами этих растений образуются крупные прикустовые бугры.

Сазак (белый саксаул, *Haloxylon persicum* Bge.) преобладает или принимает значительное участие во всех растительных сообществах на незасоленных, слабозасоленных и реже среднезасоленных песках. На аэрофотоснимках сазак изображается темно-серыми округлыми пятнышками расплывчато-пятнистой текстуры, его тень овально-продолговата или овально-клиновидна с округлыми или заостренными выступами. У молодых и средневозрастных кустов падающая тень более густая и на фотоизображении сливается с собственной тенью кустов (рис. 7, 3). У кустов перестойных тень (и ее фотоизображение) менее плотна; полузасыпанные кусты изображаются скоплением небольших вытянутых пятен, соответствующих отдельным частям кроны куста и его тени.

Кандым выдерживает большее засоление, чем сазак; кусты кандыма нормально развиваются даже на склонах котловин с шарами.

Кзыл-кандымы (*Calligonum arborescens* Litw., *C. eriopodum* Bge.) по общей конфигурации кустов напоминают сазак, могут быть и древовидны, и многоствольны, но крона всегда ажурнее, чем у сазака. Соответственно фотоизображение и кустов, и тени характеризуется менее четкими изрезанными контурами, а также светлее, чем фотоизображение сазака.

Эркек-кандымы (*Calligonum caput medusae* Schrenk, *C. microcarpum* Borszcz.) образуют шаровидную или полушаровидную, также ажурную крону. На аэрофотоснимках эркек-кандым изображается в виде округлых серых пятнышек. Тень короткая, тупо-клиновидная или серповидная, неплотная, изображается темно-серым или серым тоном (рис. 7, 4).

Черкез (*Salsola richteri* Kar.) встречается не только на песках, а и на супесях, по маломощным пескам у такыров, но крупных размеров достигает только на слабозакрепленных песках. По фотоизображению близок к кандыму. Надо сказать, что фотоизображения всех крупных кустарников сходны, далеко не всегда удается отличить сазак от кандымов и черкеза.

Пескам и пылеватым пескам, закрепленным с мелкоземом по прикустовым буграм, свойственные сазако-кандымово-иличные или (на юге) черкезово-иличные, нередко с борджоком (особенно в Низменных Каракумах вдоль Унгуза) сообщества. В них входят кроме эркек-кандыма уркочи-кандым (*Calligonum setosum* Litw.) и др. (рис. 7, 5). Кроме того, в таких сообществах обычно присутствуют сингрен (*Astragalus* sp.), уркочи-селин (*Aristida pennata* Trin.) и евшан (*Artemisia kemrudica* Krasch.). Пространство между прикустовыми буграми занято плотной дерниной осоки (за исключением самых южных песчаных массивов в районе Ашхабада, где преобладают эфемерные злаки).

На аэрофотоснимках подобные сообщества изображаются более мелкими пятнышками темного, темно-серого и серого тонов, более мелкими и ближе расположеннымными друг к другу, чем на слабозакрепленных песках. По днищам понижений и склонам северной экспозиции при съемке до начала июня заметно потемнение фона — интегрального изображения трав и их теней.

Илак (песочная осока, осока вздутия, *Carex physodes* M. B.) образует более или менее плотную дернину, закрепляющую поверхность песка; присутствие дернин свидетельствует об относительной стабильности этой поверхности.

На фоне дернин илака особенно заметны язвы дефляции с обнаженной поверхностью песка (рис. 7, б). Дернина передко образует вертикальный уступ высотой 30—40 см у подветренного края язвы дефляции, хорошо заметный на местности (и аэрофотоснимках) даже осенью (когда листья и стебли илака уже «выгорели» на солнце) благодаря темно-коричневой окраске корневищ, образующих дернину.

По пылеватым пескам незначительной (около 1 м) мощности, подстилаемым супесчано-суглинистыми или щебнисто-супесчано-суглинистыми грунтами, распространены сообщества со значительным участием боялыча (*Salsola arbuscula* Pall.) и евшана (*Artemisia kemrudica*), а в Заунгузских Каракумах и ковыля (*Stipa szowitsiana* Trin.). При меньшей мощности песка встречаются и сообщества кеурека (*Salsola rigida* Pall.).

Все эти растения обычно небольших размеров и изображаются на аэрофотоснимках в виде темно-серых и темных «точек», изображения тени и самого растения обычно сливаются. Подобные сообщества дифирируются главным образом по косвенным признакам, в частности по расположению на окраинах такыров и дефлированных участков кровли кыров, а иногда по мелким формам эолового рельефа.

Пылеватые с поверхности и не подверженные дефляции (и выпасу) пески по понижениям и склонам северной экспозиции покрываются карахарасангом (сплошным ковром мха, главным образом *Tortula desertorum* Broth., а местами и лишайников). На аэрофотоснимках подобные участки выглядят темными, иногда почти черными. Существенным их признаком является отсутствие язв дефляции и сопряженных с ними мелких эловых форм.

Супесчано-суглинистые и глинистые такырные отложения характеризуются растительным покровом из полукустарничков (наиболее дефлированные или прикрытые плащом песка), однолетников (эфемеров и солянок) или отсутствием высших растений. Последнее обстоятельство, а также отсутствие лишайников свидетельствует об очень интенсивном обновлении поверхности (такыра) за счет аккумуляции или, реже, очень интенсивного смыва. На аэрофотоснимках такие такыры изображаются наиболее светлым однородным тоном (рис. 7, 7).

При деградации такырной поверхности на ней поселяются лишайники (главным образом на такырах предгорной наклонной равнины) и мхи или однолетники — однолетние солянки (*Salsola*, *Gamanthus* и др.) и, реже, эфемеры в сочетании с солянками. Иногда заросли однолетних солянок бывают так густы, что определяют окраску поверхности некоторых участков. На аэрофотоснимках лишайниковые такыры и такыры, поросшие однолетниками, изображаются темно-серым, иногда почти черным тоном.

Деградирующие такыры и такыры, опесчененные с поверхности, застают полукустарничками и полукустарниками; в большинстве случаев эти же виды свойственны и щебнистым грунтам. Рассмотрим виды, наиболее характерные для Заунгузских и Низменных Каракумов и Западно-Туркменской низменности.

Тетыр (*Salsola gemmascens* Pall.) встречается на наиболее тяжелых глинистых и суглинистых грунтах, часто гипсонасных. По данным Г. С. Каленова и Н. Я. Федоренко (1963), в Центральных Каракумах тетыр встречается только на такырах, развитых на тедженских отложениях.

Кеурек (кевреик, *Salsola rigida*) распространен на супесчанисто-суглинистых грунтах. По данным тех же авторов, в Центральных Каракумах тяготеет к такырам на пролювиально-аллювиальных копетдагских отложениях. Сообщества со значительным участием кеурека обрамляют многие такыры впадин Унгуза и распространены на кырах в Заунгизских Каракумах.

Кеурек распространен и на щебнистых грунтах, перекрытых суглинками и супесями. Так же как и тетыр, выдерживает сильное засоление.

Боялыч (*Salsola arbuscula*) является показателем супесчано-суглинистых, глинистых и щебнистых грунтов. По данным Г. С. Каленова и Н. Я. Федоренко (1963), в Центральных Каракумах боялыч встречается по такырам, развитым на отложениях каракумской свиты.

Реомюрия (*Reaumuria fruticosa* Bge.) обычно встречается в сообществе с другими кустарничками и полукустарничками, являясь показателем щебнистых, гипсонасных грунтов и суглинков и глин каракумской толщи.

Евшан (*Artemisia badghysi* Krasch. et Lincz., *A. kemrudica* и др.) образует сообщества на супесчаных, суглинистых и лессовидных грунтах; в сообществе сазака, кандымов, черкеза встречается (как и бозгон (*Artemisia santolina* Schrenk)) на уплотненных, обычно несколько засоленных и обогащенных мелкоземом песках, в котловинах и других понижениях, в нижней части их склонов и по днищам.

На аэрофотоснимках полукустарники и полукустарнички обычно изображаются отдельными «точками»; евшан и реомюрия — несколько более светлыми «точками» более правильной формы; изображение тетыра, наиболее часто партикулирующего (распадающегося по мере старения на несколько особей), характеризуется неправильной формой. Но в общем изображение этих видов даже на крупномасштабных аэрофотоснимках не имеет специфических особенностей.<sup>2</sup> При дешифрировании можно только по скоплению «точек» судить о большей или меньшей сомкнутости сообществ и площади, занятой ими (рис. 7, 8). Не всегда удается различить виды полукустарников и полукустарничков даже при аэровизуальных наблюдениях. Однако различать эти виды во время полевых работ полезно, особенно если нужно картировать принадлежность поверхностных отложений к определенному генетическому типу (Каленов, Федоренко, 1963).

Укажем также некоторые, наиболее распространенные растения-индикаторы неглубоко залегающих (до 10—15 м) грунтовых вод.

При изучении проявлений новейшей тектоники наибольший интерес представляют виды, встречающиеся не только в речных долинах, но и на водоразделах. По распространению таких растений-индикаторов можно проследить направления погребенных врезов древних дельт и временных водотоков, наличие и границы линз неглубоко залегающих грунтовых вод, разрывные нарушения.

Камыш (тростник, *Phragmites communis* Trin.) — показатель грунтовых вод, залегающих на глубине 0—3 м, от пресных до соленых. Встречается в виде угнетенных отдельных экземпляров по линиям разрывных

<sup>2</sup> А. Бабаев (1968), изучив возможности дешифрирования видового состава, выражает сомнение в возможности судить о форме крон по фотоизображению даже сазака, черкеза и кандима.

нарушений и по погребенным руслам на подгорной равнине в сообществе с тамариксом. Дешифрировать отдельные небольшие куртины тростника по аэрофотоснимкам нельзя.

Кызган (*Lycium turcomanicum* Turcz.) — показатель пресных и солоноватых вод на глубине 5—10 м. На суглинистых и глинистых грунтах приобретает «древовидную» форму, на песках продолжает вегетировать даже тогда, когда почти целиком засыпан. Кызган на фоне такыров дешифрируется по овально-клиновидному изображению тени.

Тамарикс (юлгун, *Tamarix ramosissima* Ldb. и некоторые другие виды) связан с грунтовыми водами, большей частью солоноватыми и солеными, на глубине 5—20 м, редкие угнетенные его заросли могут быть связаны только с повышенным увлажнением на глубине 5—10 м. На аэрофотоснимках тамарикс выделяется по наиболее темному округло-лопастному фотоизображению отдельных кустов. При засыпании песком образуются крупные прикустовые бугры, и центральная часть куста отмирает; такое «кольцеобразное» строение достаточно крупных крон видно и на аэрофотоснимках.

Янта́к (верблюжья колючка, *Alhagi persarum* Boiss. et Buhse) является индикатором (за исключением крайне разреженных и угнетенных его зарослей) грунтовых вод (3—15 м глубины), пресных, солоноватых и соленых. На аэрофотоснимках заросли янтака выделяются «облачными» скоплениями мелких темных точек, иногда сливающихся. От фотоизображения полукустарников и полукустарничков отличается обычно большей плотностью почернения и большей сомкнутостью.

Оджар (черный саксаул, *Haloxylon arphyllum* (Minkw.) Шуп) является индикатором солоноватых и соленых грунтовых вод. Если оджар достигает больших размеров и образует более или менее сомкнутые заросли, то грунтовые воды обычно расположены на глубине 5—10 м. Участие в зарослях оджара тамарикса и янтака свидетельствует, как правило, о том, что воды слабосолоноватые, реже пресные; участие поташника, сарсазана и других солянок — о том, что воды соленые. Оджарники разреженные — в сочетании с сазачниками (или замещающими их сообществами) — с грунтовыми водами практически не связаны. Изображение оджара на аэрофотоснимках, как и тамарикса, темное, сливающееся с тенью, но тень (и ее изображение) длиннее. В отличие от изображения тамарикса в изображениях отдельных крон оджара можно (у спелых и перестойных экземпляров) рассмотреть «буристую» структуру кроны и ее лопастные, иногда даже звездчатые очертания. Различить оджар и тамарикс по аэрофотоснимкам удается не всегда, при аэровизуальных наблюдениях они различаются по тону крон.

Индикаторами средне- и высокоминерализованных грунтовых вод, обычно связанных с окраинами солончаков, являются: сарсазан (шоротан, *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. B.) — грунтовые воды на глубине 1—3 м — при высокой жизненности и 3—8 м — при низкой, засоление сульфатно-хлоридное; селитрянка (*Nitraria schoeberi* L.) — грунтовые воды на глубине 3—5 м, грунты обычно глинистые; реже — поташник (*Kalidium caspicum* (L.) Ung.-Sternb.) и карабарак (*Halostachys caspica* (Pall.) C. A. M.), свидетельствующие об очень сильном хлоридно-сульфатном (а поташник иногда и о сульфатно-хлоридном) засолении корнеобитающих горизонтов и глубине уровня грунтовых вод: 3—15 м — поташник, 3—8 м — карабарак.

Изображение этих растений на аэрофотоснимках обычно темного, почти черного тона (у молодых и средневозрастных экземпляров с компактной кроной); изображение карабарака малоотличимо от изображения молодого оджара, селитрянки — от тамарикса, а поташника и сарсазана — друг от друга.

В общем растения-гидроиндикаторы отличаются (особенно летом и в начале осени) более интенсивной окраской, благодаря чему хорошо заметны и на местности, и на аэрофотоснимках (по более темному тону их фотоизображения; рис. 20).

Из приведенных кратких сведений об индикационном значении и характере фотоизображения наиболее распространенных растений, играющих основную роль в сложении растительного покрова, видно, что, с одной стороны, более точные сведения об условиях местообитания можно получить не по отдельным видам, а по их сообществам и, с другой, что и отдешифрировать по изображению отдельных экземпляров можно только древесные и крупнокустарниковые виды.

Тем не менее, зная закономерности сочетания групп растений и, главное, их положение в ландшафте, можно получить общее представление о строении и составе растительности (Петров, 1936; Леонтьев, 1952) и использовать ее как индикатор, хотя и приближенный, механического состава грунтов, их засоленности, глубины и засоленности грунтовых вод.

По участию отдельных групп растений в сообществе и их жизненности можно до некоторой степени судить о динамике растительных сообществ. Например, присутствие угнетенных кустов тамарикса в черкезово-илячных сообществах, как это наблюдается местами по южному краю песчаных массивов (рис. 27), свидетельствует о понижении уровня грунтовых вод на этих участках и засыпании песками окраины земель древнего орошения; массовое отмирание оджара — о повышении уровня высокоминерализованных грунтовых вод (Нуннаев, Вейсов, 1965). Появление лишайников на такых указывает на их деградацию, поселение мха по днищам ячей в бугристо-ячеистых песках — на прекращение дефляции и т. п.

Подобные явления, особенно если они выражены на значительных территориях, что почти исключает влияние случайных обстоятельств, косвенно свидетельствуют о тенденциях развития этих районов и тем самым о характере проявления в их пределах новейших и современных движений.

### Индикационное значение строения растительного покрова

Несмотря на развитие индикационных работ в последнее время и упоминавшиеся выше указания геологов на связь определенной растительности с отдельными элементами геологической структуры, специальных исследований, посвященных разработке вопросов геоботанического индириворования новейшей тектоники, еще недостаточно. Надо заметить, что в большей части этих работ речь идет о выявлении тектонических нарушений на местности или их изображения на аэрофотоснимках по связанным с этими нарушениями особенностям растительности — главным образом по прямолинейности границ растительных сообществ или по расположению более влаголюбивых растений и растений более высокой жизненности (Мирошниченко, 1946а, 1954; Викторов и др., 1955; Виноградов, 1955а; Виноградов, Мирошниченко, 1956). Вместе с тем и складчатые структуры влияют на изменение растительного покрова главным образом благодаря перестройке рельефа и изменению уровня грунтовых вод (Клеопов, 1935; Резвой, 1947; Сочава, 1950; Мирошниченко, 1954; Головенко, 1955; Мильков, 1959). Перестройка рельефа и изменение соотношения дефляции и аккумуляции на рассматриваемой территории, как было показано в предшествующих разделах этой главы, приводят к изменению плотности, а иногда и механического состава грунтов и физико-химических свойств почв. Причем общий характер рельефа будет влиять

на соотношения и конфигурацию площадей, занятых растительными сообществами, а состав и строение сообществ в значительной мере будут определяться свойствами грунтов при значительной глубине грунтовых вод.

Рассмотрим общую схему строения растительного покрова некоторых крупных тектонических структур, выделенных В. П. Мирошниченко (см. следующие главы). При описании растительного покрова, помимо собственных полевых наблюдений и упоминавшихся литературных источников, использованы и другие публикации (Родин, 1940, 1948, 1961; Шингарева, 1940а, 1940б; Нечаева и др., 1943; Леонтьев, 1954; Николаев, 1960, и др.).

В растительном покрове крупных поднятий в пределах песчаной пустыни в соответствии с развитием основных форм рельефа распространены следующие группы растительных сообществ. По крупным котловинам выдувания (на своде поднятий), в нижних частях их склонов, особенно северной экспозиции, и по днищам обычны кандымово-сазаково-илачные с сингреном и уркочи-селином (Северно-Каракумское поднятие) или черкезово-илачно-эфемерные (Предкотедагское валообразное поднятие) сообщества. Травяно-кустарничковый ярус этих сообществ в значительной мере нарушен дефляцией. Иногда на дне обнажаются мелкие стратотакыры, окаймленные обычно бояльгичем и евшаном. Верхняя же часть склонов котловин (а склоны южной экспозиции почти до самого дна) обычно занята более крупными, но редкими кустами кандыма, сазака или черкеза. Вершины перемычек, разделяющих котловины, обычно обарханены и заняты редкими, но достигающими здесь наибольших размеров кустами кзыл- и эркек-кандыма, сазака, а по наиболее подвижным барханчикам — сюзена и дернинами эркек-селина.

В общем плане крупнокустарниковые сообщества образуют крупные округлые и округло-эллиптические ячей.

На крыльях поднятий на фоне кандымово-сазаково-илачных и кандымово-илачных, а на Предкотедагском поднятии — кандымово-черкезово-эфемерных с илаком сообщества выделяются участки весьма разреженного растительного покрова из отдельных крупных экземпляров кандыма и сазака или сюзена и эркек-селина по развитым здесь барханным массивам. Соответственно конфигурация площадей с разреженными крупнокустарниковыми сообществами повторяет очертания барханных массивов.

Совершенно иное строение свойственно растительному покрову опусканий. В полном соответствии с конфигурацией форм мезорельефа здесь в растительном покрове преобладают вытянутые вдоль гряд кандымово-сазачники с эфедрой и разреженной дерниной илака (Северо-Каракумская депрессия) или кандымово-черкезники с эфемерами (Южно-Каракумская депрессия). Местами, по перевеянным обарханенным участкам гребня гряд, эти сообщества сменяются изреженным покровом из крупных экземпляров кандыма и сазака, а иногда сюзена и эркек-селина (или черкеза, кандыма и эркек-селина в Южно-Каракумской депрессии). Соответственно вытянутым склонам гряд располагаются варианты сазаково-илачных сообществ (сазаково-кандымово- и кандымово-илачные). По вытянутым (в общем плане) широким межгрядовым понижениям в песках (Северо-Каракумская депрессия) размещаются сазаково-илачные с сингреном и сазаково-илачные сообщества, иногда с пятнами карахарасанга по днищам ячей. В Южно-Каракумской депрессии кандымово-черкезовые с илаком или эфемерами сообщества на склонах сменяются в межгрядовых понижениях либо описанными выше сообществами маломощных уплотненных песков и сочетаниями сообществ, свойственных такырам (рис. 12), либо солончаками, лишь окаймленными сарсазанниками (рис. 6, 3).

Подобным образом перестройка поверхности под влиянием дефляции и аккумуляции влияет на строение растительного покрова и в других типах пустынь.

В условиях каменисто-песчаной пустыни на месте свода растущего поднятия, в пределах равнины, на хвалынской террасе, протягивающейся вдоль южных склонов Большого Балхана, в результате дефляции плотных с галькой песков образуются глубокие котловины дефляции. Улучшающиеся при этом условия увлажнения их днища приводят к поселению на их склонах и по дну верблюжьей колючки и ажрека, что выделяет их, особенно на аэрофотоснимках, еще больше на фоне евшаново-тетырных или бояльчных сообществ прилегающих территорий (рис. 14). Дальнейшее развитие котловин приводит к образованию на их дне пухлого солончака с сарсазаном.

В депрессиях в пределах каменисто-песчаной пустыни с относительно близким к поверхности залеганием грунтовых вод развиваются сарсазники, иногда с участием тамарикса на мелко-грядово-буగристых песках.

В ландшафтах предгорной наклонной равнины территории, вовлекаемые в поднятие, денудируются. Водорослевые такыры сменяются в таких условиях лишайниками (рис. 4,3), по заливающим руслам и просадочным понижениям (йтакам) появляются карган (*Salsola dendroides* Pall.), суран (*Suaeda microphylla* Pall.), эфемеры и ажрек (*Aeluropus litoralis* (Gouan) Parl.).

Депрессии в условиях отложения больших количеств плотного или стого материала лишены высшей растительности. При близком к поверхности залегании уровня грунтовых вод в депрессиях образуются солончаки, окаймленные сообществами сарсазана и поташника с однолетними солянками.

В условиях глинистой пустыни (Виноградов, 1955б; Виноградов, Миронченко, 1956; Миронченко, 1958) в присводовой части растущих поднятий обычно происходит растрескивание грунтов, образование макрополигональности, подобной полигональному растрескиванию такыров, но со сторонами полигонов 30—50 м. По этим трещинам, выраженным на местности в виде неглубоких канав, поселяются эфемеры, карган, поташник, и, наконец, оджар, у кустов которого образуются тамоки — холмики-косы. Через некоторое время трещины нивелируются, но тамоки маркируют их долгое время, даже после гибели оджара. Системы тамоков хорошо видны на аэрофотоснимках (рис. 21). На местности подметить какой-либо порядок в их расположении трудно. Хорошо видны на местности только более молодые макрополигоны с не совсем еще заплывшими трещинами, занятymi эфемерами и солянками. В солончаковых пустынях использовать растительность в качестве индикатора дизъюнктивных нарушений удалось только по окраинам.

Разрывные нарушения нередко вызывают резкое изменение геохимических условий и почти всегда — условий водного режима грунтов. Подтягивание по зоне нарушения высокоминерализованных вод может привести к массовой гибели растений (Викторов, 1955), а в других случаях — к поселению относительно более мезофильной и иногда даже гигрофильной (тростник) растительности по местам подтягивания вод к дневной поверхности.

В упоминавшихся выше работах В. П. Миронченко и Б. В. Виноградова рассматриваются проекции на поверхность разрывных нарушений в глинистой, солончаковой и каменисто-песчаной пустынях. В глинистой пустыне линии разрывных нарушений хорошо заметны на местности и аэрофотоснимках благодаря линейному расположению на

значительном протяжении прикустовых бугров — тамоков (рис. 22) — с живыми и отмершими экземплярами оджара.

Растескивание и смещение отдельных пропластков по плоскости разрыва безусловно усиливают промачивание грунта поверхностным стоком настолько, что, как указывалось выше, даже вымываются легко-растворимые соли; это и способствует поселению здесь оджара.

Отмирание значительной части кустов может объясняться, как указывает Б. В. Виноградов (1955б), заливанием трещин, что ухудшает условия промачивания грунта и аэрации корней. Ухудшение условий усугубляется, по-видимому, и ростом плотного прикустового бугра.

В пределах солончаковой равнины подобные разрывные нарушения фиксируются на местности (и на аэрофотоснимках) по линейному расположению крупных кустов тамарикаса высокой жизненности.

На границе солончаковой и каменисто-песчаной пустынь вдоль разрывов обычны крупные кусты тамарикаса (рис. 20), на менее засоленных участках каменисто-песчаной пустыни — более мощные экземпляры каньдима (в этих условиях вообще угнетенного из-за повышенной глинистости почвообразующих пород). Здесь же изредка встречаются группы особей очень угнетенного тростника.

Индикаторами разрывных нарушений могут быть и аномально прямолинейные границы между растительными сообществами, которые особенно хорошо видны на местности (и аэрофотоснимках), если они резко различаются экологически (рис. 20).

Вообще дизъюнктивные нарушения в условиях глинистой, солончаковой (во всяком случае при наличии растительности) и каменисто-песчаной пустынь хорошо различимы на аэрофотоснимках и при аэровизуальных наблюдениях по прямолинейному расположению растений-индикаторов или границ растительных сообществ.

Различия в проявлениях новейшей тектоники в разных типах пустынь показаны в таблице, составленной В. П. Миронченко.

В заключение отметим, что растительность, как показали исследования в Южной Туркмении, является индикатором различных проявлений новейшей тектоники. Основным индикаторным признаком служит при этом строение растительного покрова, в особенностях которого проявляются различные элементы структур новейшей тектоники. Этот индикаторный признак может быть использован в первую очередь при изучении подобных геологически закрытых территорий южных пустынь.

Дальнейшее изучение растительности как индикатора проявлений новейшей тектоники должно предусматривать исследование главным образом строения растительного покрова, что наиболее полно может быть сделано при ландшафтном подходе к исследованиям, проводимым на основе применения материалов аэрофотосъемки.

## Глава IV

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ ПУСТЫНИ КАК КОМПЛЕКСНЫХ ИНДИКАТОРОВ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ

Зонально-географические закономерности южных пустынь Средней Азии, так же как и Туркмении, выражаются большими амплитудами годовых и суточных температур при весьма большой солнечной инсоляции, малым количеством осадков и очень высокой испаряемостью, преобладающей над осадками. Следствием этого являются ограниченность

поверхностного размыва и смывания (за исключением области предгорий), большая интенсивность процессов физического и химического выветривания, образование делювия, продуктов солевого распыления и возникновение безотточных впадин. Характерны также отсутствие поверхностных водотоков на водопроницаемых грунтах (песках) и наличие частой эрозионной сети временных водотоков на водонепроницаемых глинистых грунтах. Типичным зональным признаком пустынь является множественность базисов эрозии, тяготеющих к котловинам, которые заняты солончаками (шарами) и такырами.

Ведущую роль в рельефообразовании в пустыне играют дефляция, интенсивно развивающаяся в сухих сыпучих грунтах, а также сопутствующая ей аккумуляция выносимого материала. В специфических условиях южных пустынь взаимодействие дефляции и аккумуляции служит основной причиной развития многообразного и морфологически сложного рельефа.

В Каракумах, как и вообще в южных пустынях Средней Азии, значительное преобладание испарения над осадками приводит к очень энергичной миграции легкорастворимых солей к земной поверхности, что является одной из основных причин засоления здесь почв и грунтов и образования обширных солончаков (корковых и плотных, когда в образовании их поверхности основная роль принадлежит карбонату кальция и гипсу, и пухлых, когда на их поверхности аккумулируются сернокислые магний, натрий и др.). При этом пухлые солончаки являются местом развития активной дефляции и выноса большого количества пылеватого минерального материала.

В местах обнажения коренных пород в пустынях, например в Заунгудьзе, происходит образование щебнистого обогащенного гипсом элювия и формирование маломощных серо-бурых пустынных почв. В то же время в Низменных Каракумах распространены песчано-пустынные почвы, формирующиеся на аллювии пра-Амударьи. Здесь же в понижениях, сложенных пролювиально-аллювиальными наносами, развиты различного рода такыры, представляющие собой довольно молодые геологические почвенные образования пустынь, имеющие, однако, подчиненное значение.

Очень чувствительным зональным компонентом пустыни по отношению к тем или иным ее физическим условиям является растительность (Коровин, 1961). Растения в пустыне существуют в условиях крайнего дефицита влаги, сильного засоления почв и резкого колебания температуры. Поэтому растительность является важнейшим индикатором этих условий.

Равнинная Туркмения разделяется на песчаные, каменисто-песчаные, глинистые и солончаковые пустыни, а также предгорные равнины. В дальнейшем изложении эти пустыни (ландшафты) будут охарактеризованы в интересующем нас отношении. Проведенными исследованиями показано, что возникновение и развитие этих ландшафтов связано с различными особенностями строения их геологического фундамента. Иначе говоря, в дифференциации природных условий поверхности пустыни очень важное значение имеют азональные факторы, в данном случае геологического происхождения. Это обстоятельство имеет принципиальное значение для возможности выявления геолого-индикационных свойств ландшафта.

Здесь важно отметить большую чувствительность отмеченных ландшафтов к различным проявлениям эндогенных процессов, вызывающих сложно выраженную в них дифференциацию деятельности экзогенных процессов.

Значительное влияние на облик пустыни оказывают ритмические изменения физиономичности морфологических частей ее ландшафтов,

а также и составляющих их компонентов. Эти изменения, наблюдающиеся (особенно аэровизуально) в течение суток, сезонов или при быстрой перемене погодных условий, обычно значительны. Заметим здесь, что проявляются они дифференцированно, в соответствии с характером морфологии и компонентов ландшафта и с разной степенью интенсивности, обусловленной состоянием баланса тепла и влаги в тот или иной отрезок времени. Это открывает возможность для выбора такого оптимального состояния физиономичности ландшафта, при котором будут обеспечены наилучшие условия для проведения аэровизуальных наблюдений, для выявления индикационного значения его компонентов и элементов морфологической структуры, для определения природных условий, при которых могут быть получены аэрофотоснимки наибольшей информационной емкости.

### Песчаная пустыня

Ландшафт песчаной пустыни, различные части его морфологической структуры и образующие их компоненты имеют важное индикационное значение для выявления структур, формирующихся в результате неотектонических движений. Морфологические части ландшафта пустыни связаны в основном с дефляционно-аккумулятивным золовым рельефом, отличающимся большим разнообразием форм. Надо подчеркнуть, что золовый рельеф, отличаясь по сравнению с другими компонентами данного ландшафта большой активностью развития, сам является чувствительным индикатором различных структур новейшей тектоники. Это ранее недостаточно известное обстоятельство может быть теперь широко использовано путем применения ландшафтного метода дешифрирования, полевых исследований и аэровизуальных наблюдений.

Возникновение и развитие характерных особенностей морфологической структуры ландшафта пустыни связано с взаимодействием эндогенных и экзогенных процессов, которые различны для участков разного знака движения, для сводов и крыльев формирующихся структур и разрывных нарушений. Пространственные и исторические особенности этого взаимодействия определяют основные черты природных условий территории, что явилось основой разработки аэротерметодов для исследования различных проявлений новейшей тектоники.

Возникающие в результате этого взаимодействия ландшафты и их морфологические части отличаются строгой локализацией своего образования, обусловленной их связью с местами энергичного проявления эндогенных процессов и различного экзогенного воздействия на поверхность пустыни.

Проявления неотектоники выражаются на территории пустыни рядом природных образований и специфических явлений — индикаторов неотектоники. В изображении на аэрофотоснимках они являются комплексными дешифровочными признаками. Это прежде всего весьма дифференцированно проявляющаяся и избирательно направленная деятельность экзогенных процессов. На поднятиях она выражена дефляцией четвертичных, по преимуществу рыхлых, отложений: хвалынских отложений в Прикаспийской низменности Туркмении, аллювиальных нижнечетвертичных отложений пра-Амудары и верхнечетвертичных отложений древних рек Теджена и Мургаба в Низменных Каракумах, а также континентальных и лагунно-терригенных неогеновых отложений Заунгусских Каракумов и др. Это приводит к их деструкции и выносу с занимаемых ими территорий золового материала. Одновременно на опускающихся территориях (по преимуществу на сопредельных поднятиях) происходит аккумуляция транспортируемого золового материала.

В настоящее время формирование природных условий в пустыне проходит при заметно выраженному, превалирующем влиянию эндогенных процессов. Тесная сопряженность экзогенных процессов с развивающимся геологическим основанием приводит к строго определенной локализации и активному современному развитию основных генетических типов эолового рельефа. На поднятиях возникает и развивается котловинно-барханный, а на опускающихся территориях — ячеисто-грядовый рельеф. В то же время на участках между поднятиями и опусканиями, соответствующим их крыльям, обычно образуются переходные формы, в данном случае подтипы эолового рельефа.

Указанное влияние геологического строения на деятельность экзогенных процессов обуславливает территориальную дифференциацию пустыни и определяет основные типы ее природных условий.

1. Пустынные ландшафты на обнажениях каракумской толщи с барханно-котловинным эоловым рельефом и разреженными древесно-крупнокустарниковыми сообществами со значительным участием псаммофильных трав на сильно закрепленных, активно дефлируемых пустынно-песчаных почвах. По характеру и структуре эти почвы отличаются от почв, развитых на крыльях тектонически поднимающихся территорий и характеризуемых различными сочетаниями пустынно-песчаных почв с деградирующими, а местами и аккумулирующими такырами. Здесь обычно преобладают мелко-кустарниковые, более сомкнутые сообщества с дерниной песчаной осоки. Общие физиономические различия между растительным покровом внутренней части (свода) поднятия и его крыльев заключается, таким образом, в составе и степени сомкнутости растений. При этом морфология растительного покрова в целом повторяет формы мезорельефа, развитые в пределах свода и крыльев поднятия.

2. Пустынные ландшафты на глинистой аллювиально-дельтовой равнине с ячеисто-грядовым, часто крупно-грядовым эоловым рельефом и разреженной кандымово-черкезовой с псаммофильными травами растительностью на слабозакрепленных перевейных пустынно-песчаных почвах гряд, солянково-полынной растительностью по краям сильно опесчанинных в понижениях между грядами аккумулирующих и реже деградирующих такыров. Отмечаемая связь между проявлениями новейшей и современной тектоники и теми изменениями, которые испытывает при этом почвенный и растительный покров пустыни, наблюдается на многих ее участках.

Как показано ниже, каждый из указанных пустынных ландшафтов характеризуется свойственной ему морфологической структурой. Выделяются комплексы морфологических частей ландшафтов, характерные для сводов и крыльев поднятий и внутренних областей сопредельных опусканий. Существуют и типологические вариации морфологических частей, характеризующих различные особенности структур в зависимости от поведения их шарниров или наклона крыльев как по их протяжению, так и вкрест последнего.

Развитие юных структур проявляется также в строго выраженном отношении указанных типов эолового рельефа к направлениям господствующих ветров, играющих основную роль в дефляции, образовании эолового рельефа, переносе и аккумуляции транспортируемого песчаного материала. При этом котловинно-барханный рельеф в целом дисгармоничен, а ячеисто-грядовый гармоничен направлению господствующих ветров. Указанная закономерность обнаруживается всюду в пустыне, в соответствующей геологической обстановке. Ей принадлежит основная роль в формировании морфологической структуры ландшафтов песчаной пустыни и соответствующей структуры аэрофотоизображения. Этой же закономерностью в значительной мере определяется расположение отдель-

ных компонентов каждого ландшафта пустыни — рельефа, почв, растительности и др., образующих текстуру аэрофотоизображения.

Кроме отмеченных выше природных образований и специфических явлений очень важными природными образованиями по своему индикационному значению для выявления тектонических движений являются такыры, пользующиеся, как известно, большим распространением в пустыне. Установлено три основных их категории (Мирошниченко, 1954, 1960, 1961а, 1961б).

1. Ныне аккумулирующиеся такыры, по преимуществу развитые во внутренних областях депрессий и в пределах современной предгорной впадины Копетдага, а также в некоторых котловинах, на локальных поднятиях, подверженных дефляции. В ряде случаев отмечен наклон поверхности этих такыров, выраженный развитием на них мелких эрозионных врезов, явлениями деградации и усложнениями морфологии их первичного облика.

2. Предсовременные (или типичные), обычно деградирующие такыры, которые по возрасту могут относиться ко второй половине голоцене. Их обычно наклоненные поверхности покрыты хорошо выраженными сквозными — транзитными — врезами, указывающими направления наклонов, создаваемых современными движениями. Особенно хорошо развиты системы таких такыров в нижней части наклонной равнины Копетдага, а также вокруг крупных поднятий и депрессий.

3. Стратотакыры, представляющие собою вскрытые и отпрепарированные дефляцией слои и прослои плотных розовых глин, которые залегают среди аллювиальных слюдистых песков, слагающих Каракумскую толщу морских хвальинских отложений. Стратотакыры являются древними ( $Q_{3-4}$ ) аналогами современных и предсовременных такыров, погребенных в процессе геологического развития территории и ставших литолого-петрографическими элементами разреза.

Встречается огромное число стратотакыров, хорошо выраженные области их распространения связаны с крупными поднятиями. Одной из таких областей является центральная часть Низменных Каракумов, где стратотакыры группируются в широтную полосу, прослеживающуюся почти через всю территорию, и часто представляют реликты рельефа доэоловой стадии развития пустыни.

По ряду хорошо выраженных ландшафтных признаков при дешифрировании и аэровизуальных наблюдениях выделяются горизонтальные и наклонные стратотакыры, которые являются индикаторами складчатых деформаций каракумской толщи. В частности, признаком, определяющим положение поверхности стратотакыра, является ранг природного комплекса, сформированного на такыре. Физиономичность этих комплексов, обусловленная составом и характером их компонентов, особенностями расположения последних и морфологической структурой, на горизонтальных и наклонных стратотакырах совершенно различна.

Важным индикационным фактором выявления современных тектонических структур служит характер распределения почв, а также характер изменения состава и строения растительного покрова.

На сводах поднятий за счет активной дефляции типичных закрепленных пустынно-песчаных почв формируются глубокодефлированные пустынно-песчаные почвы, часты обнажения коренных песков в язвах дефляции и характерно наличие навеянных песчаных барханных массивов. Растительность характеризуется преобладанием крупно-кустарниковых форм песчаной акации и эрекек-селина на обарханенных вершинах крупных гряд.

В пределах опускающихся участков распространены аккумулирующиеся такыры, опесчаненные у окраин, где опускание почти прекра-

щается и начинает сменяться поднятием. В подобных местах формируются такыры типичные. Как определенный тип почв такыры типичные отличаются наиболее полно развитым генетическим почвенным профилем и в то же время сохраняют первичный состав и структуру в сочетании с типичными пустынно-песчаными почвами разной степени закрепления. Они имеют ряд специфических черт вследствие активного влияния на их формирование процессов современной аккумуляции. В отличие от такыров типичных аккумулирующимся такырам свойственно слоистое строение почвенного профиля и обогащенность сульфатами. На аккумулирующихся такырах, а также на солончаках высшая растительность отсутствует. В то же время на опесчаниенных такырах широко распространены сообщества тетыра, кеурека, евшана и др.

Приведенные данные позволяют считать, что существует определенная связь между проявлениями новейшей и современной тектоники и теми изменениями, которые испытывают на фоне этих проявлений различные типы почв. Здесь важно подчеркнуть, что формирование почв связано, таким образом, не только с почвообразующей породой, но также и с характером тектоники литогенного основания. Следовательно, при объяснении их генезиса должны привлекаться также и данные по тектонике, что особенно важно для специфических условий пустыни.

Изменения почв в зависимости от современных тектонических движений отчетливо изображаются на аэрофотоснимках. Их дешифрирование позволяет устанавливать важные особенности распространения компонентов почвенного покрова и использовать их как индикаторы современной тектоники.

Отличный пример дифференциации почвенного покрова представляют собою наклонные стратотакыры, являющиеся в данном случае литогенной основой формирования почв. Обычно в верхней их части формируются деградирующие такыры, сильно эродированные; ниже — почвы — аналоги такыров типичных, но также заметно эродированные; в самой нижней части возникают такыры солончаковые, которые развиваются на аккумулирующем здесь делювием, сносимом с верхней части стратотакыра, периодически увлажняемым, обычно с поверхности опесчаниенных и покрытых зарослями солянок. Эти разновидности такырных почв образуют на поверхности наклонного стратотакыра четкие полосы — географические фации (или группы фаций), хорошо различимые с воздуха и на аэрофотоснимках. Их наличие имеет важное значение, так как они являются природными индикаторами и дешифровочными признаками наклонных стратотакыров, указывающих на тектоническую деформацию каракумской толщи в каждом соответствующем месте.

В растительном покрове на поднятиях в связи с указанными особенностями дефляции почвенного покрова отчетливо выражена пятнистая структура разреженных древесно-кустарниковых сообществ с участием псаммофильных трав. При этом в крупных котловинах выдувания обычны сазаково- и кандымово-илачные сообщества с бозгеном, уркачи-селином и сингреном. Нередко в нижней части котловин на мелкоземистом делювии каракумской толщи встречаются пятна мха, а на неперевеянных еще породах — группы песчаной акации. На участках между котловинами обычен разреженный покров из крупных кустов сазака, кандымов и др.; здесь практически отсутствует дернина илака. В то же время на крыльях поднятий, где дефляция, как мы видели, выражается несколько иными формами эолового рельефа, преобладают мелкокустарниковые, более сомкнутые сообщества с дерниной илака.

Важно подчеркнуть, что при довольно близком видовом составе растительных сообществ областей поднятий и депрессий в особенностях их пространственного размещения всегда наблюдаются определенные различия.

В первом случае они расположены пятнисто, а во втором полосчато, соответственно общей морфологии развитых в их пределах ландшафтов.

Общие физиономические различия между растительным покровом дефлированного свода поднятия и его крыльев заключаются, таким образом, в составе и степени сомкнутости растений. При этом морфология растительного покрова в целом повторяет формы мезорельефа, развитые в пределах свода и крыльев поднятия.

Отмеченные выше природные индикаторы могут быть разделены на три группы. К первой из них относятся индикаторы, связанные с отдельными компонентами ландшафта. Ко второй — индикаторы, обусловленные характером воздействия современных эзогенных процессов на субстрат. Третья группа индикаторов связана с природными территориальными комплексами, составляющими морфологическую структуру ландшафта и представляющими закономерные, исторически обусловленные и территориально ограниченные сочетания всех природных компонентов на аэрофотоснимках. Важно подчеркнуть, что поскольку изображаются сочетания компонентов (выделить компоненты можно, лишь абстрагируясь от природной обстановки, где все находится во взаимной связи и обусловленности), то наиболее полноценными дешифровочными признаками неотектоники являются аэрофотоизображения природных индикаторов, представляющих подобные сочетания.

Ниже попытаемся показать на примерах выявления некоторых, ранее неизвестных структур значение выделенных ландшафтов и их морфологических частей как индикаторов новейшей тектоники Прикаспийской низменности и Низменных Каракумов Туркмении.

### Ландшафтные индикаторы свода поднятий

На рис. 8 изображена центральная часть Каушутского песчаного массива в Прикаспийской низменности Западной Туркмении. Массив возник на крупном структурном поднятии, сложенном рыхлыми песчаными породами хвалынского яруса, и установлен аэрогеологической съемкой (Мирошниченко, 1954, 1959, 1960). Позже наличие поднятия было подтверждено Комплексной южной экспедицией, работавшей под руководством И. О. Брома (Шолохов, 1959; Николенко, Шолохов, 1962). Рост и расширение Каушутской структуры сопровождается активной дефляцией ее свода, где в первую очередь возникает очаг разведения (в основном господствующими северо-восточными ветрами) рыхлых песчаных отложений хвалынского яруса. В результате сводовая часть обарханивается, являясь при этом источником выноса указанными ветрами золового материала в прилегающие понижения.

В пределах массива наблюдается закономерная смена характера рельефообразования, активности дефляции и аккумуляции, типов почв, состава и распределения растительности, связанная с его литогенной основой, тектоническими и гидрологическими условиями. Наблюдается также изменение характера взаимосвязей между указанными компонентами.

Во внутренней части массива (рис. 8), соответствующей своду поднятия и подверженной дефляции, образуется обширная котловина выдувания с большим количеством отдельных лунок дефляции или целыми их системами, с останцами коренных пород. На восточной периклинали, обращенной на ветер, ближе к приядерной части поднятия, формируются крупные полисинтетические псаммокуэсты из материала, который приносится ветром с остальной части его активно дефирируемой периклинали. Некоторая часть золового материала приносится и с территории прилежащей депрессии. Здесь на ее участках, вовлекаемых в поднятие,

песчано-грядовый рельеф перерабатывается дефляцией в песчано-грядово-лунковый.

Псаммокуэсты у свода поднятия расположены вкrest направления господствующего ветра и образованы крупными барханами высотой до 25—30 м, частично перекрывающими один другой. На подветренном крыле аккумулируется песчаный материал, приносимый из котловины. Здесь этот материал слагает многочисленные мелкие чешуевидные барханные формы, часто перемежаемые тонкими извилистыми грядками. На северном и южном крыльях поднятия, продольных ветру, распространен песчано-грядовый рельеф, аналогичный рельефу прилегающей депрессии, но сильно измененный дефляцией. Степень развития последней возрастает по мере приближения к своду поднятия. Следовательно, происхождение данного рельефа связано с ростом и расширением поднятия за счет вовлечения участков депрессии, прилегающих к его северному и южному крыльям.

Возникновение природного территориального комплекса, изображеного на рис. 8, обусловлено изменением аэрологического, гидрологического и гидрогеологического режимов данной территории, прежде явившейся одним из участков обширной хвалынской террасы Каспийского моря, и изменением, вызванным возникновением и формированием поднятия. Заметим, что этот комплекс является, с одной стороны, индикатором свода поднятия, а с другой — индикатором упомянутых режимов, характер которых тесно связан с развитием поднятия и вызываемой этим дифференциацией природных условий Каушутского массива.

### Ландшафтные индикаторы крыльев поднятий

На склонах массива, соответствующих крыльям Каушутского поднятия, развивается грядово-лунковый рельеф, переходящий выше по крылу в грядово-котловинный (рис. 9). Гряды высотой до 20 м и шириной 50—60 м сложены уплотненными глинистыми песками и вытянуты в направлении господствующего северо-восточного ветра. Они параллельны одна другой и разделяются межгрядовыми понижениями. Лунки и котловины выдувания располагаются как на грядах, так и в понижениях между ними, причем дефляция часто достигает поверхности коренных, подстилающих отложений хвалынского яруса, на которой возникают стратотакыры.

В приводимом случае фиксируются наклонные стратотакыры 1, 2, 3 и др. (рис. 9), индицирующие падения слоев по направлению эрозионных врезов. Важным критерием для этой же цели является взаиморасположение в пределах такыров составляющих их более мелких природных территориальных комплексов.

То обстоятельство, что слои хвалынского яруса наклонены в пределах периклинали противоположно направлению господствующего ветра (рис. 9), их лобовая встреча с последним является причиной дефляции, активно развивающейся в рыхлых породах этого яруса. В результате отсюда выносится большая масса песка, аккумулируемого выше в виде упоминавшихся ранее псаммокуэст.

Таким образом, природный территориальный комплекс, изображенный на рис. 9, образовался в тесной связи с литогенной основой и характером тектоники данной территории. Продолжающееся формирование Каушутской структуры приводит к дальнейшему воздыманию и перекапыванию поверхности (очевидно, и геологического субстрата) данной территории, что, как и в сводовой части структуры, нарушает аэрологические, гидрологические, гидрогеологические условия, вызывая изменения и дифференциацию природных условий. Поэтому образующийся комплекс различных

компонентов и морфологических частей ландшафта является надежным индикатором периклинали Каушутской структуры.

Другой пример связи ландшафта песчаной пустыни с ее геологическим основанием может быть приведен по Центральным Низменным Каракумам. На рис. 10 изображена часть ландшафта этой песчаной пустыни к северу от пос. Бахардок, располагающаяся на Центрально-Каракумском поднятии, выделенном В. П. Мирошниченко (1960). Крупные куэстоподобные песчаные гряды (псаммоуэсты) до 400 м шириной и 10—15 м высотой образованы ветрами север-северо-западного направления (показано большой стрелкой) и разделены понижениями до 300—350 м шириной. На их наветренных пологих склонах развито множество ячеек и котловин выдувания, являющихся результатом непрерывной золовой переработки псаммоуэст. Их образование сопровождается переносом большого количества песчаного материала, значительная часть которого отлагается в упомянутых понижениях. Минералогический и механический анализы песков (Сидоренко, 1949, 1953; Прохорова, 1950) показывают, что песчаный материал этой части Центральных Низменных Каракумов образовался за счет дефляции каракумской толщи — аллювиальных отложений пра-Амудары ранне- и среднечетвертичного возраста. Действительно, во многих крупных котловинах выдувания видны коренные слои кварцево-полевошпатовых мелкозернистых желтовато-серых и светло-серых слюдистых песков, переслаивающихся плотными монтмориллонитовыми глинами с присыпками чешуек слюды по плоскостям напластования. Обычно коренные пески очень легко развеиваются ветром, освобождая площадки кровли подстилающих их глин. Эти площадки являются основанием для образования здесь многочисленных горизонтальных и наклонных стратотакыров, индицирующих элементы залегания пропластков каракумской толщи и участки ее тектонически приподнятого или опущенного положения.

Каждая из псаммоуэст является основанием для развития типично выраженных уроцищ, общее сочетание которых территориально весьма выдержано и образует в данном пустынном ландшафте своеобразную куэсто-грядовую местность с вариантами сазачников на разновидностях сильно дефлированных песчаных почв. По своему генезису и типологии местность аналогична таковой на Каушутском массиве.

### Ландшафтные индикаторы депрессий

В пределах сопредельной Каушутскому поднятию депрессии развит аккумулятивный крупногрядовой рельеф, чередующийся с такими же крупными межгрядовыми понижениями (рис. 11). Гряды, так же как и их перевернутые и деформированные аналоги на крыльях поднятий, вытянуты в направлении господствующего ветра (северо-восток—юго-запад) и лежат на песчано-глинистой поверхности хвалынской террасы. Местами она обнажается в межгрядовых понижениях, в которых представлена горизонтальными стратотакырами, часто образующими в них вытянутые вдоль днища цепочки. В общем плоские поверхности и довольно крутые склоны гряд сложены уплотненными мелкозернистыми песками и закреплены пустынной растительностью. Гряды лишены каких-либо признаков активной дефляции. Наоборот, всюду на уплощенных их вершинах, а также в межгрядовых понижениях фиксируются свежеобразованные скопления песчаного материала. Однако прослеживание гряд по их протяжению показывает, что по мере приближения к Каушутскому поднятию облик их постепенно меняется. На поверхности гряд появляются вначале мелкие, а затем все более крупные язвы дефляции, переходящие в котловины выдувания (рис. 11).

Сказанное позволяет заключить, что каждая из гряд на данном участке делится на разнородные части. Те из них, которые соответствуют внутренней опускающейся области депрессии, продолжают наращиваться; они представляют собой конструктивную часть гряд и являются индикатором этой области депрессии. Части гряд, соответствующие внешней области депрессии, втянутой в поднятие, находятся в стадии деградации, являются деструктивной, подвергающейся дефляции частью гряд. Они, таким образом, являются индикатором внешней области депрессии и одновременно крыла поднятия. Здесь мы видим пример выражения современной депрессии, процесс развития которой сопровождается не деструкцией рыхлых пород, слагающих хвалынскую террасу, а аккумуляцией песчаного материала и образованием в пределах развивающейся молодой структуры совершенных форм эолового грядового рельефа.

Участки территории пустыни, показанные на рис. 8—11, представляют определенные типы ее местностей, имеющих оригинальную морфологическую структуру. В каждом из них выделенные уроцища образуют индивидуально выраженные сочетания, связанные с их отношением к литогеному основанию и его тектоническим особенностям. Сопоставление морфологических частей ландшафта по профилю вкрест простирания поднятия дает возможность выявить общие закономерности его строения, выделить области свода и крыльев поднятия и характер перехода последнего в прилегающую депрессию. В то же время сопоставление их по простиранию структуры позволяет выявить те или иные вариации в поведении крыльев и шарнира поднятия.

Еще один пример выражения крупной, ныне развивающейся депрессии (Низменные Каракумы). На рис. 12 изображен ландшафт крупно-грядовой песчаной пустыни в их центральной части. Раствительность представлена четырьмя и евланом на разновидностях песчаных и такырных, часто солончаковых почв в понижениях между грядами и сообществами сазака — на пустынно-песчаных почвах по грядам. Ландшафт является типичным для песчаной пустыни и развивается в процессе аккумуляции песчаного материала, который приносится северными и север-северо-западными ветрами, выражющейся образованием крупных гряд, в целом расположенных согласно направлению ветра. В совокупности все эти гряды, описанные как интересные элементы морфологии пустыни еще Д. И. Щербаковым (1926), занимают обширную аккумулятивную равнину и лежат на аллювиально-дельтовых глинистых и суглинистых отложениях, слагающих теджекскую свиту позднечетвертичного возраста. По аналогии с результатами исследований автора, проводившихся в Прикаспийской низменности Туркмении, где они были подтверждены данными геофизических и буровых работ, указанный ландшафт также должен явиться индикатором тектонической депрессии. Косвенным свидетельством ее наличия служит, в частности, то обстоятельство, что отложения древнего Теджена не выходят в целом за границы области распространения указанных гряд и, по-видимому, выполняют данную депрессию.

Границы ландшафта, соответствующие местоположению всей совокупности гряд, обрисовывают область депрессии. При этом выявляются места опускания и поднятия ее шарнира. Индикатором погружения шарнира депрессии служит уменьшение количества межгрядовых понижений и увеличение количества гряд, которые сливаются и образуют на участках погружения шарнира крупные массивообразные скопления. В западной части депрессии места погружения шарнира отмечаются появлением в межгрядовых понижениях большого количества аккумулирующихся такыров и мокрых солончаков.

Смена по протяжению депрессии участков поднятия и погружения ее

шарнира вызывает дифференциацию ландшафта крупногрядовой песчаной пустыни на индивидуально выраженные местности. Местности, соответствующие приподнятому положению шарнира, отличаются развитием крупногрядово-песчаной пустыни с ритмичным чередованием урошиц на грядах и в межгрядовых понижениях. В местностях, соответствующих сравнительно незначительным погружениям шарнира, наблюдаются скопления сложноветвящихся гряд, образующих крупные песчаные массивы без заметно выраженной закономерности в расположении составляющих их морфологических частей. Участки значительных погружений шарнира депрессии отмечаются появлением в грядово-песчаной пустыне местностей, которые могут быть выделены как ее переходные варианты к глинистым и солончаковым пустыням (рис. 6).

Ландшафтные индикаторы депрессии и поведения ее шарнира обусловлены наиболее молодыми тектоническими движениями, несомненно проявляющимися и в настоящее время. На это указывают, как было показано выше, проявления в пустыне дефляции и аккумуляции, развитие на стратотакырах и современных, перекапывающихся, такырах эрозионных врезов и т. п. Особенно отчетливо проявляются молодые движения в закономерностях пространственного расположения и конфигурации морфологических частей ландшафта, в расположении отдельных его компонентов и др. Важное значение для целей индикации имеют разновозрастные генерации морфологических частей ландшафта, обусловленные развитием тектонических движений, во взаимоотношениях которых выявляются этапы формирования возникающих поднятий и опусканий и т. д.

На рис. 13 изображена полоса территории крупногрядовой песчаной пустыни западной части южной окраины Низменных Каракумов. Ее основной растительный фон составляют кандымово-черкезово-илачные сообщества на пустынных песчаных почвах. В северной ее части (I) урошицами-доминантами, т. е. природными территориальными комплексами, составляющими основной фон территории, являются большие солончаки — шоры (1), местами покрытые сарсазниками с участием однолетних солянок. Совокупность таких сопряженных в своем развитии урошиц в пределах данного ландшафта образует географическую местность. Ее морфологическая структура и общий физиономический облик изображены в северной части рис. 13. Участки пустыни между шарами, как видно на этом рисунке, заняты песчаными грядами (2); в данном случае это урошица-субдоминант, развивающиеся на сравнительно небольших площадях и отличающиеся сложным рельефом поверхности, которые могут быть разделены на подурошица склонов и гребней гряд. Гряды вытянуты меридионально, в направлении господствующего ветра, и являются продуктом аккумуляции песка, приносимого этим ветром с севера. Как отмечалось выше, аналогичные песчаные гряды распространены преимущественно в областях тектонических депрессий и являются индикаторами тектонически опускающихся участков. Характер происходящего ныне образования гряд, их активный рост и увеличение количества указывают на современное развитие депрессии.

Южная часть ландшафта (III) находится в основном за пределами территории, изображенной на рис. 13. Здесь полностью отсутствуют шоры, и основной фон составлен бугристо-ячеистыми и барханными песками с котловинами выдувания (5) — в данном случае урошицами-субдоминантами.

В котловинах, являющихся результатом активной дефляции аллювиальных и проловиальных отложений, местами встречаются мелкие такыры, покрытые тетыром и евшаном. Важно при этом отметить одну закономерность в распространении барханных песков: как правило, они накапливаются с подветренной стороны ячей и котловин выдувания.

Барханные пески образуют урочища, развивающиеся на подвижных аккумулятивных формах эолового рельефа, и органически сопряжены с уроцищами дефляционных понижений. Надо заметить, что естественный растительный покров в пределах участка нарушен (вырубка, выпас скота), и это в значительной мере меняет облик естественного ландшафта.

Центральная часть описываемой территории (рис. 13, II) представляет переходный вариант песчаной пустыни между ее северной и южной частями; фоновыми уроцищами-доминантами и здесь также являются обширные шоры (3), субдоминантами — песчаные гряды. Однако, если в северной части те и другие отличаются свежестью облика, то в пределах центральной части наблюдается иная картина. Для шоров северной части характерно близкое расположение горизонта грунтовых вод, обнаженная, не покрытая растительностью солончаковая поверхность, трудная проходимость в период дождей и т. п. В то же время шоры центральной части, как правило, сухие, покрыты барханными или мелкогрядовыми песками. На некоторых шорах, особенно находящихся ближе к южной части территории, заметно проявлены дефляция поверхности (4). Растительность на них представлена главным образом сарсазанниками, встречаются однолетние солянки. Следует отметить, что количественные соотношения сообществ этой пустынной растительности в северной и центральной частях противоположны: в северной, по окраинам шоров, над сарсазанниками превалируют сообщества однолетних солянок, в центральной же части наблюдается обратное их соотношение.

Как эти, так и ранее отмеченные различия между северной и центральной частями приводят к мысли, что шоры последней находятся в состоянии деградации и что ее территория представляет реликт ландшафта солончаковой песчаной пустыни, находящейся в стадии отмирания и перехода в песчаную пустыню. Обращает на себя внимание, что наиболее древние шоры находятся в южной, а сравнительно молодые — в северной части. Это позволяет считать, что вначале осушались шоры южной, а затем северной части. Распространяясь с юга на север, направленное прогрессирующее осушение вызывает значительные изменения в ландшафтах и их миграцию в этом же направлении.

К аналогичному заключению приводят и данные изучения морфологического облика песчаных гряд, неодинакового в северной и южной частях. В северной части форма гряд достаточно сохранена и в общем аналогична грядовым формам областей депрессии. Южные их окончания настолько сильно изменены дефляцией, что превратились в невысокие отдельные реликтовые песчаные массивы, вытянутые цепочками по направлениям ранее существовавших здесь цельных гряд.

Общие различия между выделенными частями территории пустыни выражены морфологической структурой представляющих их географических местностей, определяемой характером пространственных и исторических соотношений составляющих их уроцищ-доминант и субдоминант.

Отметим теперь, что полоса территории пустыни, изображенная на рис. 13, пересекает сводовую часть и северное крыло Предкапетдагского валообразного поднятия, а также часть Южно-Каракумской депрессии, являющихся наиболее молодыми элементами тектоники Предкапетдагской равнины и южной окраины Каракумов (Мирошниченко, 1948, 1960, 1961а). Южная часть располагается на приподнимающемся своде поднятия. Поэтому здесь развиваются процессы дефляции, приводящие к образованию специфического эолового рельефа, возникает определенный тип пустынных почв и растительности, уровень грунтовых вод понижается и т. п.

Центральная часть соответствует северному крылу поднятия, расширяющемуся и все более «перекашивающемуся» в процессе его развития.

При этом территория, расположенная к северу, также вовлекается в поднятие. Это вызывает коренные изменения внешнего облика ее поверхности, изменения морфологической структуры ландшафта и его миграцию на север, в направлении расширения поднятия.

Северная часть представляет, как сказано выше, местность, характерную широким развитием солончаков и охваченную опусканием. В ее пределах развиты процессы аккумуляции, соответствующие типы рельефа, пустынных почв, растительности и т. п.

Таким образом, индикаторами указанных элементов крупных структур (в одном случае положительного, а в другом — отрицательного знака), созданных новейшими тектоническими движениями и ныне продолжающими развиваться, являются определенные природные территориальные комплексы, различающиеся между собой по физиологическим и другим признакам. В пределах поднятий возникают уроцища дефляционных и подвижных аккумулятивных форм эолового рельефа, из которых первые являются уроцищами-доминантами, господствующими элементами ландшафта, в совокупности образующими пятнистую морфологическую структуру. Особенно типично выражены подобные уроцища в сводовых частях поднятий. Для них характерна резко выраженная сопряженность морфологических частей ландшафта, что естественно для существующих в таких частях структур условий более обостренного отношения между эндогенными и экзогенными процессами. Здесь также активно, под влиянием глубоко проникающей дефляции, возникают прогрессивные элементы ландшафта, особенно яркими представителями которых являются барханно-котловинные формы эолового рельефа, наиболее развитые и типично выраженные в дефлируемых сводах поднятий.

В нижней части северного крыла поднятия располагаются уроцища шоров и песчаных гряд. Здесь они все еще господствуют в ландшафте, представляя его консервативный элемент. Однако чем ближе к своду, тем их роль меньше и преимущество в распространении постепенно переходит к уроцищам, связанным с дефляционными процессами, характерными деструктивными формами эолового рельефа и наличием прогрессивных элементов ландшафта. Поэтому в отличие от пятнистого, внешне беспорядочного сочетания морфологических элементов на сводовой части поднятия, на его крыле происходит их последовательная смена в направлении, поперечном его простианию. Указанная последовательная смена морфологических частей, изменение пространственных соотношений между ними и их миграция по мере роста и расширения поднятия являются индикаторами крыла поднятия, отчетливо обозначающими его очертания.

В пределах территории, соответствующей все более перекапывающейся и расширяющейся крылу поднятия, можно встретить различные соотношения реликтовых, консервативных и прогрессивных элементов ландшафта. В южной части территории они связаны с процессами преимущественного развития дефляции, в северной — преимущественно с аккумуляцией. В каждой из них, а также и в центральной части территории обнаруживается полный набор разновозрастных элементов ландшафта пустыни. В данном случае индикационное значение его морфологических частей может быть использовано в хронологическом отношении. Как было показано, наиболее молодые из них (прогрессивные элементы) развиваются на своде Предкопетдагского валообразного поднятия и во внутренней части Южно-Каракумской депрессии. На крыле поднятия, являющегося одновременно и крылом депрессии, распространены консервативные и реликтовые ландшафты. В их пространственном размещении и особенностях взаимоотношений вскрываются закономерности роста и расширения структур во времени.

## Каменисто-песчаная пустыня

Ландшафт этой пустыни занимает большую часть равнины вдоль подножий Большого и Малого Балхана, ряд мест верхней части наклонной равнины Копетдага и предгорную окраину Прикаспийской низменности. Типичная каменисто-песчаная пустыня развита вдоль южной окраины Заунгузских Каракумов и в некоторых других местах.

В Прикаспийской низменности Туркмении территория ландшафта каменисто-песчаной пустыни сложена в основном морскими хвальинскими песчано-глинистыми и галечниковыми, местами щебенистыми отложениями. Обычно они подстилаются хазарскими песчано-глинистыми породами и слагают хорошо выраженную террасу, представленную однообразной полого-волнистой равниной. Этот характер ее поверхности обусловлен положительными и отрицательными, большей частью куполовидными или чашеобразными, очень юными тектоническими формами.

В пределах этой части Туркмении каменисто-песчаная пустыня представляет вариант подобных пустынь, описанных С. С. Неуструевым (1913). Для нее, так же как и для песчаных пустынь, характерна избирательно выраженная дефляция, затрагивающая тектонически приподнятые участки, где возникают язвы и котловины выдувания. В тех случаях, когда терраса прямо с поверхности сложена рыхлым песчано-галечниковым материалом, а горизонт грунтовых вод залегает достаточно глубоко, на ней образуются параллельные борозды выдувания. Вынос песчаного материала морских хвальинских отложений господствующим здесь северо-восточным ветром сопровождается выделением галечникового материала и щебенки, остающихся на месте и постепенно преобразующихся в галечниково-щебенчатый плащ. Формируемые на нем уплотненные загипсованные серо-бурые почвы довольно сильно бронируют поверхность террасы, определяя одну из характерных особенностей каменисто-песчаных пустынь.

Важным фактором в развитии каменисто-песчаной пустыни являются гидрогеологические условия территории. По данным Б. Ф. Костина (1940) и В. Н. Кунина (1959), грунтовые воды находятся здесь на относительно большой (10—15 м) глубине в хазарских песчано-глинистых отложениях. Это обстоятельство несомненно способствует сухости грунтов и развитию дефляции на поверхности террасы.

Надо сказать, что при наблюдениях с самолета или изучении аэрофотоматериалов бросается в глаза различный характер выражения дефляции и неравномерность ее воздействия на поверхности террасы. Доминируют участки с бороздово-дефляционным и аккумулятивным мелкогрядовым эоловым рельефом, развивающимся в отрицательных формах первичного (тектонического) рельефа террасы. Однако на общем фоне пустыни отчетливо выделяются и крупные котловины дефляции, несколько вытянутые в направлении господствующего ветра. Обычно они связаны с положительными формами первичного рельефа, по периферии которых, особенно в наветренных участках, распространены язвы дефляции, отмечающие места, еще неглубоко затронутые дефляцией.

Упомянутые особенности каменисто-песчаной пустыни обуславливают ее деление на следующие типы природных территориальных комплексов, отличающиеся диаметрально противоположными чертами: 1) местности на положительных и 2) местности на отрицательных формах первичного рельефа.

Для местностей на положительных формах первичного рельефа характерно интенсивное развитие дефляционных процессов (рис. 14). Урошища, определяющие наиболее характерные черты этих местностей, располагаются в пределах дефляционных котловин, вырабатываемых ветром

в сводовой части тектонически приподнятой территории, а также на внешних склонах котловин выдувания, образованных крыльями дефлируемых структур.

Урочища в дефляционных котловинах по топологическим условиям их развития являются более сложными. В их пределах наряду с дефляцией заметно выражена и эрозия внутренних склонов котловин и непрерывный снос с них в последние размываются коренных пород. Поэтому в каждой из котловин такое урочище состоит из набора подурошиц, отличающихся большим разнообразием почвенного покрова, более сложным составом и структурой растительных сообществ. Их важной особенностью является хорошо выраженная концентрическая зональность в расположении различных компонентов ландшафта и различных подурошиц, обусловленная в пределах каждой такой котловины ее геоморфологическими, гидрогеологическими и аэрологическими условиями.

Подурошица, располагающиеся на внешних склонах дефляционных котловин, хотя и связаны топологическим единством, но не отличаются зонально-концентрическим расположением. Ведущим фактором в их формировании является отношение к ветровому потоку. На наветренных склонах наблюдаются многочисленные, часто довольно крупные язвы дефляции. Мелкие язвы, переходящие в борозды выдувания, обычны на склонах, продольных ветровому потоку. Барханные и мелкогрядовые аккумулятивные формы эолового рельефа развиваются на подветренных склонах. Поэтому в данной морфологической части местности может быть выделено не менее четырех различных подурошиц, формирование которых связано с процессами дефляции и эоловой аккумуляции; переходные звенья между ними в некоторой мере определяются, вероятно, их топографическим единством.

Местности на тектонически опущенных территориях каменисто-песчаной пустыни проще по своим морфологическим особенностям и происхождению. Для них обычно ритмичное чередование мелких, но очень многочисленных дефляционных борозд, продольных господствующему ветру (на участках с сухими грунтами), и так же расположенных мелких аккумулятивных гряд — на участках с близким залеганием к поверхности грунтовых вод (рис. 15). Отмеченные основные черты эолового рельефа обуславливают деление указанных местностей каменисто-песчаной пустыни на два основных типа природных территориальных комплексов: урочища на дефляционно-бороздовом эоловом рельфе и урочища на аккумулятивно-грядовом рельфе. Каждому из этих типов урочищ свойственна определенная топологическая принадлежность. Урочища, соответствующие территориям развития аккумулятивно-грядового рельефа, находятся в их внутренних, наиболее опущенных участках, отличающихся близким к поверхности залеганием грунтовых вод. Они являются природными индикаторами подобных участков.

Урочища, соответствующие территориям развития бороздово-дефляционного рельефа, находятся во внешних, менее опущенных участках, отличающихся более глубоким залеганием грунтовых вод, в пределах которых сохраняется сухость рыхлых, легко дефирируемых грунтов. Они являются природными индикаторами подобных участков. В пространственном расположении дефляционно-котловинных и дефляционно-бороздово-грядовых географических местностей, хорошо наблюдаемых аэровизуально, отчетливо выражена их связь с основными тектоническими элементами поверхности хвалынской террасы, а также относительная глубина воздействия дефляции на подстилающий субстрат. Надо заметить, что, по неоднократным замерам, глубина ее в пределах этих местностей различна. В дефляционно-котловинных комплексах и особенно в сводовых частях поднятий она достигает местами 8—10 м относительно

первичной поверхности террасы. В то же время в дефляционно-бороздово-грядовых комплексах глубина борозд всего 1.5—2.0 м, хотя высота гряд достигает значительно большей величины.

Выделенные местности каменисто-песчаной пустыни являются индикаторами ее поднимающихся и опускающихся участков. Их изображения на аэрофотоснимках являются комплексными дешифровочными признаками, использование которых позволяет точно оконтуривать проявления дифференцированных тектонических движений различного знака и характера. Как бы мало ни были они выражены на земной поверхности, они могут иметь важное поисковое значение для обнаружения новых нефтегазоносных структур.

Как видно на рис. 14, *a*, все пункты геофизических наблюдений лежат на профиле, пересекающем поднятие вкрест простирации. Полученные геофизические данные указывают на наличие флексураобразных или складчатых перегибов в толще меловых отложений, которые слагают южное крыло Большебалханской мегантиклинали, погруженное здесь под равнины Прикаспийской низменности. Поэтому возможно, что поднятия и опускания, зафиксированные на рис. 14, 15, являются унаследованными проявлениями продолжающегося развития глубинных структур.

Значительный интерес для освещения вопросов использования индикационных свойств ландшафтов для дешифрирования и изучения новейших тектонических движений имеют Заунгузские Каракумы. Их территория представляет ярко выраженный вариант каменистых пустынь, физиономический облик которых осложнен различными, по преимуществу аккумулятивными элементами песчаной пустыни.

Одним из типичных участков их южной части является район к западу от колодца Ахмат-Джульба (рис. 16). Сильно расчлененная поверхность представлена однообразным чередованием кыров (*I*) — узких плосковерхих грядообразных возвышенностей — и долинообразных понижений (*II*), соединенных перемычками. Как кыры, так и системы разделяющих их понижений, в общем, вытянуты почти меридионально и возникли в результате дефляции территории Заунгузья господствующими здесь северными ветрами.

Слоны кыров сложены преимущественно пелито-алевролитовыми породами, слагающими несколько генетических пачек заунгузской континентальной свиты. В котловинах обнажаются подстилающие свиту морские отложения сарматского возраста.

Восточнее меридиана Серного завода в своей верхней части кыры чаще всего сложены песчано-эоловыми породами. Обычно они покрыты пустынной карбонатной корой выветривания толщиной от 1.5 до 6.5 м, образующей своеобразную каменную шляпу кыра и состоящей из желваков известково-песчаной породы, сцементированных тонкокристаллическим кальцитом.

Повсеместным распространением в Заунгузье пользуется глинисто-песчаная пачка, залегающая ниже песчано-эоловой пачки. Преимущественное развитие породы глинисто-песчаной пачки имеют в западной части Заунгузья, что находит отражение в морфологических особенностях кырового рельефа.

По существу поверхность каждого кыра — типичное урочище, характеризуемое развитием на неопесчаненных участках кыров серо-бурых хрящеватых почв с сообществами полукустарничков и мелких кустарников. В травяном покрове распространены ковыль, песчаная осока и некоторые другие виды многолетних растений. В пределах урочища может быть выделен ряд подурочищ (рис. 16, б).

*I-A* — подурочища барханно-ячеистых песков с трехчленным почвенно-растительным комплексом. По обарханенным вершинам — разре-

женные сообщества белого саксаула и кандымов с песчаной акацией и селином на примитивных песчаных почвах. По склонам — илаковые белосаксаульники с кандымом, черкезом, астрагалом и селином на песчаных почвах, слегка обогащенных мелкоземом. Днища ячей заняты кемрудо-полынными боялычниками с кеуреком на примитивных супесчаных серобурых почвах.

Подурочища I-А возникают в результате перевевания рыхлых известковых и песчано-эоловых пород, встречающихся участками в карбонатной коре выветривания. Основная роль в их образовании принадлежит восточным и северо-восточным ветрам.

I-Б — подурочища мелкогрядового, сильно обарханенного эолового рельефа с разреженными сообществами кандымов и белого саксаула на песчаных почвах в пределах гряд и кемрудо-полынных боялычников на супесчаных серобурых почвах в межгрядовых понижениях.

Подурочища I-Б образуются в местах близкого залегания к поверхности твердых участков коры выветривания; более устойчивы к дефляции, на них происходит аккумуляция песчаного материала, слагающего их мелкогрядовый, сильно обарханенный рельеф, возникающий под преимущественным влиянием северо-восточного ветра.

I-В — подурочища на обнаженных участках карбонатной коры выветривания, представляющие каменисто-песчаную пустыню. Здесь наблюдаются отдельные пятна песчаных серобурых, очень примитивных почв, покрытых разреженными сообществами кандымов и белого саксаула.

Подурочища I-В связываются с местами дефляционных понижений, выработанных северо-восточными ветрами в относительно твердых участках коры выветривания и панскою пересекающих поверхность кыров.

I-Г — подурочища крупных песчаных гряд с широким уплощенным обарханенным гребнем и ячейми выдувания. Разреженные сообщества белого саксаула и кандымов с песчаной акацией и селином на примитивных песчаных почвах. В ячейках — супесчаные и серобурые почвы с достаточно густым покрытием кемрудо-полынным боялычником и кеуреком.

I-Д — подурочища крупных песчаных гряд с узким, сильно обарханным гребнем и очень разреженным покровом из крупных кандымов, белого саксаула, песчаной акации и эркек-селина на примитивных песчаных почвах.

Подурочища I-Д формируются вдоль бровок подветренных склонов кыров. Их образование связано с восточными ветрами, поток которых претерпевает, по-видимому, большую трансформацию на стыке плоской поверхности кыров с крутыми склонами межкыровых понижений.

Происхождение выделенных подурочищ различно, хотя их сочетание и образует географическое единство урошиц кыров, являющееся типичным, закономерно повторяющимся на площади южного Заунгузья.

Особый интерес представляет формирование подурочищ I-Г и I-Д. В морфологической структуре ландшафта Заунгузских Каракумов отчетливо фиксируется влияние ветров трех преобладающих направлений. Если судить по глубине дефляции, величине и ориентировке коренных форм рельефа, то наиболее активными должны являться ветры северных румбов. На это указывает основной рельеф южной части Заунгузья, где межкыровые понижения, кыры и продолжающие их на север песчаные гряды ориентированы в указанном направлении.

Данные о метеорологических условиях Заунгузья, приведенные в работе И. М. Островского (1960), показывают, однако, что в настоящее время наиболее активными являются ветры восточных и северо-восточных румбов. Им принадлежит главная роль в переносе песчаного материала. Формирующиеся при этом широкие песчаные гряды несогласно пересекают коренной рельеф Заунгузья, основные элементы которого вы-

тянуты, как отмечалось, меридионально. Одновременно с ними вдоль бровок подветренного склона каждого из кыров образуются узкие песчаные гряды, располагающиеся параллельно гребню кыра. В результате деятельности этих ветров и их трансформации при пересечении коренного рельефа образуется решетчатая структура эолового рельефа.

На рис. 16, б эти гряды представлены подурочищами I-Г и I-Д. Общее их выражение показано на рис. 17 (район к западу от колодцев Ата-Куи). Значительный интерес представляет при этом следующее обстоятельство. При наличии весьма активных восточных ветров гряды широтного направления, как показал анализ материалов аэрофотосъемки и данные аэровизуальных наблюдений, в Заунгузье развиты очень слабо. Но так как метеослужбой установлена активная деятельность ветров как восточного, так и северо-восточного румбов, то грядовый эоловый рельеф подурочищ I-Г и I-Д, а следовательно, и решетчатая система песчаных гряд на этой территории формируются под их общим влиянием. Это показывает, что коренной рельеф Заунгузских Каракумов сформирован северными ветрами в эпоху, предшествующую современной. В то время ветрам этого направления несомненно принадлежала основная роль в рельефообразовании. Причины ее ослабления в настоящее время не ясны, но, вероятно, могут быть связаны с изменением общих условий формирования физико-географической обстановки территории Средней Азии.

Более сложны, чем на поверхности кыров, природные условия в понижениях между кырами. Если для кыров характерны в общем плоская поверхность и сравнительно простые сочетания морфологических частей, то понижения между ними отличаются значительно большей морфологической сложностью. Они составлены сопряженными подурочищами, геологический субстрат которых слагают слабодислоцированные гипсоносные глины и мергели среднего миоцена (конкский горизонт), а также известковые и гипсоносные глины верхнего миоцена с прослойями мергелей, известняков, песчаников и гипса, обнажающимися на склонах и днищах (сарматский ярус). Слоны имеют хорошо выраженный ступенчатый профиль, определяемый характером разреза указанных неогеновых отложений.

Днища крупных впадин также неоднородны, местами усложнены останцами коренных пород и многочисленными аккумулятивными формами эолового рельефа, отличающимися значительным разнообразием. В их пределах выделяются подурочища склонов, подурочища подножья склонов и подурочища днищ межкыровых впадин.

В пределах подурочищ склонов (II-А; рис. 16, б) на песчано-глинистых породах произрастают черномоховые боялычно-саксаульчиковые сообщества (*Artrophytum* sp., *Salsola arbuscula*), по рухляку известняка и мергеля распространяется крыкбуун (*Anabasis brachiata* Fisch. et Mey.), по щебнистым примитивным почвам на песчаницах развиваются сообщества боялыча с биоргуном (*Anabasis ramosissima* Minkw.) и кеуреком (Родин, 1963). На каждом из пропластков указанных литологических разностей формируются индивидуально выраженные ряды фаций, которые могут быть использованы как важные физиономические признаки при прослеживании и сопоставлении этих пропластков.

В подурочищах подножия склонов (II-Б, рис. 16, б) заметным распространением пользуются уплотненные песчаные почвы с намытым делювием и прогрессирующими засолением в направлении к центральной пониженной части межкырового понижения. В растительном покрове ближе к подножию склона преобладает боялыч, который еще ниже сменяется кеуреком и тетыром. На участках, расположенных в более пониженных местах, ближе к центральной части межкыровых впадин, встре-

чаются представители галофитов (преимущественно сарсазан). Наблюдающаяся особенность характера почв и растительности, выраженная их сменой, делает подурочища подножья склонов межкыровых понижений образованием переходного типа, отлично индцирующими существующие природные условия.

В подурочищах днищ межкыровых впадин (*II-B*; рис. 16, б) на коренных глинах формируются солончаки. Встречаются редкие однолетние солянки, а местами, на небольших навеянных массивах песка, — черно-саксауло-черномоховые сообщества.

На аэрофотоснимке (рис. 16, а) склоны межкыровых понижений изображаются системой кольцевых полос разной тональности и структуры. С детальностью, определяемой масштабом аэрофотоизображения, они выражают основные особенности характера развитых здесь фаций, представляющих сочетание однородных компонентов на выходах коренных пород гомогенного литологического состава. В их пределах устанавливаются одинаковый характер рельефа, одна почвенная разность и один биоценоз, одинаковый характер увлажнения и микроклимата. Фации являются отличными индикаторами природных условий. В изображении на аэрофотоснимках они индцируют не только обнажения неогеновых отложений, но и конфигурацию выходов слоев по склонам впадин, выявляя тем самым их точный морфологический облик.

Значительную роль в морфологии природного территориального комплекса, развивающегося в пределах межкыровых понижений, играют аккумулятивные формы эолового рельефа, наложенные на первичную, более древнюю поверхность.

Данные формы рельефа возникли в результате деятельности сложной системы завихрений, возникающих при трансформации ветров различных направлений в межкыровых понижениях. В связи с этим выделяются следующие три типа подурочищ.

*II-A* — песчаные гряды, образующиеся ветрами северо-восточного направления (так же как и гряды в пределах подурочищ *I-G* на кырах), с примитивными песчаными почвами типа серо-бурых и разреженными сообществами кандымово-белосаксауловыми с полукустарничками и селином.

*II-B* — скопления песка на подветренных склонах межкыровых понижений, образующиеся в результате аккумуляции материала, приносимого ветром, и осыпания песка со склонов гряд, материал которых накапливается вдоль бровок кыров. Почвы песчаные, примитивные, обогащенные карбонатами, а местами гипсом, в местах высышок и скопления обломков — из обнажений коренных пород верхней пачки заунгузской толщи. Растительность — кандымово-белосаксаульники с боялычем, полынями и местами с кеуреком.

*II-C* — различным образом ориентированные песчаные сложноветвящиеся гряды, образующиеся по преимуществу на днищах межкыровых впадин и на их наветренных склонах. Почвы примитивные песчаные, плохо сформированные, с отдельными экземплярами кандымов, черкеза и белого саксаула.

Выделенные морфологические части ландшафта южной части Заунгузских Каракумов — его «урочища-кыры» и «урочища-межкыровые понижения», а также составляющие их подурочища в совокупности представляют пример пустынного ландшафта денудационной, резко расчлененной пологонаклонной (к северо-западу) равнины плиоценового или, может быть, более раннего возраста. Морфологическая структура данного ландшафта отлично иллюстрирует определение ландшафта как «генетически однородной территории, на которой наблюдается закономерное и типическое повторение одних и тех же взаимосвязанных и взаимооб-

условленных сочетаний: геологического строения, форм рельефа, поверхностных и подземных вод, микроклиматов, почв и почвенных разностей, фито- и зооценозов» (Солнцев, 1949, стр. 65). В данном случае названные урочища являются основными составными частями ландшафта — его урочищами-доминантами. Однако они типичны только для южной окраины Заунгузских Каракумов, где их общая поверхность тектонически наиболее приподнята и потому значительно глубже, чем северная часть Заунгузья, расчленена эоловыми процессами, результатом деятельности которых и является кыровый рельеф.

Аэровизуальные наблюдения и дешифрирование аэрофотоматериалов позволили выявить интересную закономерность в пространственных соотношениях данных урочищ. На территории Заунгузских Каракумов выделяются участки, где преобладающим развитием пользуются «урочища-межкыровые понижения» (район группы бугров Зеаглы, Дарваза и др.). В названных районах пользуются значительным распространением обнажения конкского горизонта и сарматского яруса, в то время как заунгузская толща представлена здесь лишь отдельными останцами (рис. 18).

На других участках, наоборот, преобладающим развитием пользуются «урочища-кыры» (типичное выражение этих участков дано на рис. 16, а). На их территории распространены главным образом породы заунгузской толщи. Сарматские отложения обнажаются лишь в отдельных впадинах, небольших по площади и глубине.

Полярность соотношений названных урочищ на различных участках Заунгузья связывается с направленностью, знаком новейших движений (Мирошниченко, 1966). В местах поднятий урочищами-доминантами являются межкыровые понижения. В пределах тектонических депрессий они играют подчиненную роль урочищ-субдоминантов, где эти же урочища становятся полярно противоположными. Сравнение же рис. 16 и 18 является достаточно убедительной иллюстрацией к сказанному. При этом из сопоставления участков с различным знаком тектонических движений видно, что на поднятиях урочища-субдоминанты являются реликтовыми, а урочища-доминанты — прогрессивными элементами ландшафта. В пределах опусканий указанные соотношения становятся прямо противоположными.

В пространственных соотношениях между этими элементами вскрываются исторические взаимоотношения в развитии особенностей морфологической структуры ландшафта на участках с разными знаками движений. Необходимо подчеркнуть, что выявление реликтовых и прогрессивных элементов на общем фоне ландшафта Заунгузских Каракумов имеет большое индикационное значение при ландшафтном подходе к дешифрированию в изучении новейшей и современной тектоники. Оно также помогает дешифрированию особенностей морфологической структуры ландшафта, элементы которой определяются тем или иным характером и положением его геологического основания.

### Солончаковая пустыня

Солончаковая пустыня занимает в Туркмении значительную территорию. Особенно она распространена в южной части Низменных Каракумов, в долинах древних рек Узбоя и Унгуза, а также в Прикаспийской низменности.

Одним из наиболее ярких представителей ландшафта солончаковой пустыни в Прикаспийской низменности Туркмении является огромный солончак Кель-Кор (Баба-хаджа). Это реликт сравнительно недавно существовавшего на его месте мелководного залива Каспийского моря, све-

дения о котором приводятся Эйхвальдом (Eichwald, 1834) и Г. С. Карапиным (1883). В настоящее время солончак является своеобразным водосборным бассейном ряда грунтовых потоков. В него поступают грунтовые воды Большебалханского потока и грунтовый поток, следующий через Межбалханский и Балхано-Данатинский коридоры. Установлен, кроме того, уклон зеркала грунтовых вод от моря в сторону Кель-Кора (Кунин, 1949). В связи с этим надо отметить, что для его территории характерны большие величины относительной и абсолютной влажности, значительно превышающие в летнее время влажность на предгорной равнине Большого Балхана.

В пределах солончака значительным распространением пользуются новокаспийские отложения с *Cardium edule* L., ингрессивно заполняющие участки между песчаными массивами и останцами хвалынских террас, а также подстилающие солянную толщу мощностью до 10 м. Под новокаспийскими отложениями залегают четвертичные и неогеновые отложения морского, лагунно-дельтового и континентального происхождения.

В тектоническом отношении солончак Кель-Кор располагается на месте глубокой, сложно построенной депрессии, в пределах которой подошла неоген-четвертичных отложений, согласно карте новейшей тектоники СССР, составленной под редакцией Н. И. Николаева и С. С. Шульца (1959), опущена на глубину до 5 км.

В пределах Кель-Кора ландшафт солончаковой пустыни разделяется на ряд морфологических поясов (Миронченко, 1954). Они сообщают пустыне основные черты ее физиономичности и косвенно выражают сложную морфологию этой крупной структуры. Судя по данным геофизических исследований, южный борт более крутой; вдоль него упомянутые пояса значительно уже, чем у северного борта структуры, что, по-видимому, обусловливается ее асимметричным строением.

Указанная морфологическая структура ландшафта пустыни на солончаке хорошо видна с воздуха, особенно во время его быстрого обсыхания после дождя. Надо заметить, что подобные погодные условия очень благоприятны и для аэрофотосъемки: ее материалы в этом случае обычно имеют наибольшую информационную емкость.

В центральной части Кель-Кор занят корковым солончаком из повышенной соли светло-серого цвета, ниже которой лежит толща такой же соли, подстилаемая песчанным грунтом, черным вверху от гумуса и гидротроилита и содержащим кристаллы соли и пленки зеленых водорослей. Еще ниже следует рыхлая солоноватая порода темно-серого цвета, также с кристаллами соли и включениями серого и рыжеватого песка.

Корковый солончак занимает наиболее пониженную часть депрессии, ближе к южному ее борту, и окружен поясом мокрых хлоридных и сульфатно-хлоридных солончаков с характерной, как сказано выше, асимметрией контуров морфологических поясов на противоположных бортах депрессии. По юго-западной и западной, относительно приподнятых его окраинах, на крутом борту депрессии упомянутые солончаки покрыты корками, щетками игл и россыпями кристаллов гипса. Уровень сильно минерализованных сульфатных вод вскрывается здесь на глубине 1.0—4.0 м, значительно большей, чем в восточной части солончака. Это почти голая светлая поверхность, резко переходящая в песчаный береговой склон хвалынской террасы, хорошо различима как на аэрофотоснимках, так и при аэровизуальных наблюдениях.

Вдоль северного борта депрессии на поверхности солончака, ближе к его центральной части, в этом же поясе развиты супесчаные, суглинистые и глинистые почвы, подстилаемые серыми новокаспийскими песками. Солончак здесь является местом обитания различных водорослей.

Иногда роль водорослевого «гумуса» столь значительна, что он выступает в качестве почвообразующего фактора.

По окраине северной части солончака, дальше от его центральной части, распространены заросли сарсазана, местами тамарикса. Наличие этой растительности обуславливает активную фитогенную аккумуляцию песчаного материала, значительный занос песком солончаковой поверхности, образование солончаковых песчаных почв и т. п. Это вызывает здесь значительные изменения облика солончаковой пустыни и формирование еще одного пояса своеобразных природных территориальных комплексов (в основном фитогенных) — тамоковых присолончаковых песков, чередующихся с пухлыми светло-серыми такыровидными солончаками.

Указанные различия в характере и очертаниях солончаковых поясов Кель-Кора несомненно определяются причинами общего порядка, связанными с особенностями геологического строения депрессии. В этой же связи находится и смещение к южной окраине солончака положение коркового солончака.

Пояса различных солончаковых образований Кель-Кора совпадают с очертаниями депрессии, определенными по данным многолетних геофизических исследований.

Сказанное позволяет считать указанные выше особенности морфологии ландшафта солончаковой пустыни важными индикаторами строения вмещающих их депрессий.

В восточной части солончак сменяется аллювиальными отложениями Узбоя. Здесь, в направлении к югу от ст. Бала-Ишем, во множестве встречаются хорошо отпрепарированные старопойменные, гравковые и русловые аллювиальные фации, в которые по окраине ингрессивно заходят различные образования солончаков.

В наиболее молодых аллювиальных отложениях Узбоя встречены глины и суглинки, содержащие многочисленные раковины *Planorbis*, *Limpaea*, *Anadonta*, а также остатки кустарниковой, камышовой и травяной растительности, указывающие на еще недавнее значительное опреснение Кель-Кора водами, поступавшими по Узбою.

Интересно отметить и ряд других особенностей морфологической структуры ландшафта солончаковой пустыни на Кель-Коре, которые могут быть использованы в качестве природных индикаторов при исследованиях вмещающей его депрессии (депрессии Кель-Кор), проводимых с применением аэрофотосъемки и дешифрирования.

Корка, образующая поверхность солончака, делится на крупные макрополигоны до 50—70 м в поперечнике, толщина которых достигает 50—60 см и которые в свою очередь делятся на более мелкие полигоны. Трещины отдельности, ограничивающие крупные и мелкие полигоны, ориентированы, в общем, в меридиональном, широтном и диагональном направлениях. Необходимо отметить, что указанные направления выдерживаются как на соседних солончаках Прикаспийской низменности Туркмении, так и на обширных окружающих их такырах; иначе говоря, имеют здесь повсеместное распространение.

На поверхности солончака трещины выражены в виде своеобразных валиков, заметно выступающих над ней. Они состоят из смеси пылеватой соли, сдувающей с солончака, и темной иловато-глинистой грязи, поступающей по трещинам снизу, по-видимому, через определенные промежутки времени. На это указывает часто наблюдавшееся многократное перекрывание старых валиков свежими излияниями. Местами поступление грязи так обильны, что образуют вдоль трещин темно-серые холмики высотой до 1.5 м. Все эти образования хорошо изображаются на аэрофотоснимках, сделанных при соответствующих погодных условиях. Являясь

индикаторами сложных природных процессов, происходящих в солончаке, они могут быть использованы в качестве важных дешифровочных признаков, выявляющих, с одной стороны, системы макрополигональной трещиноватости, а с другой — определенные процессы, происходящие внутри солончака и приводящие к периодическим излияниям рапы и грязи.

Значительный интерес представляют линейно расположенные на поверхности солончака цепочки небольших грязевых вулканчиков (не связанных с трещинами макрополигонов) высотой 0,5—1,0 м при ширине до 25—30 м. В центральной части этих образований часто находится конус из свежеизлившейся грязи и рапы с хорошо выраженным кратероподобным углублением. Цепочки этих интересных образований часто совпадают с направлениями крупных разрывов, установленных в дочетвертичных отложениях на прилегающих к солончаку территориях. Цепочки вулканчиков хорошо изображаются на аэрофотоснимках и поэтому могут быть использованы как дешифровочные признаки разрывов, скрытых четвертичными отложениями.

Отметим еще, что по окраинам мокрого солончака встречаются озерца очень прозрачной, голубоватой, сильно минерализованной воды, окруженные тонкой каймой из тонкой черной грязи. Они указывают на места выклинивания горизонта грунтовых вод, так как кайма грязи, постепенно осушаясь, обычно прослеживается на коренном берегу, сложенном хвальинскими породами. Находя четкое изображение на аэрофотоснимках, подобные участки могут быть использованы как индикаторы при дешифрировании гидрогеологических условий солончака.

Особый интерес представляют дифференцированные проявления новейшей тектоники, которые встречаются на территории солончаковой пустыни, развитой на Кель-Коре в виде отдельно выраженных поднятий, опусканий и разрывов. На рис. 19, 20 изображены соответственно поднятие, развивающееся в пределах мокрого солончака, и разрыв северо-северо-западного простирания, пересекающий различные участки солончака по северной окраине Кель-Кора и уходящий в пределы каменисто-песчаной пустыни.

Чаще всего поднятия на солончаке выражаются зонально-концентрическим расположением рельефа, почвенных разностей и растительности, связанных с гидрогеологией и гидрологией участков солончака. Дизъюнктивные нарушения, пересекающие солончаки, выражены линейными контактами различных солончаковых фаций или цепочками грязевых и солевых конусов излияния.

Природные комплексы, возникшие в связи с подобными проявлениями новейшей тектоники, отчетливо выступают на поверхности солончака как образования с резко выраженной дисгармонией по отношению к физиономическим чертам окружающей территории. Опыт показывает, что такие комплексы являются надежными индикаторами, использование которых при дешифрировании аэрофотоснимков позволяет получить весьма интересные результаты для характеристики новейшей тектоники в природных условиях солончаковых пустынь, затрудняющих исследования обычными методами геологической съемки.

### Глинистая пустыня

Глинистая пустыня занимает предгорные и межгорные равнины, сложенные иловато-суглинистым пролювием. Характерным для нее являются кратковременные (периодические сезонные или погодные) обводнения, сопровождающиеся выносом в ее пределы пролювиального и аллювиального материала.

Комплексные индикаторы новейших движений проявляются в ландшафте данной пустыни весьма своеобразно и тонко выражеными особенностями морфологической структуры и динамики ландшафта, требующими для своего изучения значительного внимания.

В пределах глинистой пустыни формы рельефа (главным образом мелкие), почвогрунты и растительность особенно чувствительно и избирательно реагируют на проявления новейшей тектоники. Поэтому указанные компоненты имеют здесь особо важное индикационное значение.

Обычно глинистые пустыни развиваются в областях депрессий. Для их центральных частей характерны плоский рельеф, солончаковые такырные почвы и почти полное отсутствие высшей растительности. Примером может служить центральная часть обширной глинистой пустыни в пределах Предкотягского прогиба, к северо-западу от г. Казанджика. В то же время на периферических участках депрессий развиваются различные слабодренированные такыровидные почвы, которые выше по склону, как правило, сменяются их деградирующими вариантами, индицирующими крылья депрессии. Растительность представлена редкими экземплярами оджара и различными солянками.

Одним из наиболее характерных элементов рельефа на плоской поверхности пустыни являются прикустовые холмики (тамоки), образующиеся в результате аккумуляции золового материала в ветровой тени кустарников. В природных условиях глинистых пустынь они имеют важное индикационное значение для выявления весьма существенных элементов геологического строения.

Как показали исследования В. П. Мирошниченко (1954), Б. В. Виноградова и В. П. Мирошниченко (1956), В. П. Мирошниченко и С. С. Шульца (1961), наблюдается несколько типов распределения прикустовых холмиков. Групповое распределение встречается на участках развития в глинистой пустыне макрополигональной трещиноватости. Кусты саксаула и соответственно тамоки расположены на них по трещинам, отделяющим макрополигоны (рис. 21). Такие участки в пустыне соответствуют тектоническим поднятиям в эмбриональной форме их проявления. Линейное расположение тамоков (рис. 22) указывает на тектонические разрывы, скрытые под ровной поверхностью глинистой пустыни. Обычно по направлениям подобных линий тамоков в толще такырных глинистых пород, слагающих пустыню и несогласно перекрывающих коренные подстилающие породы, фиксируются разновозрастные серии совсем юных разрывов (Мирошниченко, 1954, 1958, и др.). Их образование в тектонических условиях данной территории может быть связано с последними сильными землетрясениями, происходившими здесь в 1892, 1895, 1908, 1914, 1946 гг. (Горшков, 1957). Разрывы в толще такырных отложений и связанные с ними линии тамоков обычно совпадают с зонами более древних разрывов, что указывает на унаследованный характер подвижек и сейсмотектонических проявлений. Таким образом, линии тамоков, иначе — шеренги прикустовых холмиков-кос (Мирошниченко, 1954) являются очень важными индикаторами геологического строения глинистых пустынь.

Наиболее часто наблюдается дисперсное расположение тамоков. В этом случае они являются индикатором относительно спокойных или очень слабо нарушенных участков территории глинистой пустыни с однородными грунтовыми и гидрогеологическими условиями ее поверхности.

Отмечается также руслообразный тип расположения тамоков, индицирующий направления древних русел на тектонически опускающихся

территориях, где эти русла имеют реликтовый характер, слабо выражены на поверхности, будучи замаскированы эоловыми и аллювиально-пролювиальными новообразованиями.

## Глава V

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ ЦЕНТРАЛЬНЫХ НИЗМЕННЫХ КАРАКУМОВ

Низменные Каракумы отличаются слабовыраженным рельефом и сравнительно незначительными градиентами аномалий силы тяжести. Сейсмическая активность этой территории сравнительно невелика, сила землетрясений не превышает 5—7 баллов (Горшков, 1949).

В этом отношении Низменные Каракумы противоположны Копетдагу, ограничивающему их с юга и являющемуся областью современного горообразования. В пределах пустыни, относящейся, как известно, к южной окраине эпигерцинской платформы, преобладают аккумулятивные процессы при относительно слабо проявленной денудации и подчиненном значении тектонического фактора. Согласно Карте новейшей тектоники СССР (1959), градиент неотектонических движений на территории Каракумов примерно в 10 раз меньше, чем в Копетдаге.

Несмотря на указанные обстоятельства, использование материалов аэрофотосъемки при ландшафтном подходе к исследованиям и дешифрированию, подкрепленному данными аэровизуальных наблюдений и морфометрического анализа топографических карт, позволило установить многочисленные проявления новейших тектонических движений; последние по-своему хорошо выражены в различных ландшафтах пустыни, чему способствует ее резко выраженный аридный климат. Это различных размеров поднятия и опускания, выявляющие в совокупности сложный спектр дифференцированных новейших тектонических движений, а также те или иные разрывные дислокации. Их отчетливо выраженное влияние на ландшафты показывает, что они формируются и в настоящее время, проявляясь возникновением в них азональных черт — образований, дисгармоничных зональной природе ландшафтов пустыни. Подобные явления обычно указывают на участки развития молодых структур. Физиономичность таких участков во многом обусловлена ростом структур. Их рельеф является тектономорфным; наблюдающиеся на них природные территории комплексы индицируют морфологию и развитие структуры.

По данным многих исследователей (Миронченко, 1937, 1938, 1947, 1951, 1961а, 1961б; Луппов, 1945, 1952; Наливкин, 1951; Леонтьев, 1953; Резанов, 1959; Николаев, 1962; Амурский, 1966, и др.), территория Низменных Каракумов располагается в области обширной Каракумской депрессии, имеющей общее северо-западное простиранье. Суммарные глубины опусканий за неотектонический этап развития достигают в районе к северу от Ашхабада, Бахардена, Бами 2000 м. Неоген-четвертичные отложения, выполняющие депрессию и налегающие несогласно на палеоген, состоят из ряда свит, разделенных между собою несогласиями. Это карагаудакская, иомудская и текинская серии континентального неогена (Данов, 1957), а также несогласно их перекрывающие четвертичные отложения Каракумов, состоящие из аллювиальных, пролювиальных, пролювиально-аллювиальных, эоловых, эллювиальных и хемогенных образований. Особенно важное значение для целей изучения новейшей тектоники имеют аллювиальные нижнечетвертичные отложения пра-Амударьи, четвертичные, а также и современные отложения дельт Теджена и Мур-

таба. Эти породы являются источником (весьма разнообразным по своему характеру) образования каракумских песков, безбрежным покровом залегающих на подстилающих четвертичных отложениях.

В западной части Каракумов древнеаллювиальные отложения пра-Амударьи несогласно перекрыты морскими нижнехвалынскими перевеянными песками, содержащими пропластки глин, глиняную гальку и хвалинскую фауну.

Заметную роль в Каракумской депрессии играют аллювиально-пролювиальные отложения наклонной предгорной равнины Копетдага. Постепенно измельчаясь и сортируясь, они у ее подножья накапливаются в виде иловато-глинистых такырных отложений, слагающих характерную, чуть-чуть вогнутую равнину, которая протягивается вдоль гор и намечает ось предгорного прогиба Копетдага. В ряде мест эти отложения подстилаются каракумской толщей, переслаиваясь с нижнехвалынскими отложениями.

Места распространения каждой из названных толщ отмечаются появлением в ландшафтах своеобразных черт, связанных с изменением их морфологической структуры. Особенно это относится к участкам, отличающимся теми или иными проявлениями новейших тектонических движений.

Необходимо еще упомянуть о хемогенных образованиях, пользующихся здесь широким развитием и представленных только им свойственными природными территориальными комплексами. Имеются в виду многочисленные солончаки. В своем распространении они в значительной мере подчинены закономерностям, определяемым новейшей тектоникой, и поэтому являются их весьма чувствительными природными индикаторами.

История геотектонического развития территории Каракумов в отличие от значительно лучше изученной истории Копетдага известна еще сравнительно слабо. Имеющиеся данные позволяют осветить этот вопрос лишь в самых общих чертах.

Территория Каракумов характеризуется как область крупных опусканий, охвативших плиоцен и четвертичное время и наиболее проявившихся в южной части пустыни. В то же время во внутренней части Копетдага происходит сводовое поднятие, устанавливаемое здесь с позднего сармата. Развитие этого поднятия отмечается также в позднем плиоцене и в послезахарское время.

Подошва неоген-четвертичных отложений рассматривается как результат площадного донеогенового размыва, охватившего обширные территории. На ней отмечаются хорошо выраженные складки, которые унаследованно и достаточно отчетливо прослеживаются в неоген-четвертичных отложениях. Факт унаследованности элементов донеогеновой тектоники в этап новейших движений неоднократно отмечался многими исследователями (Годин и др., 1958; Мирошниченко, 1960, 1961а, 1961б; Амурский, 1964, и др.).

Для составления правильного представления об истории геологического развития обычно пользуются анализом карт фаций, карт суммарных мощностей отложений, анализом данных о перерывах в их накоплении и явлениях несогласного залегания и др. Существенно важное значение для этой цели имеет анализ истории формирования рельефа. Это относится прежде всего к таким территориям, как Каракумы, для которых четвертичные отложения, так же как и неогеновые, фаунистически охарактеризованы еще слабо. Их мощности и необходимые детали строения разреза известны также недостаточно. Особой задачей по сложности решения является в указанном отношении анализ истории формирования эолового рельефа. В его весьма сложных, подвижных и столь своеобраз-

ных формах с трудом улавливаются искомые связи с новейшей тектоникой. Тем не менее, применяя специальные методы исследования и дешифрирования аэрофотоснимков, удалось выявить общие контуры ее проявлений, показанные на прилагаемой карте (рис. 23).

Для составления карты применялась методика, разработанная в процессе проводившихся исследований. Ее содержанием предусматривается

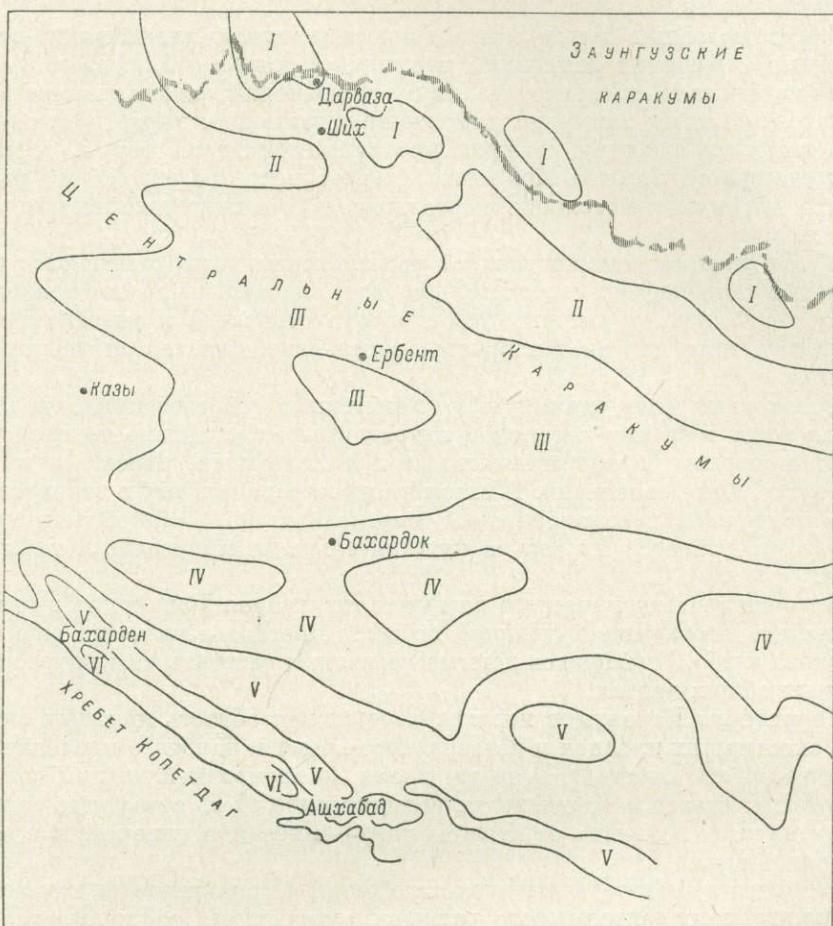


Рис. 23. Карта региональных структур новейшей тектоники центральной части Низменных и южной окраины Заунгузских Каракумов. Составил В. П. Мирошниченко, 1965 г.

Объяснения в тексте.

специальный анализ ландшафтов пустыни для выявления первичных положительных и отрицательных, очень слабо выраженных форм поверхности. По отношению к последним эоловый рельеф является вторичным образованием, наложенным на первичный рельеф или возникшим в результате его деструкции деятельностью ветра.

Как показали результаты исследований В. П. Мирошниченко (1954, 1958, 1960, 1961), на территории пустыни выделяются первичные формы рельефа разного знака и разных порядков: от таких, которые умещаются на площади одного-нескольких километров, до образований, охватывающих территории в сотни и десятки тысяч квадратных километров. Общей чертой форм рельефа является их малая величина по вертикали. Это

основная причина чрезвычайно слабой выразительности первичного рельефа пустыни, по существу являющейся равниной, в современном облике которой основную роль играют элементы вторичного рельефа.

Существует распространенное, но, на наш взгляд, ошибочное представление, что формы эолового рельефа являются отрицательным фактором, лишь определенной помехой при изучении геологического строения территорий, подобных Каракумам: эоловые образования обычно рассматриваются как покров, маскирующий геологическое строение. Однако исследования В. П. Мирошниченко (1961б) позволили прийти к выводу, что встречающиеся типы эолового рельефа различаются между собой характером генетической сопряженности с геологическим субстратом пустыни и особенностями топологической связи с формами ее первичного рельефа. Иными словами, территориальная дифференциация вторичного (эолового) рельефа пустыни подчиняется совершенно определенным закономерностям, в первую очередь обусловленным особенностями геологического строения территории. Разработка и применение предлагаемой ниже методики основывались на этом важном обстоятельстве. Применение этой методики помогло впервые установить основные закономерности проявлений новейшей тектоники на описываемой большой и труднодоступной территории.

Общие закономерности формирования эолового рельефа связаны с общеклиматическими условиями и циркуляцией воздушных масс в планетарном масштабе (Федорович, 1960). Однако возникновение и географическое распространение определенных генетических типов эолового рельефа связаны с геологическими условиями, в основном с наличием рыхлых отложений и дифференцированно проявленных новейших тектонических движений. На территории равнинной части южной Туркмении предпосылки возникновения современного ее облика создались за четвертичное время. В ранне- и среднечетвертичное время здесь, на отложившихся мощных толщах аллювия пра-Амударьи, древних рек Теджена и Мургаба, и аллювиально-пролювиальных отложениях, спесенных мелкими реками с горных областей, возникли обширные аллювиальные и аллювиально-дельтовые равнины. Первичные формы рельефа, о которых говорилось выше, явились следствием тектонических деформаций этих равнин. В результате их общая территория разделилась на ряд категорий по величине поднятий и опусканий. Такие структуры, как Предкопетдагское валообразное поднятие, Южно-Каракумская депрессия, Центрально-Каракумское поднятие и др., отмечавшиеся выше, мы относим к образованиям первой категории. На их общем фоне выделяются меньшие по размерам элементы новейшей тектоники, которые по величине могут быть в свою очередь разделены на ряд градаций.

В середине позднечетвертичного этапа на пологих формах первичного рельефа развивались эрозионные процессы. Однако вскоре последовавшее изменение климата вызвало на этой территории образование пустыни с ее резко выраженными ксероморфными условиями. Ведущим экзогенным процессом оказалась дефляция, деятельность которой привела к образованию современного эолового рельефа. При этом четвертичный эрозионный, а в некоторых случаях и аккумулятивный рельеф, развивавшийся на первичных формах, оказался почти полностью уничтоженным и ныне наблюдается лишь в виде сильно измененных или погребенных реликтов.

При изучении аэрофотоматериалов и особенно во время полетов над территорией пустыни первичные формы воспринимаются как реликты. Поверхность одних из них (поднятий) сильно изменена многочисленными элементами дефляционного рельефа, образующегося в результате деструкции структур. Поверхность других (опусканий), наоборот, остается

почти нетронутой, поскольку является местом образования аккумулятивных форм эолового рельефа. В силу указанных обстоятельств в каждой из областей, диаметрально противоположно реагирующих на экзогенные процессы, создаются различные условия для формирования ландшафтов пустыни и составляющих их компонентов. Это обстоятельство было учтено при разработке методики проведения полевых работ и дешифрировании аэрофотоснимков. Оно же послужило отправным пунктом для специального анализа топографических карт, направленного на выявление упомянутых форм первичного дозолового рельефа пустыни. Дело в том, что топокарты, которые использовались при проведении работ, составлены также по материалам аэрофотосъемки и поэтому на них четко и детально изображены такие природные формы, которые при других геодезических методах зачастую не выявляются.

Учет основных факторов проявления новейшей тектоники в условиях пустыни позволил нам изучать эти проявления по методике, основным содержанием которой явилось следующее.

1. Предполевое изучение топографических карт с целью изучения общей физиономичности пустыни, выделения морфологических разновидностей ее эолового рельефа, общих закономерностей географического распространения последних и их общего отношения к окружающей геологической и физико-географической обстановке.

2. Аэровизуальные наблюдения над территорией, проводимые в начале полевых работ в целях уточнения данных, полученных камеральным путем, выявления возможных черт генетических связей морфологических разновидностей эолового рельефа с физико-географическими особенностями территорий и выявления общих контуров различных категорий первичного рельефа.

3. Маршрутная и площадная аэрофотосъемки по профильным направлениям и на ключевых участках, охватывающих различные категории первичного рельефа в ландшафтах пустыни. Предварительное (до выезда в поле) дешифрирование получаемых материалов аэрофотосъемки для уточнения данных аэровизуальных наблюдений.

4. Исследования на ключевых участках и профильных направлениях, сопровождаемые полевым дешифрированием материалов аэрофотосъемки, задачами которых являлось изучение: а) геологического строения выделенных участков; б) взаимоотношений между эоловым и первичным (дозоловым) рельефом; в) природных территориальных комплексов (ландшафтов и их морфологических частей), формирующихся на различных элементах первичного рельефа; г) аэрофотоизображения устанавливаемых природных индикаторов и дешифровочных признаков различных элементов новейшей тектоники; д) картографического выражения указанных индикаторов для экстраполяции данных, полученных на ключевых участках и профильных направлениях с помощью топографических карт соответственного качества и масштаба.

5. Поверочные полеты над территорией.

На упомянутой карте (рис. 23) даны контуры основных структур новейшей тектоники. С ними по существу совпадают формы первичного дозолового рельефа, в основании которого они находятся. Необходимо подчеркнуть, что контуры данной карты, полученные с помощью ландшафтно-морфологического метода, отличаются большой точностью, поскольку их естественное выражение на местности найдено и прослежено по топографическим картам крупного масштаба.

Ландшафтный подход к исследованиям и дешифрированию аэрофотоснимков плюс прослеживание установленных контуров по топокартам на основе экстраполяции данных ключевых участков и профильных направлений составляют основу технологии такого метода.

Ниже приводится описание региональных структур, выделенных В. П. Мирошниченко (1960, 1961а, 1961б), которые проявляются определенными чертами развития и распространения отдельных компонентов, а также чертами морфологии и динамики пустынных ландшафтов.

### Предкотедагский предгорный прогиб

Описываемая структура является одним из основных элементов региональной тектоники южной Туркмении. Первые сведения о Предкотедагском предгорном прогибе приведены В. П. Мирошниченко (1937, 1938, 1947, 1951, и др.). В пределах прогиба кристаллическое основание находится на глубине не менее 8 км (Годин и др., 1958). Подошва четвертичных моласс континентальных и морских неогеновых отложений в наиболее опущенных частях находится на глубине почти 2 км.

Морфология территории прогиба представлена несколькими элементами, генетически и исторически между собою связанными. Первым из них по времени заложения является пояс адыров. Это валообразно приподнятая часть неогеновой предгорной равнины, состоящая из сравнительно мелких поднятий плиоценового и постплиоценового возраста. В настоящее время она весьма расчленена, что указывает на ее активное тектоническое развитие в современную эпоху. На ее обнаженных участках нередко видны интенсивно дислоцированные слои континентальных и морских неогеновых отложений, а также четвертичных моласс. К югу за поясом адыров местами наблюдается относительно опущенная часть поверхности этой древней равнины, возможно, служившая в то время местным базисом эрозии и аналогичная в этом отношении современной предгорной впадине.

Второй элемент предгорного прогиба представляет современная наклонная равнина, являющаяся самым нижним морфологическим поясом горной системы Котедага. По существу это северное крыло адирного тектонического вала, перекрытое (особенно в нижней части) современными молассами и прорезанное сравнительно мелкими, но очень частыми, выклинивающимися у основания наклонной равнины врезами. На поверхности равнины наблюдаются различные проявления продолжающегося наклона равнины, развитие на ней современных локальных тектонических структур и ее общей миграции на север. Формирование наклонной равнины началось в плиоцене и продолжается в настоящее время.

Третьим, наиболее молодым морфологическим элементом прогиба является современная пологая предгорная, в целом безотточная впадина — базис эрозии Котедага, область современной аккумуляции сносимого с него обломочного материала.

Для территории Предкотедагского предгорного прогиба характерны следующие, индивидуально выраженные ландшафты: 1) ландшафт адыров, 2) ландшафт наклонной равнины и 3) ландшафт предгорной равнины, развитые на соответствующих морфологических элементах предгорного прогиба.

Ландшафт адыров (рис. 24) формируется в пределах холмисто-увалистого, часто резко расчлененного рельефа предгорий, на активно развивающейся, в целом сложной валообразной структуре. На останцовых участках древней равнины распространены главным образом кыртычно-караилачные сообщества (*Poa bulbosa* L., *Carex pechystylus* Gau) с участием евшиана на типичных светлых сероземах, развитых на лёссовидных отложениях, и евшановые с эфедрой (*Ephedra intermedia* Schret C. A. M.), а также сообщества на бурых гипосоносных почвах, формирующихся на щебнисто-галечниковых отложениях.

Морфологическая структура ландшафта связана с интенсивностью

развития и особенностями расположения складчатых элементов, а также с составом и сложением разреза слагающих их напластований. Эти факторы являются основными в дифференциации природных условий и прежде всего экзогенных процессов, протекающих на территории ландшафта адыров. Поэтому его морфологическая структура состоит из типологически сходных частей, дифференцирующихся на группы по принадлежности к своду или крыльям складок.

Ландшафт наклонной равнины характеризуется пологим поперечно-волнистым рельефом, развитым на северном крыле адырного тектонического вала (рис. 25). Вверху равнина щебенчато-галечниковая, внизу суглинистая и глинистая. В верхней ее части распространены сообщества евшана с участием эфедры на серо-бурых слаборазвитых щебнистых почвах и сообщества кыртыча на типичных светлых сероземах по лёссовидным отложениям. В нижней части преобладают сообщества евшаново-караилачные и евшаново-кыртычные с однолетними солянками и эфемерами на типичных светлых сероземах и на солончаковых деградирующих такырах.

Основное контролирующее значение в формировании морфологической структуры ландшафта наклонной равнины имеет ее поперечная волнистость. Положительные и отрицательные элементы выделяются как типологически разные местности, отличающиеся между собою определенным набором уроцищ. В опущенных частях равнины последние формируются на выдвинутом к северу пролювиальном шлейфе, более увлажненном грунтовыми и транзитными водами. В приподнятых эродированных частях равнины зона коллювия относительно резко сменяется суглинистыми и глинистыми отложениями, часто без щебнистых и галечниковых накоплений, что определяет иной набор географических уроцищ на этих участках. Указанная особенность ландшафта подчеркивается тем, что эрозионные врезы как бы растекаются с приподнятых и, напротив, сгущаются в опущенных участках наклонной равнины.

Таким образом, ландшафт наклонной равнины состоит из типического чередования вдоль по ее направлению указанных местностей. При этом в пределах каждой местности могут быть установлены два основных уроцища, связанных в своем происхождении с верхней и нижней частями наклонной равнины. Исключение составляют локально выраженные на ней поднятия, развивающиеся главным образом в пределах положительных поперечных перегибов. Они вызывают местную перестройку систем эрозионных врезов, изменения в почвах и растительном покрове и др.

Для верхней части наклонной равнины характерна мягкая волнистость верхнего ее пояса, обусловленная широким распространением здесь конусов выноса. Многочисленные русла саев пересекают наклонную равнину, обеспечивая транзитное прохождение территории водами, спускающимися с предгорий, и интенсивный сток поступающих вод атмосферных осадков.

Северный край наклонной равнины выполаживается и затем плавно переходит в слегка вогнутую предгорную равнину, характеризуемую соответствующим ландшафтом. Вследствие отмеченных особенностей рельефа указанной территории воды и селевые потоки, поступающие с предгорий, задерживаются в нижней части наклонной равнины и разливаются по предгорной впадине, отлагая тонкодисперсный материал и растворимые соли. В данных условиях формирование ландшафтов в нижнем поясе наклонной равнины и в предгорной впадине происходит под влиянием преобладающих аккумулятивных процессов.

Почвенный покров указанных ландшафтов представлен в основном различными такырами. Высшая растительность на большей части территории отсутствует.

В пределах наклонной равнины также наблюдаются отдельные поднятия. Их характеризуют местные особенности распределения аллювиальных и пролювиальных отложений и формирования уроцищ, в пределах которых развитие форм рельефа, эрозионной сети, почв, растительности и других компонентов ландшафта отличается от соседних участков равнины.

Как отметил Б. Б. Польинов (1956), в условиях повышенных местоположений формируются элювиальные уроцища. В пределах таких уроцищ тектонически поднимающиеся участки весьма специфичны и довольно отчетливо выделяются на общем фоне аккумулятивных ландшафтов. Однако в пределах подобных, хорошо обособленных уроцищ еще сохраняются реликты морфологических элементов, связанных с недавно имевшими здесь место аккумулятивными процессами, которые проявляются в различных особенностях рельефа, составе и структуре растительных сообществ, свойствах почв и т. д. Нижней части наклонной равнины присуща плоская поверхность уроцищ с врезами, быстро переходящими в их меандрирующие варианты. В то же время формы рельефа, встречающиеся в пределах элювиальных ландшафтов, носят черты активной деструкции. Часто они заполнены продуктами эоловой аккумуляции. При этом морфологические элементы рельефа наклонной равнины находятся в деградирующем состоянии, отмирающие эрозионные врезы оказываются приподнятыми, висячими, теряют связь с системой транзитного состава и т. п.

Почвенный покров элювиальных уроцищ, по наблюдениям Ю. С. Толчельникова, отличается развитием разновидностей выщелоченных почв. В них прослеживается деградация свойств распространенных здесь в прошлом такыров, характеризовавшихся большой плотностью и слитостью коркового паркетовидного горизонта. При развивающемся выщелачивании из почвы токсичных для растительности легкорастворимых солей и катиона натрия происходит разрыхление коркового горизонта такыров, улучшается водно-воздушный режим почвы, создаются условия для поселения высшей растительности, корневая система которой способствует дальнейшему разрыхлению и преобразованию верхних горизонтов почвы.

В летний период при подсыхании высшей растительности создаются предпосылки для дефляции из почвы илистых частиц. В результате механический состав верхних горизонтов почв оказывается значительно более легким по сравнению с нижележащими горизонтами, а на поверхности накапливаются щебень и галька.

В растительном покрове на смену водорослям, характерным для современных, аккумулирующих такыров, приходят вначале липайники, а затем однолетние солянки и эфемеры. Рост поднятия влечет за собой последовательные изменения в морфологии ландшафта, охваченного им участка равнины, приводит к значительным изменениям состава его компонентов и т. п. По особенностям формируемых в пределах поднятий уроцищ и по свойствам составляющих их компонентов можно судить о фазах развития поднятий, как это было показано Б. В. Виноградовым и В. П. Мирошниченко (1956), В. П. Мирошниченко (1961б), В. П. Мирошниченко и С. С. Шульцем (1961) и др.

В начальную фазу развития на вовлекаемых в поднятие участках прекращается затопление селевыми водами и замедляется аккумуляция пролювиального материала, начинает формироваться система радиальных врезов и т. п. В то же время проходящие через участок наиболее значительные селевые русла углубляются, а мелкие временные водотоки деградируют, изолируясь от транзитного стока. В почвах таких участков прекращаются процессы «омолаживания» верхних горизонтов и начинают формироваться характерные генетические почвенные горизонты — акку-

мулирующиеся такыры переходят в такыры типичные. Появляются более благоприятные условия для развития низшей водорослевой флоры, сеяются различные виды лишайников и т. п.

В последующий период транзитные водотоки начинают обтекать приподнимающийся участок и, как бы соскальзывая, образуют на последнем каскад русел разных возрастных генераций. При этом в руслах, проходящих через сводовую часть поднятия, эрозионные процессы прекращаются. Руслы с ростом структуры приподнимаются над базисом эрозии, оказываясь в «висячем» положении. В почвенном покрове происходит заметно выраженное выщелачивание, что приводит к формированию здесь деградирующих такыров. В растительном покрове появляются полукустарнички.

На следующей стадии роста поднятия в условиях аридного климата происходят разрушение реликтовых форм эрозионного рельефа и образование (на растущем своде) обращенного рельефа, представленного впадиной, бровка склонов которой в общем повторяет контуры поднятия. В почвенном покрове черты элювиальных процессов получают еще более полное проявление, а в растительном покрове начинают преобладать полукустарнички.

Примером комплексного ландшафтного индикатора поднятий нижней части предгорной равнины может служить элювиальное урочище, формирующееся на одном из куполовидных поднятий, выявленных автором (Мирошниченко, 1961а, 1961б), на участке наклонной равнины западного Копетдага (рис. 26).

В пределах данного урочища отчетливо проявляются три подурочки, одно из которых находится на своде поднятия, второе располагается в присводовой части понятия, а третье занимает нижнюю часть его юго-западного крыла.

Подурочище, формирующееся в пределах свода поднятия, характеризуется руинным рельефом, в котором прослеживается сеть неглубоких отмерших русел с разрушенными бровками, местами снивелизованными денудацией или заполненными делювием. Почвенный покров представлен такыровидными серо-бурыми щебнистыми почвами. Растительный покров состоит из разреженных сообществ тетыра и кеурека, местами встречаются кусты кандыма.

Второе подурочище, располагающееся вокруг первого, также характеризуется распространением разрушающейся реликтовой эрозионной сети, которая, однако, имеет большую глубину; морфологические ее элементы сохранились несколько лучше.

Почвенный покров представлен менее выщелоченными почвами, состоящими из деградирующих такыров; механический состав верхних горизонтов почв суглинистый, щебенка встречается редко. В растительном покрове преобладают разного рода однолетние солянки и эфемеры, а по руслам произрастает карган.

Третье подурочище, формирующееся на крыльях поднятия, характеризуется наличием густой сети отмирающих русел, по которым сток воды с верхней части предгорной равнины почти прекращен, но морфологические их элементы сохранились. Формирующийся здесь почвенный покров в результате более активного выщелачивания освобождается от подвижных органо-минеральных компонентов. По руслам саев развиты лугово-серо-бурые почвы. Пользуются развитием такыры типичные, ближе к своду поднятия — деградирующие. Растительный покров представлен также однолетними солянками. Эфемеров в его составе содержится меньше.

На примыкающей к указанному урочищу территории формируются урочища и фации типичных ландшафтов, для которых характерно

наиболее широкое развитие такырных уроцищ (подурочища 4—9, рис. 26, б).

Таким образом, участки элювиальных уроцищ, характерные для подножий предгорной наклонной и подгорной равнин, хорошо выделяются на общем фоне аккумулятивных ландшафтов и могут служить их надежными индикаторами.

На наклонной равнине фиксируются также явления развития поднятий и миграции ландшафта, выраженные определенными сочетаниями реликтовых, консервативных и прогрессивных элементов.

Как было отмечено В. П. Мирошниченко (1961а, 1966а), это выражается рядом следующих факторов: 1) определенным расположением морфологических элементов ландшафта одного и того же ранга и однотипных его компонентов (их ранние генерации закономерно сменяются более молодыми в направлении периферии постепенно расширяющейся и перекашивающейся равнины); 2) разной степенью формирования или деградации морфологических частей и составляющих их компонентов в направлении уклона равнины; 3) наложением черт вновь формирующихся возрастных генераций ландшафта равнины на их более ранние деградирующие варианты и развитием между ними дистармоничных соотношений.

Приведенные факторы свидетельствуют о том, что развитие ландшафта наклонной равнины происходит на фоне преобладания тектонического фактора, роста и расширения горной системы Копетдага и миграции передового прогиба. Этот вывод находится в соответствии с данными анализа палеогеографических условий развития данной территории, выявляющих эту тенденцию в развитии горной системы Копетдага с конца юрского времени (Мирошниченко, 1947).

Оригинальный ландшафт, полностью отличающийся от ландшафтов адыров или наклонной равнины, формируется в пределах предгорной впадины, вытянутой вдоль Копетдага. В целом это полого вогнутая равнина, занятая такырами и солончаками, которые чередуются по ее протяжению и местами перекрыты наветренными песками (рис. 26). Как известно, она является областью современного прогибания, некомпенсированной активной аккумуляции и захоронения формирующихся отложений. Поэтому предгорная впадина почти лишена хорошо сформированного почвенного покрова.

Морфологическая структура ландшафта предгорной впадины, являющаяся третьим индивидуально выраженным образованием на территории Предкопетдагского прогиба, образована закономерным сочетанием такыров и солончаков, находящихся в разных стадиях развития или деградации.

Аккумулирующиеся такыры и аккумулирующие в настоящее время мокрые солончаки занимают наиболее пониженные места предгорной впадины. Они являются прогрессивными элементами данного ландшафта. В то же время деградирующие реликтовые (предсовременные) такыры распространены в верхней части южного склона впадины. Однако наибольшим распространением пользуются здесь хорошо сформированные такыры, являющиеся консервативными и господствующими элементами ландшафта предгорной впадины. В сочетаниях этих элементов выражается динамика ландшафта и его связи с геологическим субстратом предгорной впадины. Деградирующие такыры на южном склоне впадины указывают на увеличивающееся перекашивание последнего, рост и расширение структуры Копетдага; такыры и солончаки как представители в данном случае некомпенсированных отложений свидетельствуют об активном современном развитии предгорного прогиба, причем аккумулирующиеся такыры и мокрые солончаки соответствуют наиболее глубоко опущенным его частям.

Участки предгорной равнины, испытывающие опускание, характеризуются обильным периодическим притоком поверхностных вод, происходящим здесь сезонно или после значительных селей. В это время здесь возникают временные озера и накапливаются новые осадки, обычно образующие слой мощностью 10—15 см. Относительно большие количества поступающей воды и их быстрая фильтрация через рыхлые отложения приводят к резкому подъему грунтовых вод. Близкое залегание последних к поверхности влечет за собой повышенное засоление почв данной территории и формирование солончаковых уроцищ. В таких местах комплексным индикатором участков опусканий предгорной впадины являются солончаковые уроцища. Последние отличаются плоской поверхностью, лишенней эрозионных врезов, довольно длительным застаиванием поступающих сюда вод поверхного стока, которые смешиваются с грунтовыми водами, и формированием солончаковых почв, отличающихся отсутствием высшей растительности. Только по периферии этих уроцищ наблюдаются сарсазанники с участием однолетних солянок. На аэрофотоснимках такие участки, сфотографированные в весенний или в раннелетний сезоны, изображаются темным тоном, который обусловлен наличием воды или влажной почвы. Часто по периферии видна светло-серая полоса, которая представляет собой обсохшую окраину солончаков, покрытую выцветами солей. При аэрофотосъемке в позднелетний сезон отложившиеся соли на обсохшем солончаке изображаются светлым тоном.

При более глубоком залегании уровня грунтовых вод интенсивного засоления почв не происходит; на месте опусканий в подобных случаях уроцища формируются на аккумулирующихся такырах, характеризуемых различной степенью солончаковатости. Примером солончаковых уроцищ, развитых на опусканиях подгорной равнины, может служить уроцище шора Мамыш (близ Ашхабада), ныне залитого водами Каракумского канала и превратившегося в озеро (Ашхабадское водохранилище), или шора Улышор возле Кызыл-Арвата и др. Судя по данным геофизических работ, оба этих шора должны быть связаны с Бами-Ашхабадской, сильно опущенной частью предгорного прогиба. Это подтверждает значение упомянутых (по-видимому, и других аналогичных) шоров как индикаторов основных элементов тектоники данной части территории южной Туркмении.

### Предкопердагское валообразное поднятие

Предкопердагское валообразное поднятие является следующим региональным тектоническим образованием, оказывавшим сильное влияние на развитие ландшафтов южной части равнинной Туркмении. В качестве элемента новейшей тектоники южной окраины Низменных Каракумов эта структура выделена В. П. Мирошниченко (1960, 1961а). Поднятие выражается широкосводовой, очень пологой формой рельефа, ширина основания которой достигает 25—30 км. В продольном направлении эта форма имеет увалистый характер, разделяется на ряд более или менее крупных участков. На территории поднятия распространены аллювиально-пролювиальные отложения и породы тедженской свиты ( $Q_4$ ), что указывает на его позднечетвертичный возраст и на существование до его появления на данном месте позднечетвертичной равнины. Наблюдающийся здесь ныне ландшафт представлен песчаной пологоволнистой пустыней, осложненной огромным количеством язв дефляции и грядово-барханных форм; для него характерен растительный покров (каньмово-черкезовые и каньмовые сообщества), сильно разреженный выпасом и заготовкой топлива. Местами по понижениям встречается редкая дернина илака с бозгоном, сингреном и значительным участием эфемеров, особен-

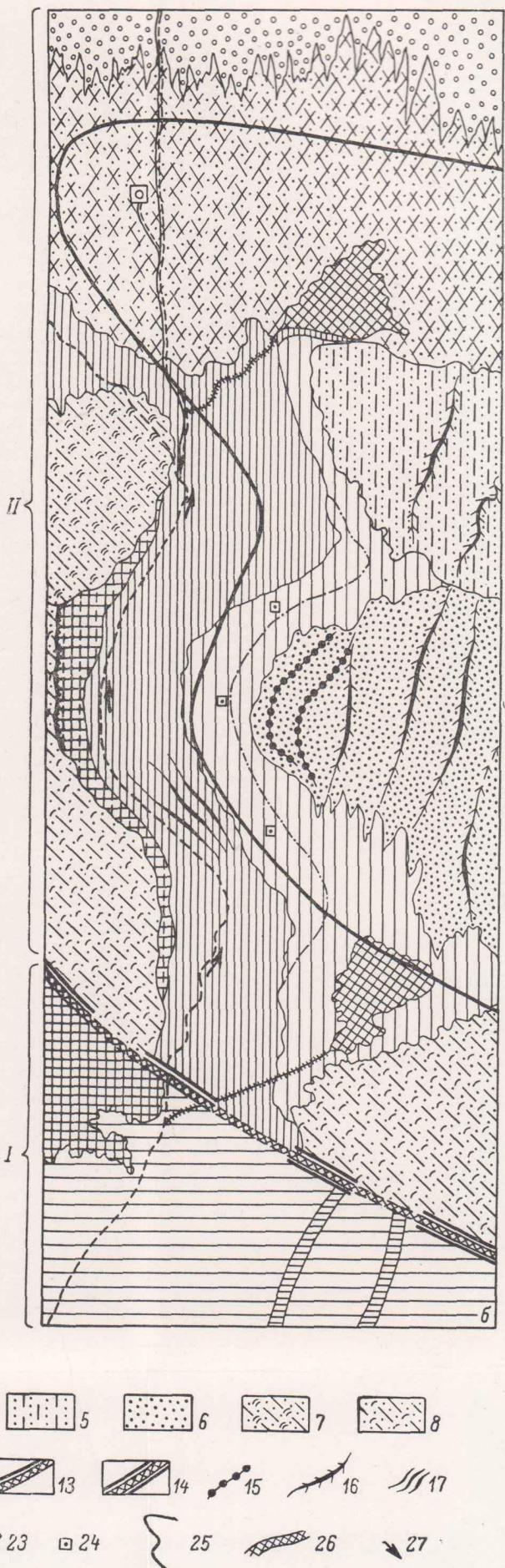


Рис. 27. Ландшафты наклонной равнины (I) и песчаной пустыни (II) на Предкоктадском поднятии.

a — фрагмент фотосхемы (стрелкой показано направление господствующего ветра).

6 — ландшафтная карта той же территории. Местность I-Б. Урочище I-Б-1. 1 — подурочище I-Б-1а; 2 — подурочище I-Б-1б. 3 — урочище I-Б-2. Местность II-А. Урочища: 4 — II-А-1, 5 — II-А-2, 6 — II-А-3, 7 — II-А-4, 8 — II-А-5, 9 — II-А-6. Местность II-Б. Урочища: 10 — II-Б-1, 11 — II-Б-2, 12 — II-Б-3. Специфические урочища, 13 — урочище I; 14 — урочище 2. Прочие обозначения: 15 — обтекающие врезы, 16 — сквозные прорезающие врезы; 17 — прирусловые грибы древней Карасу; 18 — одно из русел последней стадии существования древней Карасу; 19 — бровка древней долины Карасу над сводом поднятия урочища II-Б-3; 20 — границы между верхней и нижней частью урочища II-Б-1; 21 — древние оросительные каналы; 22 — современные оросительные каналы; 23 — участки современного землепользования на землях древнего землепользования; 24 — места развалин крупных древних сооружений; 25 — общие контуры чеганлинского звена Предкоктадского валообразного поднятия; 26 — зона дизъюнктивных нарушений; 27 — направление течения древней р. Карасу.

но злаков. На территории ландшафта распространены пустынно-песчаные типичные средне- и слабозакрепленные почвы, формирующиеся на песчаном материале, который образуется в результате дефляции указанных отложений.

Основной рельеф, представляющий Предкотяжское валообразное поднятие, возник в дозоловый этап развития и продолжает развиваться в настоящее время. На это указывает значительная дислоцированность, выраженная сложной валообразной приподнятостью слагающих его отложений таджикской свиты.

Ведущим современным процессом образования ландшафта на этой форме четвертичного рельефа является дефляция, связанная с господствующими ветрами северных румбов. Обращает на себя внимание пространственная связь процесса дефляции с определенным направлением вдоль предгорной впадины. Избирательный характер дефляции и индивидуальное выражение участков ее проявления позволяют наметить свод и крылья валообразного поднятия. Простирается оно также в северо-западном направлении — генеральном для основных тектонических элементов южной Туркмении. Степень развития дефляции по протяжению поднятия неодинакова, что может быть связано с волнистостью шарнира и делением поднятия по простирианию на приподнятые и опущенные звенья, которые могут рассматриваться как геологические основания географических местностей. Дефляция активнее проявляется на приподнятых звеньях, на которых обычно выделяются три основные зоны ее деятельности. Во внутренней зоне развиты многочисленные котловины выдувания, перемежаемые массивами ячеисто-барханных перевеваемых песков. Вторая зона по степени активности дефляции развивается на северном крыле поднятия и выражается большим количеством выдувов, мелких язв дефляции и связанных с ними подвижных форм эолового рельефа из материала, выпесенного при их образовании. Наименее развитые (эмбриональные) язвы дефляции располагаются в нижней части северного крыла. Третья зона охватывает верхнюю часть южного крыла, в то время как в его нижней части аккумулируется песчаный материал, выносимый из трех перечисленных зон дефляции. Таким образом, в пределах приподнятых местностей три указанные зоны представлены четырьмя генетически сопряженными уроцищами, в расположении, развитии и взаимоотношении которых вскрываются закономерности связи ландшафта с его геологическим основанием.

Каждая из указанных зон дефляции в пределах отдельных местностей на приподнятых звеньях представляет собой уроцище той или иной сложности. Сопоставление ряда таких местностей между собой позволяет сделать вывод, что в каждом отдельном случае они достаточно индивидуальны, но что по протяжению каждой из зон существуют их вариации, являющиеся указателями определенных изменений в строении поднятия по его простирианию.

Между приподнятыми звеньями валообразного поднятия располагаются местности, соответствующие участкам погружения его шарнира. В плuvиальные эпохи развития ландшафтов эти понижения использовались реками, стекавшими с Копетдага, для сброса вод в южные Каракумы (Мирошниченко, 1960). Следы былой речной деятельности здесь отмечались и другими исследователями (Геллер, Куин, 1933). В настоящее время подобный сброс вод сильно сокращен и происходит только эпизодически во время селей или затяжных весенних и осенних дождей.

Местности, соответствующие участкам погружения шарнира, представляют долинообразные формы. По характеру уроцищ, их расположению и особенностям группировок эти местности резко отличаются от местностей на приподнятых участках валообразного поднятия. Здесь выделяются

урочища склонов долины и урочища ее днища, которые на пересечениях осевой части вала обычно сужаются. На склонах долин наблюдаются висячие реликты речных русел и цепочки кустов черкеза на переуглубленных старых руслах, некогда далеко выдвигавшихся на север. Основные различия между местностями, возникшими на участках поднятий и опусканий шарнира Предкопетдагского валообразного поднятия, заключаются также в том, что первые из них расположены продольно, а вторые — поперечно его простиранию. Разнородные и по-разному расположенные комплексы морфологических частей ландшафта, образующие упоминавшиеся выше местности, являются надежными природными индикаторами, позволяющими выделить и проследить поведение валообразного поднятия, несмотря на его слабую выраженность.

Надо заметить, что на месте Предкопетдагского валообразного поднятия в результате его дефляции возник и непрерывно развивается крупный песчаный Южно-Каракумский массив (Мироновиченко, 1961а). В пределах этого массива образуются подвижные пески, наступающие стсюда на предгорную равнину Копетдага.

На рис. 27 изображены ландшафт наклонной равнины (*I*) и ландшафт песчаной пустыни (*II*) на Предкопетдагском поднятии. Ландшафт наклонной равнины представлен местностью *I-B*, сформированной на пологом тектоническом прогибе. Часть этой местности, изображенная на рис. 27, отличается средоточием древних и современных русел Карасу и развитием такыровых сероземов разной степени осолонения, местами переходящих в солончаки и подстилаемых глинистыми и суглинистыми породами, которые содержат линзы гальки и гравия. Растительный покров представлен главным образом галофитными сообществами с участием фреатофитов (особенно в северной части равнины), места распространения которых выделяются темно-серым тоном аэрофотоизображения. Территория в пределах местности значительно окультурена, на большей ее части встречаются старозалежные земли, поросшие янтаком и местами — тамариксом (на аэрофотоснимках — темные крапчатые пятна). Весь этот природный территориальный комплекс выделяется как урочище *I-B-1*. В его пределах выделяются еще два подурочища (*I-B-1a* и *I-B-1b*), связанных с реликтами древних слаборезанных водотоков и слепо обрывающихся у границы ландшафтов *I* и *II*. Эти водотоки, хорошо видимые на рис. 27, «маркируются» произрастанием по руслам сомкнутых сообществ янтака, местами даже с участием тростника на слабозасоленных староорошаемых сероземах, подстилаемых супесчаным и гравийным аллювием. Более сомкнутая растительность хорошо выделяется на фоне разреженных янтаковых или однолетне-солянковых сообществ по солончаковым староорошаемым сероземам.

На местности *I-B* выделяется также урочище *I-B-2*, занимающее полого выпуклый песчаный массив с мелким ячеисто-барханным рельефом из золового материала, навеянного с севера на наклонную равнину. Растительность здесь представлена редкими кустами каньдима и отдельными дернинами селина, а по склонам — янтаком. Почвы песчано-пустынные, слабосформированные.

Описанные природные территориальные комплексы на всем протяжении наклонной равнины Копетдага всегда характеризуют места относительных, морфологически выраженных, поперечных прогибаний — являются их природными индикаторами, т. е. указателями подобных элементов ее тектоники, что и имеет место в приводимом здесь примере.

Ландшафт песчаной пустыни (*II*) развивается на Предкопетдагском валообразном поднятии и представлен местностями *II-A* и *II-B*, связанными соответственно с воздыманием и погружением шарнира поднятия.

**Местность II-A.** Морфологическая структура этой местности очень сложна. Общую ее схему образуют следующие основные морфологические части.

Уроцище II-A-1 представляет вогнутая дефляционная равнина со множеством мелких ячей выдувания в песках и супесях тедженской свиты позднечетвертичного возраста, занятых сообществами аммотамнуса (*Ammothamnus lehmanii* Bge.) с уркочи-селином, епелеком (*Bromus tectorum* L.) на карбонатных уплотненных песчаных сероземах.

Количество и размеры язв дефляции возрастают в юго-восточной части уроцища. Здесь они сменяются довольно значительными котловинами выдувания, отчетливо ориентированными в северо-западном направлении. Между ячеями располагаются скопления подвижных форм золового рельефа, по преимуществу мелких барханов и коротких извилистых грядок с отдельными экземплярами эрек-селина и кандыма на перевеваемых песках.

Охарактеризованный природный территориальный комплекс, хорошо выраженный на аэрофотоснимке, является в целом индикатором тектонически приподнятой территории. Это особенно подчеркнуто избирательно проявленной дефляцией. Ее развитие заметно возрастает в юго-восточном направлении, что указывает на соответственное воздымание шарнира складки, выявляемой данным комплексом.

Уроцище II-A-2 — выпуклый участок позднечетвертичной предгорной равнины, сложенной породами тедженской свиты, с крупнокотловинным дефляционным рельефом, сообществами кандымов и аммотамнуса с уркочи-селином и эфемерными злаками (*Bromus tectorum* L.) на карбонатных опесчененных сероземах в котловинах и разреженными сообществами черкеза, кандыма и эрек-селина (*Aristida karelinii* Rosher.) на слабозакрепленных пустынно-песчаных почвах в пределах участков равнины между котловинами выдувания, еще не охваченными дефляцией.

Котловины имеют продольный параболический профиль, обращенный на север-северо-запад, что указывает на их образование ветрами этих румбов.

Территорию уроцища пересекают несколько сквозных V-образных оврагов, врезанных на глубину до 7—8 м в толщу красноватых пород тедженской свиты. В оврагах развиты оригинальные природные территориальные комплексы, которые выделяют овраги на общем фоне территории, изображенной на аэрофотоснимках. Несмотря на столь значительную (относительно) глубину, эти овраги уже утратили связь с транзитным стоком прилегающей территории и являются приподнятыми висячими фрагментами древней эрозионной системы.

Более активное развитие дефляции, чем в предыдущем случае, ее отчетливый избирательный характер, появление древних висячих оврагов, оригинальность данного природного территориального комплекса, особенно хорошо заметная на аэрофотоизображении, указывают на то, что уроцище II-A-2 является природным индикатором еще более приподнятой территории, чем территория уроцища II-A-1, и что шарнир складки, лежащей в ее основании, продолжает воздыматься в юго-восточном направлении, о чём, в частности, говорит и увеличение здесь глубины оврагов-реликтов.

Уроцище II-A-3 — второй выпуклый участок верхнечетвертичной предгорной равнины, сложенной также породами тедженской свиты. Это еще более крупное обнажение последней, но перекрытое маломощным плащом песка, вынесенного ветром с территории уроцища II-A-2. Здесь развит мелкогрядово-ячейистый аккумулятивный золовый рельеф, осложненный по грядам подвижными барханами.

По гребням гряд часто встречаются кандым и эркек-селин, а в верхней части их склонов изредка — экземпляры сазака и верблюжьей кочочки. В котловинах значительная роль, кроме кандыма, принадлежит сингрену, в травяном ярусе — епелеку; почвы пустынно- песчаные.

В пределах урочища распространены реликты древних врезов двух типов. Врезы одного из них прорезают территорию вкрест простирация данного, тектонически приподнятого звена Предкопетдагского валообразного поднятия. Врезы другого типа, относящиеся к более юным их генерациям, обтекают участок и хорошо выражены в северо-западной его части. По-видимому, эти врезы являлись в свое время руслами системы древней р. Карасу. В настоящее время они, несмотря на то что имеют глубину до 8—9 м, все же утратили связь с транзитным стоком прилегающей территории, являются приподнятыми (висячими) фрагментами этой эрозионной системы.

В пределах урочища сочетаются участки аккумулятивного эолового рельефа со сквозными оврагами, что сообщает ему параллельно-полосчатую морфологическую структуру. Подобная структура очень типична для мест, где на пути эрозионных систем растут молодые поднятия достаточной протяженности, расположенные несогласно направлению эрозии. Тогда, как известно, в них образуются сквозные поперечные ущелья, глубина которых наибольшая в местах пересечения свода складки.

В северо-западной части урочища указанная его морфологическая структура осложняется обтекающими оврагами-реликтами, аналоги которых наблюдаются также во множестве участков горных складчатых областей, в частности и в Копетдаге.

Оригинальный природный территориальный комплекс урочища II-A-3 с его системой мертвых (висячих) русел древнего Карасу, развитием активной, избирательно проявленной дефляции, позволяет считать его природным индикатором еще одного развивающегося здесь поднятия. Как видно, изображению урочища на аэрофотоснимках свойственны иные физиономические черты, чем те, которые наблюдаются на окружающей территории. Это связано с особыми условиями их формирования, для которых характерна энергичная деятельность водно-эрзионных и эолово-аккумулятивных процессов на разных этапах существования.

Урочище II-A-4 представляет дефляционная, полого-выпуклая песчаная пустыня с огромным количеством мелких ячеек выдувания, занятых сообществами кандыма со значительным участием сингрена (*Astragalus* sp.), керта (*Convolvus divaricatus* Bge. et Schmalh.), епелека и других на типичных пустынно-песчаных почвах, и подвижных, по преимуществу мелкобарханных форм эолового рельефа (навеянных на задернованную первичную поверхность), покрытых сообществами эркек-кандыма и эркек-селина с черкезом, на слабозакрепленных пустынно-песчаных почвах. В средней части урочища выделяется подурочище, отличающееся более дефлированными почвами и значительным развитием сообществ растительности, связанных с котловинами дефляции. В восточной части подурочища прослеживается невысокая бровка, по-видимому, намечающая погребенный здесь песками левый борт русла р. Карасу, на одной из последних стадий ее существования. Для подурочища характерен общий более светлый тон песков, хорошо выделяющийся при аэровизуальных наблюдениях и на аэрофотоснимках. Возможно, что это связано с пониженным положением в данном месте горизонта грунтовых вод.

Сказанное позволяет считать, что данное подурочище лежит на своде той же структуры, что и подурочище II-A-3, но на участке

относительно большего погружения шарнира и является природным индикатором отмеченного погружения, достаточно отчетливо выраженного на аэрофотоснимках.

Южная и северная части урочища II-A-4 соответствуют южному и северному крыльям структуры. При этом на северном крыле доминируют дефляционные формы эолового рельефа с присущими им почвами и растительностью. В то же время на южном крыле большим развитием пользуются аккумулятивные формы эолового рельефа, особенно ближе к его южной окраине.

Урочище II-A-5 является аналогом южной части урочища II-A-4 и представляет южное крыло этого же поднятия.

Урочище II-A-6 — дефляционно-аккумулятивная полого-наклонная к северу равнина. В нижней ее части преобладают мелкие язвы дефляции, несколько выше — мелкие котловины выдувания и сопряженные с ними подвижные формы мелкогрядового и барханного эолового рельефа. В дефляционных язвах и котловинах на пустынно-песчаных почвах развиваются сообщества кандыма с сингреном, кертом, епелеком, местами — редкая дернина илака. На мелкогрядовом и барханном рельефе — кандымовые с эрек-селином сообщества.

В верхней части равнины развивается по преимуществу грядовый аккумулятивный рельеф из эолового материала, вынесенного с нижней ее части. На грядах также поселяется эрек-селин и кандым на слабо-закрепленных пустынно-песчаных почвах. В узких межгрядовых понижениях — сильно сбитые скотом кандымовые с черкезом сообщества со значительным участием сингрена и керта, а в травяном ярусе — епелека; почвы пустынно-песчаные.

Установленная закономерность в образовании двухъярусного эолового рельефа разного генезиса характерна для равнин пустыни, хотя бы и очень слабо наклоненных к направлению господствующих ветров, создающих тем самым большее сопротивление ветровым потокам, чем горизонтальные равнины. Подобное явление многократно наблюдалось на аналогичных территориях Прикаспийской низменности западной Туркмении (Мирошниченко, 1954). Сказанное позволяет заключить, что природный территориальный комплекс рассматриваемой равнины является индикатором северного крыла Предкапетдагского валообразного поднятия; его аэрофотоизображение может быть использовано как комплексный дешифровочный признак поднятия.

На рис. 27 видно, что заостренные языкоподобные окончания гряд верхнего яруса эолового рельефа на северном крыле Предкапетдагского валообразного поднятия находятся примерно на одной линии. По-видимому, данная линия имеет определенное значение, и можно предположить, что она является аэродинамической границей продвижения аккумулятивных гряд на юг. Обращает на себя внимание, что линия опоясывает впадину на дефлируемом своде поднятая, в пределах которого действуют уже другие аэродинамические условия, направленные не на постройку, а на разрушение первичного рельефа земной поверхности, формируемого тектоническими движениями. Несомненно, что указанная линия аэродинамического раздела между двумя соседними урочищами также имеет значение природного индикатора, поскольку она достаточно точно оконтуривает свод растущей структуры. Поэтому можно считать, что она служит индикатором ее динамики. Отступание линии является указателем роста и расширения, и, наоборот, ее наступление (и заполнение общей впадины аккумулятивными грядами) — указателем задержки в развитии структуры.

**Местность II-B.** Этой местности отвечает долина р. Карабу с асимметричным профилем и плоским дном, наклоненным на северо-запад.

Юго-восточный ее склон пологий. Его характер тесно связан с охарактеризованными выше урочищами II-A-2 и II-A-3, влияние которых обусловливает значительную извилистость контура этого склона. Северо-западный склон долины более прямой и крутой, однако и на его морфологии сказывается влияние ограничивающего его урочища II-A-4.

В пределах данной местности выделяются три взаимно сопряженных урочища.

Урочище II-B-1 — юго-восточный пологий склон долины, в верхней части с заметно выраженным руслообразными понижениями, соединенными по характеру и расположению обтекающим врезам урочища II-A-3. В нижней части намечается сильно синевелированная террасовидная ступень со старозалежными землями, на которой в древности, как видно на аэрофотоснимках, располагались крупные строения, проходили дороги, существовали оросительные сооружения. Необходимо подчеркнуть, что на этой территории древнего земледелия указанные элементы культурного ландшафта настолько разрушены и синевелированы, что почти недоступны визуальному наземному наблюдению и могут быть выявлены только по аэрофотоснимкам.

На значительно дефлированных солончаковых песчаных сероземах верхней части урочища распространены весьма разреженные сообщества тамарикса, кыргана, янтака, ажрека с участием отдельных экземпляров черкеза, боялыча и однолетних солянок на слабосолончаковых сероземах. В нижней части эти же виды более обильны: ажрек и янтак участками образуют сомкнутый покров, встречается изредка мимозка (*Lagonychium farctum* Boog.) на староорошаемых солонцеватых суглинистых с погребенным гумусовым горизонтом и более сохранившихся сероземах. Заметим, что на аэрофотоизображении для верхней части склона свойствен светлый, а для нижней — более темный тон.

Урочище II-B-2 представлено прирусовой мелкогравийной поймой под плащом песка, аккумулирующегося здесь вдоль северо-западных склонов долины. Сохранились следы не менее четырех прирусовых грибов, ниже сменяемых одним или двумя террасовидными уступами, погребенными навеянным песком (рис. 27). Их важной особенностью является несогласное положение по отношению к обтекающим оврагам урочища II-A-3 и бровке северо-западного склона, ограничивающей урочище II-A-4 в его средней части, где она имеет дугообразное очертание, связанное с извилиной русла реки.

На плаще навеянного песка развиты сообщества янтака с аммотанусом, кертом, уркочи-селином, кандымом и боялычем на сероземах супесчаных и рыхлопесчаных. На прирусовых грибах, кроме янтака, большое участие в сообществах принадлежит эрек-кандыму и селину на пустынно-песчаных почвах.

Урочище II-B-3 — северо-западный склон долины под сплошным аккумулятивным песчаным плащом. Мелкочешистые грядово-барханные пески с редкими экземплярами эрек-кандыма и эрек-селина на вершинах и кандыма с сингреном и уркочи-селином и епелеком — в понижениях на пустынно-песчаных почвах.

У подножья этого склона, судя по аэрофотоизображению, проходила система русел и протоков, возможно, еще доисторической Каракузы.

Положение бровки этого склона маркируется котловинами, расположенными четкообразно изогнутым рядом, довольно отчетливо выраженным на аэрофотоснимках.

Касаясь индикационной роли природных территориальных комплексов местности II-B, отметим следующее. Урочище II-B-1 является природным индикатором погружения структуры, лежащей в основании

урочища *II-A-3*. Террасовидная поверхность нижней части урочища указывает на этап задержки в развитии структуры, после которого последовал ее новый рост, вызвавший быструю миграцию на северо-запад русла древней Каракумы и образование прирусовых валов урочища *II-B-2*.

Урочище *II-B-3*, так же как и урочище *II-A-4*, является природным индикатором продолжении Предкоттагского валообразного поднятия к северо-западу от долины р. Каракумы. Переклиналь структуры здесь наиболее отчетливо выражена упоминавшейся бровкой вдоль северо-западного склона долины р. Каракумы.

Продолжая изложение, отметим, что ландшафты *I* и *II* разделяет полоса специфических урочищ (рис. 27, б; 13, 14), простирающаяся в северо-западном направлении. Если отмечавшиеся урочища всей территории, изображенной на рис. 27, являются основными, доминирующими в ее ландшафтах, то данные урочища имеют узколокальное развитие, представляют собою урочища-субдоминанты, особенности расположения которых привлекают к себе определенное внимание. Несмотря на то что два из них связаны с ландшафтом песчаной пустыни, а другие — с ландшафтом наклонной равнины, морфология их одинакова. Это узкие лощинообразные понижения, ориентированные в одном направлении. В ландшафтах песчаной пустыни они заняты тамариксом, янтарником, боярышником, ажреком на погребенных солончаковых песчаных сероземах. В пределах наклонной равнины в них распространены более сомкнутые сообщества янтарника с ажреком и отдельными экземплярами тамарикаса и даже куртинами тростника на солончаковых сероземах (урочище 2 — сравнительно молодая залежь).

Для этих урочищ характерна относительно большая периодическая увлажненность: их аэрофотоизображение почти всегда отличается более темным тоном. Отметим, что у этой полосы слепо кончаются русла древних протоков. С своеобразный характер этих образований позволяет легко выделять их при аэровизуальных наблюдениях, чему способствует также дисгармоничное взаимоотношение с ландшафтами *I* и *II*.

Указанные черты данной полосы урочищ позволяют заключить, что она является природным индикатором крупного дизъюнктивного нарушения. С разных сторон к ней примыкают ландшафты песчаной пустыни на Предкоттагском валообразном поднятии и наклонной равнины, что указывает на отсутствие здесь предгорной впадины и представляющего ее ландшафта. Нарушение нормального ландшафтного ряда, обусловленное наличием крупного дизъюнктива, который отделяет южную окраину Низменных Каракумов от северных предгорий Коттага, указывает на современное развитие последнего. При этом относительно повышенная увлажненность почв в пределах полосы урочищ может быть объяснена экранированием грунтовых вод поверхностью сместителя.

Сумма приведенных выше данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Изображенный на рис. 27 район охвачен молодым, очень энергично развивающимся поднятием, проявляющимся в характере и расположении развитых в нем природных территориальных комплексов. Его весьма важным индикатором является наблюдающийся здесь рельеф, в истории которого выделяются два этапа (см. ниже).

Поднятие индицируется также проявлением дефляции, больше всего выраженной в его сводовой и присводовой частях.

Морфология поднятия выражена усложненной формой, в которой отчетливо выделяются два свода, представленных урочищами *II-A-2* и *II-A-3*, разделенными синклинальным понижением.

На прилагаемом рисунке показана только северо-западная часть поднятия, основная его часть прослеживается на юго-востоке, а наибольшего развития оно достигает в районе аула Чеганлы, как это было отмечено ранее В. П. Мирошниченко (1960). Чеганлинское поднятие в дальнейшем должно явиться объектом геологических и геофизических поисковых работ.

В противоположном, северо-западном направлении следующее звено Предкопетдагского валообразного поднятия располагается в пределах песков Атанакум, включая и район аула Изгант.

2. Соотношение между ландшафтами наклонной равнины и песчаной пустыни на Предкопетдагском валообразном поднятии определяется наличием упомянутого крупного нарушения, обусловившего выпадение на данном участке ландшафта предгорной впадины. Объяснение этого явления связано с возникновением полосы специфических урошиц, индицирующей указанное дизъюнктивное нарушение. Смещения по нарушению привели здесь к указанной аномалии в соотношении данных ландшафтов, возникновению локальной увлажненности территории в пределах этих урошиц и т. п.

3. В истории формирования долины Карабасу фиксируются два этапа. С первым (доэоловым) связаны система сквозных и обтекающих врезов урошиц II-A-2 и II-A-3. Второй эолово-пустынный этап продолжается и в настоящее время. Формирование современного облика долины р. Карабасу связано с этим этапом.

В формировании рельефа данной территории может быть отмечено также два этапа развития. Первый из них связан с плuvиальной (доэоловой) эпохой, ознаменовавшейся возникновением системы сквозных и обтекающих оврагов и врезов в пределах урошиц II-A-2 и II-A-3. В это время рельеф в основном развивался на основе эрозионных процессов. Второй характеризуется ксероморфными условиями, развитием активной дефляции и образованием пустынных ландшафтов.

Плювиальная эпоха, по-видимому, соответствует времени деятельности древнего Теджена т. е. позднечетвертичному времени ( $Q_3$ ). Ксероморфные условия возникли, вероятно, в конце четвертичного времени и продолжаются в современную эпоху. Река Карабасу при этом интенсивно деградировала, теряя воды на осушающейся территории. Этому способствовало возникновение и развитие на данной территории земледелия.

### Южно-Каракумская (Тедженская) депрессия

Эта структура, так же как и Предкопетдагское валообразное поднятие, является региональным элементом новейшей и современной тектоники (Мирошниченко, 1960); она выражается широкой пологой-вогнутой равниной, формой первичного, доэолового рельефа пустыни. Равнина сложена аллювиально-дельтовыми отложениями древней р. Теджен.

Развитый здесь ландшафт в отличие от Предкопетдагского поднятия связан не с дефляцией, а с аккумулятивными процессами, активно протекающими здесь и в настоящее время. На востоке он представлен ритмичным чередованием больших песчаных меридиональных гряд и обширных затахренных участков, располагающихся между ними, совокупность которых образует на этой равнине грядовую песчано-глинистую пустыню с кандымово-иличными сообществами на пустынно-песчаных почвах. Затахренные понижения между грядами почти лишены высшей растительности. В отдельных местах на них еще видны меандрирующие протоки доэоловых этапов деятельности древнего Теджена,

перекрыты песчаными грядами. Почвенный покров межгрядовых понижений представлен типичными такырами (рис. 28). В западной части этого ландшафта такыры сменяются шировыми впадинами. Почвенный покров здесь представлен сочетанием пустынно-песчаных почв и солончаков.

Территория ландшафта отличается относительно большей увлажненностью. Обращает при этом на себя внимание характер ее распределения в пределах самого ландшафта. Обычно больше увлажнена внутренняя часть равнины. Особенно хорошо это видно с самолета в периоды дождей, когда во внутренней части равнины на залитых водою такырах образуются озера, выделяя ее наиболее пониженную часть. На подобных местах обычно нарушается ритмично-параллельный характер морфологической структуры ландшафта. Гряды становятся здесь более короткими и широкими, часто соединяются перемычками, которые образуют сужающиеся затаыренные участки. Местами хорошо выражена тенденция к образованию сплошных песчаных массивов. Здесь развит более сомнутый растительный покров со значительным участием полукустарничков на пустынно-песчаных почвах, формирующихся в комплексе с типичными такырами. В пределах ландшафта равнины эта его часть выделяется как местность, соответствующая наиболее опущенной части депрессии и являющаяся ее природным индикатором. При этом участки развития в ней солончаков, по-видимому, связаны с участками наибольшего погружения шарнира.

Менее увлажненной является внешняя зона равнины на Тедженской депрессии. Среди песчаных гряд на затаыренных площадках здесь часто наблюдаются мелкие, но очень многочисленные эрозионные врезы, направленные к внутренней, более увлажненной ее части. Это свидетельствует о том, что такыры внешней зоны оказываются наклоненными. Они выражают на земной поверхности унаследованное развитие крыльев депрессии, которые несомненно на глубине наклонены значительно круче, так как начальный этап развития депрессии относится к более раннему времени (по-видимому, среднечетвертичному), чем формирование современных такыров.

Внешняя зона депрессии выделяется как географическая местность. От местности во внутренней части депрессии она отличается набором уроцищ с более строго выраженной ритмичностью чередования гряд и затаыренных межгрядовых понижений. В ее пределах наряду с аккумуляцией развиваются также и процессы эрозии, в основном на такырах. Однако песчаные почвы на грядах здесь подвергаются частичному перевеванию, что вызывает появление псаммофитов — сюзена, эрек-селина и крупных кустов каньдима. В почвенном покрове гряд большая роль принадлежит пустынно-песчаным дефлированным почвам и обнажениям песков. В межгрядовых понижениях на эродируемых такырах, типичных и деградирующих, появляются однолетние солянки и полукустарнички.

Значительный интерес для целей геологического анализа представляет выявление вариаций уроцищ по протяжению местности. Это дает материал для суждения о поведении крыльев депрессии по их простиранию. Могут быть выделены такыры и по характеру дифференциации природных условий на их поверхности. Интенсивность развития эрозии, так же как и отчетливая дифференциация природных условий на поверхности такыра, прямо связана с величиной крутизны крыльев депрессии. Поэтому уроцища с сильно развитой эрозией такыров и их дифференцированной поверхностью, а также явлениями перевевания песчаных гряд являются природными индикаторами положительных перечных перегибов крыла депрессии. Уроцища со слабо эродирован-

ными и слабо дифференцированными такырами и хорошо сохранившимися грядами могут указывать на места отрицательных перегибов.

В общей морфологической структуре ландшафта Южно-Каракумской депрессии преобладает зональность, продольная ее протяженность. В отличие от Предкоктадского валообразного поднятия здесь мало развиты поперечные элементы, которые там связаны с более частой и интенсивной волнистостью его шарнира. Превалирование в морфологической структуре ландшафта Южно-Каракумской депрессии продольной зональности является указателем на более простой характер структуры депрессии, испытывающей нисходящие движения общего, слабо дифференцированного характера. Как указывалось В. П. Мироновиченко (1947, 1961а, 1966б), территория Южно-Каракумской депрессии является огромным аккумулятором золового материала, приносимого с севера; так же как в позднечетвертичное время, в ней накапливались аллювиальные отложения древнего Теджена.

### Центрально-Каракумское поднятие

Поднятие представляет собой, как и вышехарактеризованные структуры, региональный элемент новейшей и современной тектоники, занимающий центральную часть Низменных Каракумов и превосходящий по своим масштабам Предкоктадское валообразное поднятие. В целом это крупная, очень пологая форма первичного рельефа пустыни, протирающаяся в широтном направлении более чем на 350 км, а по ширине, на меридиане Ашхабада, до 120 км.

В северо-западном направлении продолжением Центрально-Каракумского поднятия является Ясханский песчаный массив. Он составляет основную часть территории Приузбийских Каракумов. Следует отметить, что с этим массивом связаны большие линзы пресной воды (Иомуудский, Шевченко, 1963). По данным этих же авторов, глубина дефляционного расчленения массива достигает 25 м. В пределах Центрально-Каракумского поднятия развит сложный золовый рельеф, являющийся результатом активной дефляции аллювиальных отложений пра-Амударьи — каракумской толщи ранне- и среднечетвертичного возраста. Характерной особенностью разреза последней является чередование рыхлых слюдистых черных речных песков и плотных желтовато-коричневых глин, хорошо выдерживающиеся в пределах поднятия.

Ландшафт территории поднятия — типичная песчаная пустыня (рис. 29), морфологический облик которой выражен по преимуществу большими асимметричными полисинтетическими песчаными грядами ( псаммокуэстами) и крупными дефляционными понижениями, которые перемежаются с сопряженными с ними подвижными более мелкими формами золового рельефа, главным образом барханами. Псаммокуэсты развиты во внешней, а дефляционные понижения — во внутренней зоне поднятия. Характерной особенностью псаммокуэст является их несогласное расположение по отношению к ветру господствующего направления. Это их основная отличительная черта от гряд, развитых в пределах территории, которую занимает Южно-Каракумская депрессия, располагающаяся обычно согласно направлению ветра. Наветренные склоны псаммокуэст пологие, покрыты мелкими, но многочисленными язвами дефляции и сопряженными с ними подвижными формами песчаного рельефа. В промежутках между этими образованиями на участках, не охваченных дефляцией, распространены сазаково-илачные сообщества со значительным участием уркачи-селина по понижениям на пустынно-песчаных типичных закрепленных почвах. Подветренные осыпающиеся склоны крутые, светлые, без почвенного покрова и растительности.

На гребнях куэст — цепи кулисообразно расположенных, почти всегда вихрящихся подвижных барханов. Для них характерны слаборазвитые почвы со свеженавеянным горизонтом, с отдельными экземплярами песчаной акации, эрек-селина и других псаммофитов.

Внешняя зона территории пустыни, охваченной поднятием, представлена двумя основными подзонами — северной и южной. Их происхождение связано с направлением господствующего ветра и положением по отношению к нему поднятия. Поэтому при господствующем ветре с севера на северном (наветренном) крыле значительно больше язв дефляции, куэсты обычно короче, расположены кулисообразно, часто напоминая большие сложные барханы. В целом — здесь картина резко проявленной дефляции и деструкции коренного основания. В то же время на южном (подветренном) крыле поднятия проявления дефляции сравнительно ограничены. Здесь псаммокуэсты отличаются большой протяженностью, а общий рельеф — ритмичным чередованием их основных элементов. Они как бы обволакивают это крыло, что указывает на участие в формировании золового рельефа этой части территории в аккумулятивного процесса. Имеются определенные различия в составе почв и растительного покрова этих основных подзон, которые должны отличаться друг от друга также набором и количественными соотношениями однотипных уроцищ, возникающих в результате местных вариаций общего процесса развития данного ландшафта. Следовательно, необходимо учитывать различные условия дефляции, деструкции и аккумуляции паветренного и подветренного крыльев поднятия.

Внутренняя зона поднятия отличается особенно сильным развитием дефляции, что и позволяет выделить эту территорию, оригинальную благодаря присущим ей морфологическим особенностям. Псаммокуэстовые формы золового рельефа здесь не являются доминирующими и уступают эту роль дефляционным понижениям часто очень большого размера (рис. 30). Почти во всех наблюдавшихся случаях последние несколько вытянуты вдоль направления господствующего ветра и представляют собою параболической формы котловины длиной до 150 м и более при ширине до 70 и глубине до 30 м.

Каждое из подобных понижений является достаточно сложным уроцищем. В нем отчетливо выражена зонально-округлая морфологическая структура, в которой различаются подуроцища склонов и сравнительно небольшого по размерам днища. Сочетание подобных уроцищ, между которыми обычно располагаются сопряженные с ними подвижные формы золового рельефа, образует во внутренней части поднятия своеобразную морфологическую структуру ландшафта, отчетливо выделяющуюся на его общем фоне. Этому особенно способствует различный облик ведущих морфологических элементов внешней и внутренней зон поднятия, а также характер их взаиморасположения. Псаммокуэсты, как говорилось выше, располагаются несогласно, а дефляционные понижения — согласно господствующим ветрам северных румбов.

Таким образом, в ландшафте, развитом на Центрально-Каракумском поднятии, выделяются две географические местности, являющиеся природными индикаторами основных элементов его тектоники. Псаммокуэстовая местность, морфологическая структура которой определяется ритмичным чередованием уроцищ на пологих и крутых склонах куэст, индицирует крылья поднятия. Барханно-котловинная местность со спорадически-пятнистой морфологической структурой, образованной бессистемно рассеянными уроцищами дефляционных котловин, является природным индикатором свода поднятия.

Изучение типологии уроцищ свода и крыльев по простиранию поднятия позволяет получить данные о поведении его шарнира и крыльев.

Наряду с географическими местностями в качестве природных индикаторов новейшей тектоники могут использоваться и более мелкие морфологические единицы ландшафта, например стратотакыры (Мирошниченко, 1960).

Рельеф пустыни сложен огромными массами песка, образующегося здесь в результате активной дефляции аллювиальных пород каракумской толщи. Ветром легко выносятся слюдистые речные пески, и при этом отлично препарируются пропластки глин, что происходит после того, как дефляция достигает их кровли. С этого момента глубинная дефляция сменяется боковой, что приводит к обнажению кровли, подчас на большой территории, и возникновению стратотакыров. Важное индикационное значение каждого стратотакыра определяется тем обстоятельством, что возникающая при этом поверхность совпадает с кровлей слоя, тем самым делает возможным определения элементов залегания напластований. Однако в условиях обычно малых наклонов ( $0-3^\circ$ ) выполнить такие определения очень нелегко. Особенно очевидным это становится ввиду трудной доступности искомых пунктов наблюдения в условиях Каракумов. Возникает необходимость использования для целей исследований аэровизуальных наблюдений и дешифрирования аэрофотоснимков, когда для оценки изучаемых объектов требуются иные критерии, чем те, которые обычно используются при наземных геологических работах. В этом случае используются природные индикаторы, отражающие определенные закономерности морфологии, динамики и типологии ландшафта.

При горизонтальном стратотакыре на всей его поверхности сохраняется однообразие литологии пород (красноватые иловатые глины), однообразие рельефа (плоское днище котловины), степени увлажнения, микроклимата, почвенной разности и биоценоза (водорослевый с однолетними солянками).

Как было показано выше, эти условия определяют возникновение географической фации, внутри которой все компоненты остаются пространственно однородными (Солнцев, 1964).

Стратотакыр-фация как индивидуальное образование ландшафта песчаной пустыни легко наблюдается с воздуха, отчетливо выделяется на аэрофотоснимках и является природным индикатором горизонтального залегания напластований каракумской толщи.

При наклонном стратотакыре природные условия на его поверхности отчетливо дифференцируются, возникают сток и система эрозионных врезов; как минимум выделяются три морфологические единицы: вверху — участок деструкции и сноса, в средней части — участок транспортировки образующегося рыхлого материала, внизу — участок его аккумуляции. Пространственная однородность компонентов нарушается, меняются режим увлажнения, биогенные компоненты, микроклимат и т. п. В верхней части такыра возникают деструктивные формы микрорельефа. Эта его часть всегда светлее, лишена развитого почвенного и растительного покровов. Средняя часть как область транспортировки материалов деструкции отличается развитием на ее поверхности системы параллельных врезов и имеет полосчатую морфологическую структуру, что отлично выделяет ее при наблюдениях с воздуха и дешифрировании аэрофотоснимков. В нижней части обычно развивается активное почвообразование, поселяется подчас довольно густая однолетняя солянковая растительность, а по кромке такыра — полукустарничковая. Общий ее тон всегда более темный, чем у остальных частей стратотакыра; лишь в период плодоношения солянок нижняя часть стратотакыра становится красноватой или желтоватой.

Все указанные факторы показывают, что природный территориальный комплекс такыра в данном случае образует группа фаций. Вследствие их общего положения на одном и том же элементе рельефа — наклонной стратиграфически приуроченной поверхности, они сопряжены между собою генетически и динамически, образуют в общем ландшафте пустыни единий, цельно воспринимающийся комплекс — подурочище или даже урочище.

Стратотакыр-подурочище как образование с отчетливо выраженным индивидуальными чертами так же легко, как и стратотакыр-фация, наблюдается с воздуха и отчетливо выделяется на аэрофотоснимках. Он является природным индикатором наклонного залегания напластований.

Стратотакыры имеют, как уже упоминалось, вполне определенный геолого-структурный смысл, поскольку могут использоваться для определения элементов залегания напластований, а тем самым и для выявления элементов складчатых структур. В этой роли стратотакыры аналогичны обнаженным поверхностям напластований (рис. 31, 32). Типологические градации стратотакыров, образующих определенные группы, характеризуют тип складки и ее контуры.

Поясним сказанное. Пусть по направлению аэровизуального маршрута, проводимого над территорией развития дифференцированных тектонических движений вкрест простирации структур, вначале встречаются группы индивидуально выраженных стратотакыров в ранге географических фаций и располагающихся среди грядового эолового рельефа. Это указывает на горизонтальное залегание слоев и происходящие здесь процессы аккумуляции, возможно, в пределах развивающейся депрессии. Затем, уже при пересечении поднятия, могут встретиться: 1) группа индивидуально выраженных стратотакыров в ранге подурочищ среди грядово-лункового рельефа, наклоненных в одном направлении; 2) смешанная группа из стратотакыров как в ранге фаций, так и в ранге подурочищ, располагающихся среди котловинно-барханного эолового рельефа; 3) снова группа индивидуально выраженных стратотакыров в ранге подурочищ среди грядово-лункового рельефа, но наклоненных в направлении, противоположном направлению наклона стратотакыров первой группы. Стратотакыры каждой из указанных групп соответственно индицируют крылья (первая и третья группы) и ядро поднятия (вторая группа).

Большое также значение имеет прослеживание групп индивидуально выраженных стратотакыров по простиранию складок. Это позволяет выявлять важные особенности проведения шарниров, наличие каких-либо резких изменений в их наклоне, а также в положении крыльев складок и др. Вдоль крыльев поднятий в расположении групп индивидуально выраженных стратотакыров чаще всего наблюдается следующая закономерность. В пределах периклиналей обычно развиты группы стратотакыров в ранге подурочищ, но с признаками слабого наклона их поверхностей. В средних частях крыльев поднятий развиты аналогичные же группы стратотакыров, но с признаками их большего наклона — более глубокими эрозионными врезами, более отчетливым делением поверхности на географические фации и т. п. Обычно по простиранию крыльев наблюдается чередование индивидуально выраженных групп то более, то менее наклоненных стратотакыров. Это указывает на сложный характер крыльев поднятия и волнистость его шарнира.

На волнистость шарнира поднятия указывает также чередование вдоль свода груп смешанных стратотакыров; на участках воздымания шарнира в таких группах преобладают стратотакыры в ранге подурочищ. В местах его погружения наблюдается преобладание стратотакыров в ранге фаций.

Подобный анализ тектоники может быть выполнен и при помощи дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1 : 10 000—1 : 15 000, наиболее оптимального для данных природных условий. В этом случае стратотакыры и их группы как морфологические части ландшафта используются в качестве комплексных признаков дешифрирования, обозначающих на аэрофотоснимках те или иные части поднятий и депрессий.

Стратотакыры, как уже отмечалось (Мирошниченко, 1960), весьма широко развиты в пределах Центрально-Каракумского поднятия. Здесь они могут быть детально изучены и использованы в указанных отношениях. Их учет и специальное картирование дадут значительный материал для дальнейших исследований новейшей тектоники пустыни, особенно на основе анализа материалов специальной аэрофотосъемки указанного масштаба.

Как уже говорилось выше, ландшафт на территории Центрально-Каракумского поднятия формируется дефляцией. Песчаный материал, образующийся в результате, выносится господствующими ветрами северных румбов на юг. Отлагается он по преимуществу в пределах территории Южно-Каракумской депрессии. Его аккумуляция здесь должна связываться с наличием вдоль северной окраины депрессии сложной ветровой тени большой протяженности, возникающей на пути северных ветров за Центрально-Каракумским поднятием. Это служит основной причиной аккумуляции в пределах депрессии песчаного материала,несомого ветром. Таким образом, в пределах территории Южно-Каракумской депрессии песчано-грядовый рельеф формируется как результат избирательно проявляющейся аккумуляции.

Отметим еще, что геофизическими работами обнаружено крупное валообразное поднятие в палеозойском основании Центральных Низменных Каракумов — Кара-Богаз-Гол-Еrbентский вал (Годин, 1959). Как установлено этими же работами, вал прослеживается также и в толще мезо-кайнозойских отложений. По ориентировке и местоположению этой глубинной структуре отвечает Центрально-Каракумское поднятие. Активное развитие дефляции в этой части пустыни, выраженность в эоловом рельефе и другие отмечавшиеся выше признаки указывают на унаследованный характер развития этого поднятия и на этапе новейшей и современной тектоники.

### Северо-Каракумская депрессия

Описываемая структура — региональный элемент новейшей и современной тектоники северной части Низменных Каракумов — по масштабу и характеру проявления аналогична структурам, охарактеризованным выше. Располагаясь с северной стороны Центрально-Каракумского поднятия, эта депрессия, так же как и Южно-Каракумская, является пологого вогнутой формой первичного рельефа пустыни. Территория, занимаемая ею, сложена породами каракумской свиты, обнажающимися на днище депрессии сравнительно незначительными, но довольно многочисленными стратотакырами, которые несколько прикрыты современными такырными глинистыми отложениями. Развитый здесь ландшафт (рис. 33) связан также с аккумулятивными процессами.

Вторичный (аккумулятивно-грядовый) рельеф пустыни отличается, так же как и в пределах Южно-Каракумской депрессии, хорошо выраженной ритмичностью чередования пологих и крутых склонов гряд.

По грядам наблюдается разреженный покров из крупных экземпляров сазака, кандымов с сюзеном и борджоком (по понижениям с редкой дерниной илака) на пустынно-песчаных почвах. По глинистым площад-

кам (стратотакырам) на почвах, представленных типичными такырами, главным образом по их эродированным участкам и присесченным краям, поселяются полукустарнички.

Территория этой депрессии, так же как и территория Южно-Каракумской депрессии, отличается относительно большей, но неравномерной увлажненностью, о чем можно судить по степени увлажнения стратотакыров во время дождей. С самолета можно видеть, что наиболее увлажненные из них образуют полосу, вытянутую вдоль оси депрессии, ближе к ее северному борту. Пребывание стратотакыров в состоянии хотя и периодического, но большего по объему увлажнения обусловливает и некоторые черты их физиономичности. Цвет этих такыров более темный (темно-бурый), особенно в их северных частях. Поверхность почти не эродирована, в то время как на других такырах, расположенных вне этой полосы и обычно светлых по окраске, она часто осложнена мелкими эрозионными врезами. Напрашивается поэтому вывод, что полоса более увлажняемых такыров соответствует ядру депрессии, а светлые такыры располагаются на ее крыльях. Это согласуется также с тем, что к указанной центральной полосе тяготеет и более активная аккумуляция песчаного материала.

В самом общем виде в пределах ландшафта депрессии могут быть выделены три географические местности, индицирующие ее ядерную часть и крылья. В каждой из них характер и особенности сочетания основных составляющих их уроцищ вполне оригинальны. На крыльях сочетаются уроцища на эродированных такырах и уроцища на узких грядах. В то же время во внутренней ее части уроцища на аккумулятивных такырах сочетаются с уроцищами на широких грядах, иногда переходящих в крупные песчаные массивы довольно сложной формы. При этом во всех случаях уроцища-доминанты представлены здесь образованиями на грядовых формах эолового рельефа. Это показывает, что в пределах данной территории происходит современная аккумуляция песчаного материала и продолжающееся развитие депрессии.

В Северо-Каракумской депрессии процесс аккумулирования идет по той же общей схеме, что и в Южно-Каракумской депрессии. Приносимый с севера материал избирательно отлагается в ветровой тени большой протяженности, возникающей вдоль южных чинков Заунгузья, где образует грядовые формы, совпадающие с направлением господствующих ветров (рис. 33). Эоловый материал поступает сюда с территории Заунгузских Каракумов, где он возникает в результате дефляции заунгузской толщи. Особенно активно дефлируется южная окраина Заунгузья, откуда выносится на юг огромное количество золового материала, которым в основном и сложены гряды ландшафта песчаной пустыни в пределах Северо-Каракумской депрессии. Этой общей закономерности не подчиняются лишь сравнительно незначительные участки относительных поднятий, развивающихся внутри депрессии. На подобных участках в составе песчаного материала преобладают компоненты каракумской толщи (по визуальному определению). На них развивается дефляционный и барханный рельеф. В то же время на разделяющих их участках опусканий формируются гряды, сложенные по преимуществу золовым материалом, вынесенным из Заунгузских Каракумов.

### Северо-Каракумское (Унгурское) поднятие

Этот очень крупный элемент новейшей тектоники протягивается не менее чем на 250—300 км в сопредельной области между северной окраиной Центральных Низменных и Заунгузских Каракумов. Вдоль него ныне прослеживаются впадины, образовавшиеся в пределах долины

древнего Унгуза — также доэолового элемента рельефа пустыни. На ряде участков Унгуз оконтуривает отдельные звенья этой региональной структуры, выявляя места поднятий и опусканий ее шарнира.

На возможность здесь тектонических деформаций типа флексуры указывал еще Д. И. Щербаков (1926). Вслед за ним Б. А. Федорович (1934) высказал предположение о существовании аналогичного нарушения, протягивающегося вдоль Унгуза и являющегося следствием поднятия Заунгузских Каракумов. На наличие в этом же районе погребенной антиклинали северо-западного профиля, сложенной меловыми породами, указал Н. П. Луппов (1945).

Еще ранее И. В. Мушкетов (1891) пришел к выводу, что Низменные Каракумы являются грабеном, опустившимся между Копетдагом, Усть-Уртом и Заунгузским плато.

С. Ю. Геллер (1934, 1937) также высказал мнение, что впадины Унгуза, как и другие «отдельные элементы морфологии» прилегающих территорий, связаны с флексурообразными нарушениями, обусловленными разрывами сбросового типа.

Современными геофизическими работами также выявляется большая роль разрывов в тектонике этой территории. В частности, к одному из них, относящемуся к «субширотной системе региональных разломов», по В. Г. Коцу (1966), тяготеют и впадины Унгуза.

Следует отметить, что эти разрывы отмечаются главным образом в палеозойском фундаменте и как явления регионального порядка на поверхности, по нашим наблюдениям, не проявляются.

Сложено поднятие в основном породами заунгузской свиты, являющимися континентальными образованиями неогенового возраста, которые залегают на размытой поверхности сарматских и более древних отложений. Они изучались А. Ф. Соседко (1930), А. В. Дановым (1931, 1957), Б. А. Петрушевским (1937), Н. П. Лупповым (1946), А. И. Жиготовской (1961) и др. Кроме этой свиты в сложении Северо-Каракумского поднятия принимают участие каракумская толща, лежащая несогласно на заунгузских породах, и отложения древнего Унгуза, вскрывающиеся в погребенных (под широтами) русловых образованиях.<sup>1</sup>

В пределах территории Северо-Каракумского (Унгузского) поднятия ввиду специфики его географического положения развиты три самостоятельных ландшафта, общая морфология которых сформировалась еще в доэоловый этап развития физико-географических условий территории: 1) каменисто-песчаный (kyровый) ландшафт южной окраины Заунгузских Каракумов; 2) песчаный ландшафт северной окраины Низменных Каракумов; 3) древнедолинный ландшафт Унгуза (рис. 34). Каждый из ландшафтов представлен индивидуально выраженной морфологической структурой, элементы которой, так же как и каждый из ландшафтов

<sup>1</sup> Автор придерживается представлений о речном происхождении Унгуза. Согласно А. В. Каульбарсу (1887), цепь современных впадин, намечающих долину этой исчезнувшей реки, образована вторичными экзогенными процессами, наложенными на первичную долину Унгуза. Неравномерный характер проявления этих процессов, который послужил причиной образования по протяжению Унгуза впадин, лежащих на разной высоте и разделенных перемычками из коренных пород, является, по нашему мнению, следствием активных дифференцированных тектонических процессов в сочетании с дефляцией, значительно активизирующейся в условиях солевого распыления пород. Непосредственным подтверждением речного происхождения Унгуза является обнаружение Л. И. Березкиной и В. П. Мирошниченко во время экспедиционных работ 1965 г. на широтах в районе колодцев Карапирле речных песков и песчанистых глин с пропластками хорошо окатанной гальки. Специальными раскопками здесь были вскрыты погребенные русла, выполненные этими отложениями.

в целом, являются природными индикаторами определенных частей поднятия. Одним из типичных мест проявления в ландшафтах пустыни Северо-Каракумского поднятия является район шора Кара-Чирле.

В этом районе каменисто-песчаный (кыровый) ландшафт развит в основном также на северном крыле поднятия. Он образован ритмическим чередованием уроцищ-кыров и уроцищ-межкыровых понижений, геоморфологическая основа которых возникла в результате эолового расчленения северным ветром Заунгузского плато. Как было показано выше (стр. 61—63), уроцища-кыры делятся на ряд подурочищ и являются сложными образованиями — индикаторами коренного, а также и подвижного песчаного подстилающего их субстрата. Среди них особый интерес представляют подурочища на неопесчаниенных участках, характеризующиеся развитием серо-бурых хрящеватых почв с типичными сообществами полукустарничков и мелких кустарничков. Эти хорошо выделяющиеся при полевых визуальных наблюдениях, а также с воздуха и на аэрофотоснимках образования индицируют участки обнажения карбонатной коры выветривания — каменной шляпы кыров. Эти образования являются результатом сильного изменения древних реликтов существовавших здесь в конце плиоцена субтропической пустыни (Федорович, 1960). В районе Кара-Чирле сложными по своей морфологической структуре также являются уроцища-межкыровые понижения. Здесь выделяются подурочища склонов, подножья и днищ межкыровых впадин с формирующими на них солончаками. Они являются индикаторами разреза заунгузской толщи, а также подстилающих ее отложений среднего и позднего миоцена.

Совокупность уроцищ-кыров и уроцищ на межкыровых понижениях составляет основу морфологической структуры южной части Заунгузских Каракумов; их территория является примером пустынного ландшафта денудационной пологонаклонной равнины плиоценового или, может быть, более древнего возраста, располагающейся на северо-западном крыле Северо-Каракумского поднятия.

Проводившиеся аэровизуальные наблюдения и дешифрирование аэрофотоснимков позволили выявить интересную закономерность в пространственных соотношениях упомянутых уроцищ. В пределах и этой части южной окраины Заунгузья от места к месту наблюдаются их полярно противоположные соотношения. В местах поднятий доминирующими являются уроцища-межкыровые понижения. В то же время в пределах опускающихся участков доминирующее значение имеют уроцища-кыры. От места к месту роль данных уроцищ взаимно меняется, так что они становятся то уроцищами-доминантами, то субдоминантами. Совершенно различны и условия их развития — динамика ландшафта. В пределах поднятий реликтовыми образованиями являются уроцища-кыры, которые постепенно здесь разрушаются, превращаясь в холмисто-останцовье формы при господстве и расширении межкыровых понижений. Прогрессивными являются элементы ландшафта, связанного с денудацией отложений подстилающего неогена, с их составом, структурой и другими особенностями.

В то же время в пределах опусканий доминантами являются уроцища-кыры, а субдоминантами — уроцища-межкыровые понижения. Прогрессивными становятся формы аккумулятивного эолового, чаще всего грядового рельефа, под которыми в условиях развивающегося опускания могут оказаться погребенными формы первичного расчленения поверхности. Подобный рельеф наблюдается на участках погружения шарнира поднятия.

Уроцища-доминанты и субдоминанты образуют характерные группы уроцищ — деструктивные и аккумулятивные географические местности.

Первые из них являются индикаторами поднимающихся, а вторые — опускающихся участков.

Наряду с этим в качестве индикаторов поднятий и опусканий выступают также и отдельные компоненты ландшафта, развитие и распространение которых отличаются значительной избирательной способностью.

Переходя к описанию ландшафта северной окраины Низменных Каракумов, отметим, что развитая здесь песчаная пустыня, если она расположена в пределах Северо-Каракумского поднятия, в основных чертах аналогична песчаной пустыне Центрально-Каракумского поднятия. В водной части поднятия развиты котловинные, без видимой системы расположенные урочища с зонально-округлой морфологической структурой, которая образована составляющими их подурочищами. В днищах многих котловин встречаются стратотакты, то в ранге фаций, то в ранге подурочищ. Перемычки между котловинными урочищами обычно заняты подвижными формами эолового рельефа, большей частью барханами с присущими им мелкими морфологическими частями.

Совокупность этих природных территориальных комплексов хорошо наблюдается с воздуха и выделяется на аэрофотоснимках. Она образует здесь аналог котловинной местности водной части Центрально-Каракумского поднятия и является индикатором соответствующей же части Северо-Каракумского поднятия.

Вокруг котловинной местности, развитой на Северо-Каракумском поднятии, располагается аналог псаммокуэстовой местности Центрально-Каракумского поднятия. Здесь также достаточно отчетливо на северном (наветренном) и южном (подветренном) крыльях поднятия выражены зоны и подзоны, обусловленные неодинаковыми аэродинамическими условиями дефляции.

Наряду с этим в варианте местности южного крыла Уигузского поднятия имеются и существенно важные отличия, проявляющиеся в том, что псаммокуэсты на южном крыле имеют более крутые обратные склоны. Уже вблизи от свода поднятия они переходят в грядообразные формы, простирающиеся согласно направлению господствующего ветра. Для их совокупности характерно постепенное схождение, заканчивающееся на прилегающей равнине языкоподобным песчаным массивом, названным В. П. Мирошниченко аккумулятивно-песчаным шлейфом дефляции свода поднятия (рис. 35).

Подобные шлейфы наблюдаются с перерывами вдоль всей северной окраины Центральных Низменных Каракумов и образуют здесь хорошо прослеживающуюся на аэрофотоматериалах и аэровизуально полосу шлейфов. Обычно они вытянуты в направлении господствующих ветров северных румбов и от места своего возникновения прослеживаются на 3—10 км. В ландшафте северной окраины Низменных Каракумов эти шлейфы являются весьма своеобразными элементами, нигде больше на этой территории не встречающимися.

Общая схема строения большинства таких шлейфов следующая: начальную, наиболее широкую его часть у основания шлейфа образует псаммокуэстовый комплекс водной части поднятия. Среднюю часть шлейфа составляет грядовый комплекс урочищ с характерно выраженной веерной морфологической структурой. Конечную, в целом эллиптически очерченную часть шлейфа представляет комплекс урочищ на языкообразных окончаниях гряд, чешуйчато сливающихся здесь в единый песчаный полисинтетический массив. Сочетание этих трех комплексов образует сложный природный территориальный комплекс — географическую местность, место возникновения и развития которой отвечает совершенно определенным природным условиям.

Возникновение полосы этих шлейфов мы связываем с предчинковой аэродинамической зоной, образующейся в большой ветровой тени. В ее пределах создаются необходимые условия для аккумуляции очень больших масс эолового материала. Шлейфы возникают и постепенно нарастают за каждым приподнятым участком южной окраины Заунгузских Каракумов, но не выходят за пределы ветровой тени чинков Заунгузских Каракумов. Приподнятые участки последних чаще и глубже расчленены дефляцией и отсюда выносятся большие количества эолового материала. Относительно опущенные участки подвергаются значительно меньшему воздействию дефляции. Поскольку с таких участков выносится сравнительно меньшее количество эолового материала, а высота чинка и соответственно ширина ветровой тени также уменьшаются, указанные шлейфы здесь значительно укорачиваются или почти не образуются, сменяясь другими формами эоловой аккумуляции.

Сказанное позволяет заключить, что аккумулятивные шлейфы дефляции свода поднятий как географические местности ландшафтов песчаной пустыни северной окраины Центральных Низменных Каракумов и южной окраины Заунгузских Каракумов генетически сопряжены с геологическим основанием и являются природными индикаторами структур новейшей тектоники. Они точно отмечают места их проявления. При этом величина аккумулятивного шлейфа является косвенным указателем величины поднятия.

Аккумулятивные шлейфы дефляции свода поднятия достаточно хорошо наблюдаются с воздуха и отчетливо выделяются на аэрофотоснимках. Они могут быть отдешифрированы по признакам морфологической структуры ландшафта, а также по светлой цветотональной гамме, выделяющей ее на более темном фоне остальной части пустыни.

Останавливаясь теперь на дозоловом (древнедолинном) ландшафте Унгуза, отметим, что элементы его морфологической структуры и особенности развития имеют также важное индикационное значение при исследованиях новейших тектонических движений данной территории.

Прежде всего отметим, что в морфологическом отношении долинообразное понижение Унгуза прослеживается почти на всем известном его протяжении с той или иной степенью выраженности. Примечательной особенностью понижения являются перемычки, разделяющие его на отдельные замкнутые котловины. Выделяются два типа перемычек, различаемых по морфологическим особенностям, величине и происхождению.

Перемычки первого типа чаще всего являются крупными образованиями. Их покатые склоны по направлению русла обычно плавно переходят в прилегающие впадины. В нижней части склонов этих перемычек часто наблюдаются наклонно приподнятые днища впадин. Для них характерно такое распределение мелких морфологических элементов древнедолинного ландшафта, которое, по-видимому, обусловлено понижением горизонта грунтовых вод в направлении приподнятой части. Это приводит к дифференциации природных условий по протяжению приподнимающегося днища. Перемычки первого типа располагаются всюду там, где шарнир Северо-Каракумского поднятия воздымается, например, в районе колодца Кара-Чирле или к западу от колодца Дамлы. При этом бывшее русло занимает более высокое гипсометрическое положение, подвергается дефляции и постепенно приобретает облик высокой перемычки. Если подобные образования являлись бы первичными, то несомненно их наличие опровергало бы гипотезу речного происхождения впадин Унгуза. На самом же деле эти образования — вторичные, связанные с дифференцированными проявлениями новейшей тектоники в области Северо-Каракумского поднятия. С новейшей тектоникой необходимо связывать и явления обратных уклонов по протяжению Унгуза, которые указываются

как факторы, противоречащие его речному происхождению (Федорович, 1960).

Перемычки второго типа обычно более мелкие по размерам, чем перемычки первого типа. Они распространены главным образом по окраинам крупных впадин, исключая их южные окраины, где такие формы встречаются, но отличаются незначительным развитием. Судя по характеру их морфологии, они представляют собою типичные выду — дефляционные понижения. Их размещение связано с особенностями дифференциации ветрового потока у южной окраины Заунгузских Каракумов. Как было установлено, наибольшим развитием подобные выду пользуются на направлениях открытых выходов крупных межкыровых понижений в долину Унгуза; основной причиной их возникновения является дефляция. Однако последняя никогда не достигает той значительной глубины, которая наблюдается на приподнятых участках.

Места развития котловин Унгуза совпадают с участками опускания шарнира Северо-Каракумского поднятия. В первичном своем виде они, вероятно, соответствовали участкам понижения и расширения долины, образования плесов и т. п. Однако с течением времени они оказались расчлененными перемычками второго типа на отдельные сегменты, за которыми в литературе утвердилось понятие «замкнутых котловин». Следует отметить, что активная сегментация древнего русла Унгуза происходит и в настоящее время.

Необходимо сказать, что морфология этих образований не соответствует представлению о замкнутых котловинах. В действительности это часто очень обширные понижения, днища которых на многие километры являются плоскими, а не котловинообразными, что должно было произойти, если бы они имели, как отмечает Б. А. Федорович (1934), чисто дефляционное происхождение, являлись бы в этом смысле «предчинковыми котловинами». Поэтому в дальнейшем изложении эти образования будут нами именоваться «впадинами-реликтами» древней долины Унгуза.

Обычно днища таких впадин заняты обширными солончаками (шарами) с грунтовыми водами, находящимися на глубине 1,0—1,5 м. Их поверхность осложнена многочисленными плоскодонными понижениями глубиной 0,1—0,5 м, вытянутыми по направлению господствующего ветра северных румбов. Внутри они покрыты пухлыми мягкими, легко выдуваемыми солончаковыми образованиями. Между этими понижениями располагаются останцы рыхлой песчано-глинистой, также сильно засоленной породы, покрытые мелкими язвами дефляции.

Часто в пределах этих понижений наблюдаются многочисленные валики светло-бурого цвета шириной до 10 м и высотой более 0,5 м. Они располагаются обычно линейно; по протяжению «линий» валиков меандрообразно извилисты. Сложенены эти образования песчано-гравийным и гравийно-галечниковым аллювием. В искусственных разрезах под валиками вскрываются хорошо выработанные русла, выполненные тем же аллювием. Состав галек аллювия довольно разнообразный: встречаются глинистые, известково-мергелистые, песчаниковые и др. Размеры галек при хорошей их окатанности достигают 10 см в поперечнике. Встречаются также и малоокатанные, глыбообразные обломки, достигающие в поперечнике 20—30 см.

Возышаясь над ровной поверхностью шора, валики представляют собой обращенные формы рельефа. Они являются результатом дефляции шора и препарирования древних русел, заполненных аллювиальным материалом (галька, гравий, песок).

Интересной особенностью таких впадин-реликтов древней долины Унгуза является большая увлажненность отложений в южных их частях и малая — в северных. В направлении с юга на север уровень грунтовых

вод довольно быстро понижается и у северных ее окраин достигает глубины 2.0—2.5 м. Особенно отчетливо осушение наблюдается на днищах впадин, расположенных вблизи мест энергичного воздымания шарнира Северо-Каракумского поднятия. Выдержаный характер этого явления, прослеживающегося по протяжению Унгуза во многих котловинах, может быть связан с современным тектоническим перекашиванием днищ котловин, обусловленным продолжающимся поднятием территории Заунгузских Каракумов, которое вызывает отток грунтовых вод к югу. Ряд других данных указывает также на то, что бывшая долина Унгуза не только сильно переработана вторичными процессами, но и значительно в целом приподнята, будучи вовлечена в общее поднятие территории.

Впадины-реликты древней долины Унгуза и разделяющие ее перемычки первого типа являются основными морфологическими единицами современного выражения древнедолинного ландшафта этой исчезнувшей реки. Они являются географическими местностями, развивающимися в одном случае на положительных (перемычки), в другом — на отрицательных структурах (впадины). Поэтому каждая из этих местностей генетически однородна, но в ландшафте долины они динамически сопряжены как полярно противоположные явления. На подобную сопряженность географических местностей ландшафта Заунгузских Каракумов как на природный индикатор их тектонически приподнятых или опущенных участков указывалось ранее (Мирошниченко, 1966а).

Отпрепарированные древние русла, выполненные аллювием, и островные останцы каракумской толщи, несущие следы бывших речных русел, указывают на речное происхождение Унгуза. Эти же образования говорят о том, что и впадины-реликты, в которых они обнаружены, представляют, как уже говорилось, определенные части древней долины Унгуза. Расположение впадин-реликтов в местах погружения шарнира Северо-Каракумского поднятия обусловило в прошлом преобладание здесь аккумуляции и, по-видимому, образование плесов, а в настоящее время — относительную консервацию и захоронение аллювия.

Наряду с этим перемычки первого типа с их дефляционными формами рельефа и охваченные поднятием участки дна бывшей долины, ныне занятые сухими светлыми солончаками, являются более поздними образованиями, чем впадины-реликты. В отличие от последних эти перемычки связаны с местами не погружения, а воздымания шарнира Северо-Каракумского поднятия, в связи с чем в сравнительно недавнем прошлом в пределах перемычек направленность природного процесса изменилась, ведущую роль стала играть дефляция. Поэтому природные комплексы, в данном случае географические местности, наблюдающиеся на упомянутых участках долины Унгуза, физиономически совершенно различны и служат надежными индикаторами проявлений последних этапов новейшей тектоники.

## Глава VI

---

### ЛАНДШАФТНЫЙ МЕТОД В ИЗУЧЕНИИ АЭРОДИНАМИКИ КАРАКУМОВ (НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ, ОБОВЩЕНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ)

Остановимся теперь на возможности использования ландшафтных закономерностей в выявлении некоторых аэродинамических особенностей территории Заунгузья, также связанных с неотектоникой.

В настоящее время с помощью топографического картирования, проводимого на основе использования материалов аэрофотосъемки, с большой

точностью выявлен морфологический облик этой территории. Общее сочетание бесчисленного множества кыров, гряд и понижений между ними сообщает на карте ландшафту Заунгузья параллельно-струйчатую морфологическую структуру. Характер кыров, соединенных перемычками, и межгрядовых понижений, разделенных последними, форма их очертаний в плане не оставляют сомнения в том, что они являются результатом длительной деятельности северного ветра, господствующего здесь в теплое время года.

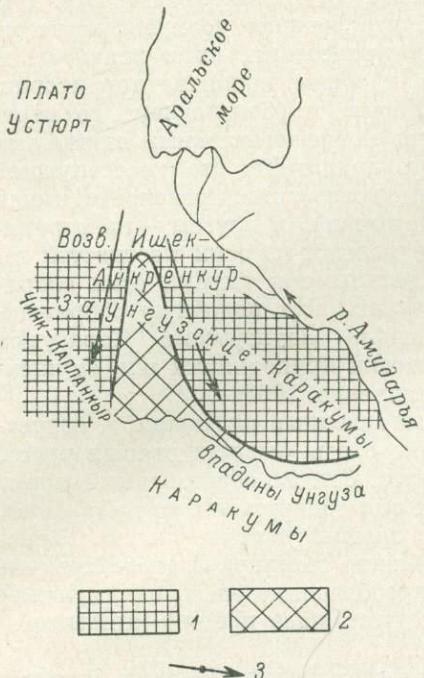


Рис. 36. Аэродинамическая схема дифференциации эоловых дефляционно-аккумулятивных процессов рельефообразования Заунгузских Каракумов.

1 — область поднятия и преимущественного развития останковых форм рельефа (центральное аэродинамическое поле);  
2 — область опусканий и преимущественного развития кырового рельефа (восточное и западное аэродинамические поля);  
3 — направление господствующего ветра.

Заунгузья почти в неизменном будущем как бы законсервировано процессами окремнения и карбонатизации.

Особенности трансформации господствующего ветрового потока над Заунгузскими Каракумами, по нашим наблюдениям, тесно связаны с общим планом проявления на их территории новейшей тектоники (рис. 36). Юго-восточная часть ветрового потока следует через территорию Заунгузья, соответствующую области относительного опускания. Юго-западная часть потока проходит над территорией так называемого Верхнеузбийского коридора — тектонической депрессии, отделяющей Заунгузские Каракумы от Заузбийского складчатого района. Территория между указанными ветровыми потоками приходится на область поднятий, выводящих здесь на поверхность породы неогена и палеогена, которые нигде не обнажаются в других местах Заунгузских Каракумов.

Несколько к востоку от возвышенности Ишек-Анкрен-Кыр, примерно на меридиане  $58^{\circ}20'$ , этот ветровой поток расходится в двух основных направлениях. Большая его часть (для территории Заунгузья) отходит на юго-восток, меньшая — на юго-запад. В одном и другом случае это точно фиксируется ориентировкой кыров. Их системы как бы обтекают меридионально приподнятую здесь тектоническими движениями территорию, основным составным элементом которой в южной ее части является Зеагли-Дарвазинская (Кыркджульбинская) группа серных бугров. Судя по ряду убедительных признаков, это направление ветра является господствующим по крайней мере с позднего плиоцена.

Поскольку основная часть территории Заунгузья сложена толщей доакчагыльского возраста, образование рельефа Заунгузья относится к акчагыльскому времени. Как известно, карбонатная кора выветривания облекает кыры в виде каменной шляпы, бронирующей их от разрушительного воздействия дефляции, активной и в настоящее время. Б. А. Федорович (1960), относящий ее возникновение к концу плиоцена и связывающий ее образование с климатическими особенностями существовавшей тогда здесь субтропической пустыни, считает, что рельеф виде существует с конца плиоцена,

Аэродинамическое воздействие ветрового потока в общих чертах аналогично в восточной и западной частях территории; результаты его иллюстрируются рис. 37, где изображена южная часть Заунгузских Каракумов к северу от колодца Орпа.

Совершенно иной результат аэродинамического воздействия мы видели на рис. 18, представляющем один из участков Зеагли-Дарвазинской группы серных бугров. Поэтому в отличие от Б. А. Федоровича (1960) мы считаем, что на территории Заунгузских Каракумов существуют не два, а три аэродинамических поля, которые связаны с неотектоническим фактором, имеющим первостепенное значение в их формировании. Этими полями являются: 1) центральное аэродинамическое поле Заунгузских Каракумов, охватывающее тектонически приподнятую часть территории; 2) восточное аэродинамическое поле, охватывающее тектонически опущенную часть данной территории; 3) западное аэродинамическое поле, охватывающее тектонически опущенную часть территории, расположенной к западу от приподнятого участка.

Выделенные поля разнятся между собой как по результатам воздействия ветрового потока на подстилающий субстрат, так и по расположению образованных им форм рельефа.

Отметим, что для изучения метеорологических условий северной Туркмении, по-видимому, недостаточно данных только метеостанций на Дарвазе и Зеагли. Необходимо, чтобы аналогичные наблюдения произошли бы также в пределах восточного и западного аэродинамических полей. Тем самым, вероятно, можно значительно уточнить картину движения воздушных масс над этой территорией и получить дополнительные данные для прогнозирования метеорологических условий Туркмении.

Из сказанного видно, что причиной образования рельефа Заунгузья и указанных аэродинамических полей является трансформация ветрового потока, следующего с севера, при обтекании поверхности этой территории. Неровности последней общего характера определяются в первую очередь развитием основных структурных элементов новейшей тектоники, их расположением, а также особенностями формирования рельефа.

Как отмечалось выше, кыровый рельеф Заунгузья возник еще в акчагыле, а формирование его современного облика закончилось к концу плиоценена. Но поскольку характер и расположение кыров и межкыровых понижений в основном определяются тектоническим основанием, то образование последнего должно было несколько предшествовать рельефообразованию. Следовательно, в акчагыле на территории Заунгузья уже в достаточной мере, чтобы влиять на аэродинамическую обстановку и специфику рельефообразования, было сформировано его современное тектоническое основание, которое, по-видимому, развивалось в течение всего последующего времени. В четвертичное время влияние тектонических движений выразилось в том, что «консервированные» в конце плиоценена формы рельефа были почти полностью уничтожены эрозией на территории Зеагли-Дарвазинской группы. В современную эпоху на этой территории наблюдаются наиболее активные процессы дефляции, выразившиеся в сносе Заунгузской толщи с весьма значительных по величине площадей и в образовании ярко выраженного останцового рельефа с совершенно иной морфологией, чем рельеф, образуемый сочетанием кыров и межкыровых понижений в областях опускания.

Б. А. Федорович (1960) предполагает, что причиной образования двух ветвей «продольно-грядовых песков» Заунгузских Каракумов и их виргации на юго-восток и юго-запад явилось существование в акчагыльское время на территории Низменных Каракумов морского залива. Этот залив порождал над собой, как говорит Б. А. Федорович, аналогично современному Аралу, шапку более холодного и тяжелого воздуха, что и являлось

причиной трансформации ветрового потока и образования упомянутых его ветвей, обтекавших залив.

Делая это предположение, Б. А. Федорович по существу не касается вопроса о роли поверхности Заунгузья в формировании аэродинамических условий ни в современной, ни в древней географических обстановках. Между тем, как следует из наблюдающихся нами закономерностей проявления новейшей тектоники, рельефообразования и формирования морфологической структуры ландшафта, а также взаимоотношений в пределах последнего зональных и азональных элементов, это обстоятельство имеет несомненно важное значение для решения данного вопроса.

Приведенные данные указывают на возможность использования пространственных (морфологических) закономерностей пустынных ландшафтов для изучения истории развития аэродинамических условий территории.

С другой стороны, упоминавшиеся особенности морфологической структуры ландшафта Заунгузских Каракумов, определяемые аэродинамическими условиями, могут быть использованы для установления природных индикаторов и дешифровочных признаков новейшей тектоники.

---

Данная работа имела целью показать на материалах исследований, проводившихся в Каракумах, значение ландшафтов пустынь как очень чувствительных индикаторов современных тектонических движений. Имелись также в виду осветить новые исследовательские возможности, открывающиеся при условии использования связей, которые существуют между ландшафтами и современными движениями. Наконец, на ряде конкретных примеров предполагалось характеризовать методику специального дешифрирования аэрофотоснимков, основанного на данных современной науки о ландшафтах и взаимосвязях между составляющими их образованиями; эта методика направлена на использование структурных закономерностей ландшафтов для изучения современных тектонических движений с применением аэрофотосъемки и дешифрирования.

Изложенные в работе материалы явились результатом исследования связей таких основных элементов территории, как геологическое строение, первичный рельеф пустыни, сформировавшийся в дозоловый этап развития, эоловый рельеф и различные пустынные ландшафты.

Как установлено проведенными исследованиями, Низменные Каракумы являются территорией с отчетливо выраженным проявлением современных тектонических движений. Ландшафты пустыни являются очень чувствительными индикаторами этих движений. Однако в Низменных Каракумах связь существующего рельефа с глубоко погребенными древними структурами настолько своеобразна и считалась так слабо и неясно выраженной, что геологическое строение территории очень долго оставалось не исследованным, тем более что использование чисто геоморфологических методов для этих целей оказывалось недостаточным. Только применение аэрофотосъемки и дешифрирования, основанного на ландшафтной концепции, предполагающей понимание определенных закономерностей пустынных ландшафтов, позволило выявить довольно детально морфологический облик новейшей тектоники Каракумов, основные элементы которой были впервые показаны нами на Карте новейшей тектоники СССР (1959).

Следует иметь в виду, что сложная комплексность природных образований пустыни создает весьма пеструю мозаичность ее внешнего облика. Это является существенным препятствием для установления природных индикаторов новейшей тектоники, если не применять для этой цели специальное исследование ландшафтов пустыни.

Проводившиеся исследования одновременно касались всех элементов ландшафтов территории, но с предпочтительным вниманием на первом этапе к их геолого-геоморфологической основе. После того как на ключевых участках были установлены искомые связи и выявлено индикационное значение морфологических частей ландшафтов и отдельных их компонентов, был проведен второй этап, посвященный в основном дешифрированию аэрофотоснимков и интерпретации топографических карт. В это время работа проводилась в обратной последовательности — от индикатора к геологическому строению всей территории.

В нашем случае ведущими ландшафтообразующими факторами явились новейшие тектонические движения, созданный ими первичный (доэоловый) рельеф и его литогенная основа. Ландшафты пустыни с их различными компонентами и элементами возникли и развились в самой тесной связи с этой первоосновой. Характер геологического субстрата и топология первичного рельефа являются главными природными факторами, контролирующими мощность и механический состав поверхностных отложений, морфологию формирующегося рельефа, глубину залегания грунтовых вод, степень их засоленности и т. п. В определенной климатической обстановке эти факторы определяют условия и характер дифференциации территории на участки обитания биоценозов, характеризуемые определенными сочетаниями почвенного покрова, растительности и других компонентов. Каждое такое местообитание представляет определенную морфологическую часть ландшафта, одной из главных особенностей которой является собственная, индивидуальная физиономичность. Последнее обстоятельство, обусловливая раздельное восприятие территории и ее аэрофотоизображения, позволяет использовать морфологические части ландшафта в качестве комплексных дешифровочных признаков.

Применение аэрометодов, прежде всего дешифрирования аэрофотоснимков и аэровизуальных наблюдений, позволило выявить общие и частные черты природных условий пустыни, формирование которых может найти объяснение лишь с позиций их обусловленности современной тектоникой.

Одними из важнейших природных образований, резко реагирующих на проявления эндогенных процессов, являются ландшафты. Основными из них, как было сказано выше, являются: песчаные, каменисто-песчаные, солончаковые и глинистые пустыни, а также ландшафты предгорной впадины, наклонной предгорной равнины и ландшафт адыров. В условиях Низменных Каракумов все они представляют результат внутренней дифференцировки их территории, обусловленной влиянием эндогенных процессов. На общем зонально-климатическом фоне пустыни они связаны с крупными элементами тектоники, выраженными в четвертичных и современных отложениях пустыни, и являются азональными образованиями. Это и определяет их роль как индикаторов различных элементов тектоники, аэрофотоизображение которых служит комплексным дешифровочным признаком. Большая чувствительность к тектоническим движениям свойственна ландшафтам пустыни, реагирующем на них внутриландшафтной дифференцировкой, что выражается формированием присущих им природных территориальных комплексов, обусловленных развитием новейших и современных тектонических движений и являющихся индикаторами их различных проявлений.

В песчаных пустынях (см. таблицу) это барханно-котловинный, аккумулятивно-грядовый и ячеисто-грядовый природные территориальные комплексы; в каменисто-песчаной пустыне — котловинно-останцовский, дефляционно-бороздовый и эрозионный комплексы; в солончаковой пустыне — солончаково-котловинный, полигонально-равнинный комплексы; в глинистой пустыне — макрополигонально-скulptурный и аккумуля-

тивно-такырный комплексы. Каждый из этих комплексов является соответственно индикатором поднятий, опусканий и их крыльев.

Использование дешифровочных признаков, связанных с упомянутыми комплексами, позволяет, как было показано выше, выделять в пределах ландшафтов поднятия и опускания меньших размеров, чем те, к которым тяготеют ландшафты в целом, намечать положение осей, прослеживать поведение их шарниров и т. п.

Каждый из ландшафтов пустыни в их то сужающихся, то расширяющихся границах прослеживается через всю ее территорию, образуя ряд закономерных природных поясов. При этом особо интересным является ритмическое чередование последних в направлении, поперечном их простираннию, вариации их ландшафтного выражения по простираннию, связанные с поведением структур новейшей тектоники и, наконец, совпадение простираций этих поясов и генеральных простираций складчатости Копетдага и Предкопетдагского прогиба.

Не менее интересна также ритмика в характере пространственного проявления экзогенных процессов на территории пустыни, где выделяется ряд закономерностей зон дефляции и аккумуляции. В Каракумах существуют три зоны дефляции и три зоны аккумуляции песчаного материала, связанные с основными поднятиями и опусканиями (Мирошниченко, 1960, 1961а, 1961б, 1966б).

Современный эоловый рельеф Каракумов наложен на основные, первичные формы рельефа, возникшие еще в доэоловый, более плювиальный этап. Таковы, в частности, формы первичного рельефа, сложенные древним аллювием Амудары, Теджена, Мургаба и являющиеся ныне субстратом для образования эолового рельефа пустыни. В настоящее время наиболее крупные его формы представлены Северо-Каракумским, Центрально-Каракумским и Южно-Каракумским песчаными массивами и соответствующими понижениями между ними. Они связаны с тремя упомянутыми зонами дефляции и аккумуляции, зонами формирования основных типов эолового рельефа и ландшафтов пустыни и отвечают наиболее крупным природным индикаторам первичных, доэоловых, форм рельефа и проявлений новейшей тектоники.

Особенности проявления на территории пустыни экзогенных процессов, размещение и развитие ландшафтов в основном определяются эндогенными процессами, выраженными ритмически перемежающимися поднятиями и опусканиями.

Охарактеризованные в главе V природные образования, индицирующие различные проявления новейшей тектоники, выступают на аэрофотоснимках как комплексные дешифровочные признаки большой информативности. Они позволяют выявлять индивидуальные и типологические особенности ныне развивающихся элементов тектоники в ландшафтах пустыни, а также устанавливать их контуры. Эти индикаторы и представляющие их дешифровочные признаки были использованы при исследованиях структурных проявлений тектонических движений не только в Низменных, но также в Заунгузских Каракумах и в Прикаспийской низменности Туркмении. Работы выполнялись путем проведения аэровизуальных наблюдений, дешифрирования аэрофотоматериалов Лаборатории аэрометодов и различных ведомственных организаций.

Наземные полевые работы выполнялись в местах, покрытых специальной аэрофотосъемкой Лаборатории аэрометодов и являвшихся ключевыми участками.

Важную часть исследований составлял морфологический анализ топокарт, выполненных топографической службой на основе аэрофотоматериалов. Поэтому при их анализе представилась возможность использования не только геоморфологических, но и различных ландшафтно-морфологи-

ческих факторов, имеющих индикационное значение. Это позволило выявить в Низменных Каракумах следующие основные формы проявления новейшей и современной тектоники (рис. 23): I — Северо-Каракумское (Унгуское) поднятие, представленное Северо-Каракумским песчаным массивом с дефляционным котловинно-барханным и грядово-лунковым эоловым рельефом; II — Северо-Каракумскую депрессию с аккумулятивным ячеисто-грядовым эоловым рельефом; III — Центрально-Каракумское поднятие, представленное Центрально-Каракумским песчаным массивом с сильно проявлением дефляционным котловинно-барханным и грядово-лунковым эоловым рельефом; IV — Южно-Каракумскую (Тедженскую) депрессию с аккумулятивным ячеисто-грядовым эоловым рельефом на затаыренной аллювиально-дельтовой равнине древнего Теджена; V — Предкопетдагское валообразное поднятие, представленное Южно-Каракумским песчаным массивом с дефляционным котловинно-барханным и грядово-лунковым рельефом и реликтами врезанных русел древних рек, стекавших с Копетдага; VI — Предкопетдагский прогиб, представленный полого-вогнутой предгорной впадиной с некомпенсированной аккумуляцией аллювиально-пролювиальных выносов с Копетдага и эолового материала, приносимого с Каракумов.

Установленные структуры являются основными элементами неотектоники и прослеживаются через всю территорию Низменных и частично Заунгусских Каракумов и наклонной равнине Копетдага. В общих чертах их простирации совпадают с простирациями складчатости Копетдага, указывая тем самым на сопряженность в развитии этой горной системы и эпигерцинской платформы. Будучи выражеными в современном природном облике Каракумов, рассмотренные структуры унаследованно развиваются с палеозоя, на что указывает аналогичный план поверхности соответствующего структурного яруса, построенный по данным геофизических исследований и бурения (рис. 38).

На фоне этих наиболее крупных структур Низменных Каракумов выявляются более мелкие формы, характер и размещение которых подчинены общим закономерностям их развития и морфологии. При их выявлении была использована методика, разработанная ранее одним из авторов для территории Прикаспийской низменности западной Туркмении (Мирошниченко, 1954, 1960, 1961а, 1961б и др.). На этой территории развиты ландшафты, аналогичные описанным выше для Низменных Каракумов, с подобным же проявлением в них структур новейшей тектоники, многие из которых были подтверждены последующими геологическими и геофизическими работами. Выражения этих поднятий и опусканий, а также сопровождающих их разрывов сведены в прилагаемой таблице, рекомендуемой как ключ для поисков и картирования подобных структур.

В самом общем виде исследования различных элементов новейшей тектоники выполняются на фоне проводимого параллельного изучения морфологии, динамики и типологии ландшафтов и приводят к получению исходных полевых данных для целевого дешифрирования аэрофотоснимков. При этом выявляется индикационное значение морфологических частей ландшафтов, определяются элементы их разновозрастных генераций, связанные с этапами развития структур, и производится необходимая систематика ландшафтов. Устанавливаемые пространственные, исторические и типологические закономерности возникновения и развития ландшафтов используются для выявления элементов тектоники и прослеживания их конфигурации путем рационального сочетания полевых работ и дешифрирования аэрофотоснимков.

Разработанный ландшафтно-морфологический метод исследований, проводимых на основе аэрофотосъемки и дешифрирования аэрофотоснимков, оказался в этих условиях наиболее эффективным. Он является компи-

лексным методом, так как направлен на использование внутренних связей между компонентами ландшафта, выраженными в пространственных закономерностях его морфологической структуры. Опытное применение разрабатываемого метода показало, что следует говорить не о слабости связи форм рельефа с погребенными структурами, а именно о своеобразии выражения этих связей. Как правило, они, как мы видели, фиксируются различными природными территориальными комплексами, ландшафтами, являющимися индикаторами различных проявлений новейшей

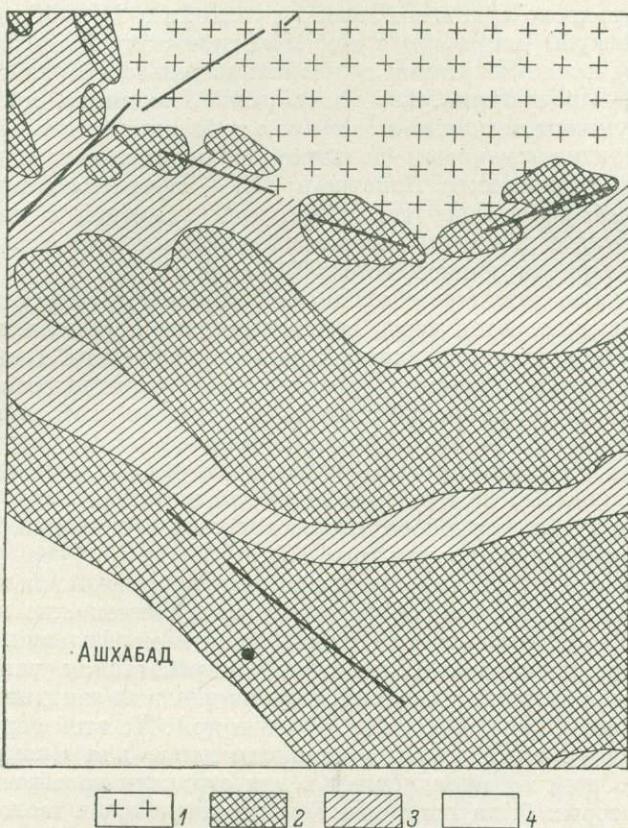


Рис. 38. Схема Центрально-Каракумского срединного массива и его обрамления (по А. В. Глазунову и А. А. Да-баеву, 1966 г.).

1 — область развития магнитных аномалий без определенного простирания — Центрально-Каракумский срединный массив; 2 — области повышенных значений магнитного поля (до 300 гамм); 3 — области относительно пониженных значений магнитного поля (до 100 гамм); 4 — крупные тектонические нарушения.

тектоники, а в изображении на аэрофотоснимках — ее комплексными (ландшафтными) дешифровочными признаками. Эти индикаторы должны рассматриваться как крайнее звено в ряду связей между ландшафтом и геологической структурой, лежащей в его основании; поэтому правильное выделение морфологических частей ландшафта (фаций, подурочищ, урошиц и т. п.) может расцениваться как залог успешного дешифрирования на основе ландшафтно-морфологического метода.

В равнинах южной Туркмении, геологический субстрат которых скрыт мощной толщей новообразований, применение ландшафтно-морфологического метода открывает новые возможности для его изучения, что

подтверждают проводившиеся исследования, имевшие целью поиски локальных и региональных нефтегазоносных структур на территории Низменных Каракумов.

Проведенными исследованиями охвачена большая территория, затронут значительный круг вопросов. Однако сейчас еще нельзя считать, что поставленная задача решена в достаточной мере. Для ее более полного решения необходимо было бы сгустить сеть опорных профильных направлений и ключевых участков, которых в настоящее время еще недостаточно. В дальнейших работах важно уделить большее внимание изучению динамики ландшафта, особенно аспектам, связанным с его фенологическими изменениями, с цикличностью и ритмичностью экзогенных ландшафтообразующих процессов. Если станут известными закономерности ритмических изменений физиономичности элементов морфологической структуры ландшафтов пустыни, то можно будет наблюдать или фотографировать эти элементы в такие моменты, когда свойства их как индикаторов проявляются наиболее полно и четко. Наблюдения, проводимые в такие моменты, будут отличаться полнотой результатов, а полученные аэрофотоснимки — наибольшей информационной емкостью.

Важным вопросом исследований пустыни является применение специальных методов аэрофотосъемки, аэроспектро- и телеметрирования. Имеющийся опыт их применения позволил, например, установить путем спектрофотометрирования с воздуха некоторые закономерности дифференциации песчаного покрова пустыни.

Достаточно обнадеживающие данные получены в результате телеметрирования области распространения меловых отложений в западном Копетдаге для выделения литологических разностей гетерогенного разреза. Первый этап подобных работ проведен В. П. Мирошниченко и его сотрудниками совместно с фотоотделом Лаборатории аэротехнологий. Дальнейшее проведение этих работ по ряду выбранных профильных направлений и ключевых участков позволит собрать новые данные по природным условиям пустыни для разработки вопросов объективизации и автоматизации исследования как закрытых, так и геологически открытых территорий.

Весьма важна разработка вопроса комплексирования ландшафтных методов дешифрирования с аэрофизическими исследованиями. По существу геологические исследования таких территорий, как Каракумы, до настоящего времени были возможны только путем применения аэрофизических работ, результаты которых использовались прежде всего для выбора мест глубокого бурения. Применение ландшафтных методов дешифрирования, позволяющих установить точную проекцию глубинных структур на поверхность, надо думать, значительно облегчит проведение этих работ и даст возможность уточнить получаемые ими результаты.

Предлагаемая работа, являясь результатом исследований в Прикаспийской низменности Туркмении, в Низменных и Заунгусских Каракумах, представляет собою первый опыт разработки и применения ландшафтных методов дешифрирования для изучения различных проявлений новейшей тектоники и, разумеется, не лишена недостатков. Несмотря на это, надо надеяться, что приведенные в ней сведения помогут геологам и другим естествоиспытателям, работающим в сходных условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

- Альтер С. П. 1966. Ландшафтный метод дешифрирования аэрофотоснимков. Изд. «Наука», М.—Л.
- Амурский Г. И. 1964. О закономерностях развития верхнеструктурного этажа Туркмении. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6.
- Амурский Г. И. 1966. Тектоника Туркмении и сопредельных с ней территорий. В кн.: Тектоника Туркмении. Изд. «Наука», М.

- Анненская Г. Н., А. А. Видина, В. К. Жучкова, В. Г. Коноваленко, И. Н. Мамай, М. И. Позднеева, Е. Д. Смирнова, Н. А. Солицев, Ю. Н. Цесельчук. 1962. Морфологическая структура географического ландшафта. Под ред. Н. А. Солицева. Изд. МГУ.
- Архангельский А. Д., Н. С. Шатский, В. В. Меннер, Е. В. Павловский, Н. П. Херасков. 1937. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. Изд. АН СССР, М.
- Атаев Э. А. 1965. Индикационные геоботанические исследования на подгорной равнине Копетдага. Бюлл. МОИП, отд. геол., № 6.
- Атаев Э. А. 1966. Смена растительности в зависимости от процессов миграции солей на подгорной равнине Копетдага. Изв. АН ТССР, сер. биол., № 3.
- Бабаев А. 1966. Определение по аэроснимкам видового состава древесно-кустарниковой растительности пустынь. Пробл. освоения пустынь, вып. 6.
- Белоусов В. В. 1940. Мощность отложений как выражение режима колебательных движений земной коры. Сов. геол., № 23.
- Белоусов В. В. 1944. Фации и мощности осадочных толщ Европейской части СССР. Тр. ГИН АН СССР, вып. 76.
- Белоусов В. В. 1962. Основные вопросы геотектоники. Госгеолтехиздат, М.
- Берг Л. С. 1913. Опыт деления Сибири и Туркестана на ландшафтные и морфологические области. В сб.: В честь 70-летия Д. Н. Анушина, Изд. АН СССР, М.
- Берг Л. С. 1952. Географические зоны Советского Союза. Т. II. Географгиз, М.
- Викторов С. В. 1947. Геоботаническое районирование как один из методов геологических исследований. Бюлл. МОИП, отд. биол., вып. 2.
- Викторов С. В. 1949. Растительность как индикатор при геологических исследованиях в Средней Азии. Пробл. физ. геогр., т. XIV.
- Викторов С. В. 1955. Использование геоботанического метода при геологических и гидрогеологических исследованиях. Изд. АН СССР, М.
- Викторов С. В. 1957. Геоботанические методы поисков рудных месторождений. В сб.: Геохимические поиски рудных месторождений, Госгеолтехиздат, М.
- Викторов С. В. 1960. Растительность как индикатор литологических и почвенно-геохимических условий в пустыне. В сб.: Вопросы индикационной геоботаники, Изд. МОИП, М.
- Викторов С. В., Е. А. Востокова. 1959. Опыт использования аэротехнодов при геоботанических наблюдениях, проводимых в комплексе геологических и гидрогеологических исследований. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. VIII.
- Викторов С. В., Е. А. Востокова. 1962. Применение геоботанических методов. Метод. руков. по произв. гидрогеол. съемки в масштабах 1:50 000—1:25 000. Госгеолтехиздат, М.
- Викторов С. В., Е. А. Востокова, Л. Ф. Воронкова. 1955. Использование геоботанических признаков для обнаружения тектонических нарушений. Тр. ВАГТ, т. I.
- Викторов С. В., Е. А. Востокова, Д. Д. Вышивкин. 1962. Введение в индикационную геоботанику. Изд. МГУ.
- Виноградов Б. В. 1955а. Примеры связи растительности и почв с новейшей тектоникой. Ботан. журн., № 6.
- Виноградов Б. В. 1955б. Макрополигональность глинистых равнин. ДАН СССР, т. 104, № 1.
- Виноградов Б. В. 1957. К теории растительных индикаторов. Бюлл. МОИП, т. XII, № 4.
- Виноградов Б. В. 1964. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. Изд. «Высшая школа», М.
- Виноградов Б. В. 1966. Аэротехники изучения растительности аридных зон. Изд. «Наука», М.—Л.
- Виноградов Б. В., В. П. Мирошниченко. Проявление новейших тектонических движений в ландшафтах глинистых равнин. ДАН СССР, т. 109, № 2.
- Востокова Е. А., А. В. Шавырина, С. Г. Ларичева. 1962. Справочник по растениям-индикаторам грунтовых вод и почво-грунтов для южных пустынь СССР. Госгеолиздат, М.
- Вульф Ф. Г. 1934. Результаты экспериментальной аэрофоторазведки в Австралии. Иностр. нефт. техника, вып. 137, Баку.
- Гавеман А. В. 1937. Аэросъемка и исследование природных ресурсов. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Геллер С. Ю. 1934. Западный Уигуз и Заунгузское плато. Каракумы, сб. 14. Тр. Сов. по изуч. природных ресурсов, вып. 8.
- Геллер С. Ю. 1937. Об основных чертах геоморфологии Каракумов. Изв. АН СССР, отд. матем. и естеств. наук, сер. геогр., № 4.
- Геллер С. Ю., В. Н. Кунин. 1933. О происхождении современных континентальных песчаных накоплений. ДАН СССР, нов. сер., № 4.
- Герасимов И. П. 1959. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. Изд. АН СССР, М.

- Герасимов И. П., А. С. Кесь. 1948. Опыт составления комплексных физико-географических карт. Тр. II Всесоюзн. геогр. съезда, т. I.
- Геренчук К. И. 1956. О морфологической структуре географического ландшафта. Изв. ВГО, т. 88, вып. 4.
- Гзовский М. В., В. Н. Крестников, Г. И. Рейнер. 1959. Геологические методы количественной характеристики среднего градиента скорости вертикальных тектонических движений (изменений наклона) земной коры и некоторые результаты их применения. Изд. АН СССР, сер. геофиз., № 8.
- Годин Ю. Н. 1959. Глубинное геологическое строение Туркмении и его изучение геофизическими методами. Автореф. докт. дисс. ГИН АН СССР, М.
- Годин Ю. Н., Н. П. Луппов, Ю. И. Сытиц, П. К. Чихачев. 1958. Основные особенности тектонического строения территории Туркменской ССР. Сов. геол., № 1.
- Головенко С. В. 1955. Географическая природа почвенной комплексности Северного Прикаспия. Вестн. МГУ, вып. 12.
- Горшков Г. П. 1949. Землетрясения на территории СССР. Географиздат, М.
- Горшков Г. П. 1957. Землетрясения Туркмении. Геол. СССР, т. XXII, Госгеолтехиздат, ч. I, М.
- Господинов Г. В. 1961. Дешифрирование аэрофотоснимков. Изд. МГУ.
- Граве М. К. 1957. Северная подгорная равнина Копетдага. Изд. АН СССР, М.
- Данов А. В. 1931. Геологические исследования в районе Каракумского серного месторождения. Тр. ГГРУ, вып. 35.
- Данов А. В. 1957. Неоген. Северные Каракумы и долина Амудары. Геол. СССР, т. XXII, ч. I. Госгеолтехиздат, М.
- Животовская А. И. 1961. Закономерности размещения осадков заунгусской свиты в восточной части Заунгусских Каракумов. Тр. ВСЕГЕИ, вып. 46.
- Заварицкий А. Н. 1948. Об изучении движений земной коры на Камчатке. Тр. совещ. по методам изуч. движ. и деформ. земной коры.
- Иванов Г. А. 1939. Кливаж (отдельности) в углях и вмещающих породах и пути его практического использования. Ч. I. ГОНТИ, Л.
- Иомудский К. Н., Н. Г. Шевченко. 1963. Крупные под песчаные линзы Туркмении. В сб.: Новые данные по геологии Туркменской ССР, вып. 1, Гостоптехиздат, М.
- Исащенко А. Г. 1953. Основные вопросы физической географии. Изд. ЛГУ.
- Исащенко А. Г. 1961. Физико-географическое картирование. Ч. 3. Изд. ЛГУ.
- Каленов Г. С., К. Я. Федоренко. 1963. Об использовании геоботанического метода при геологическом картировании Центральных Каракумов. Изв. АН СССР, сер. биол., № 5.
- Калесник С. В. 1955. Основы общего землеведения. Учпедгиз, М.
- Калесник С. В. 1959. Современное состояние учения о ландшафтах. Матер. к III съезду геогр. общ. СССР, Л.
- Карелин Г. С. 1883. Путешествия Г. С. Карелина по Каспийскому морю. Зап. Русск. геогр. общ., отд. геогр., матем. и физики, т. 10.
- Карпинский А. П. 1894. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России. Изв. АН, № 1.
- Карта новейшей тектоники СССР. 1959. Под ред. Н. И. Николаева, С. С. Шульца.
- Каульбарс А. В. 1887. Древнейшие русла Амудары. Зап. Русск. геогр. общ. по общей геогр., т. XVII, № 4.
- Клеопов Ю. Д. 1935. Про геоморфогенетичні мотіві розвитку рослинного покриття УССР. Журн. інст. ботаніки Українськ. АН, № 5.
- Коншин М. Д. 1954. Аэрофотопограffия. Геодезиздат, М.
- Коровин Е. П. 1961. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Изд. 2. Изд. АН УзбССР, Ташкент.
- Коц В. Г. 1966. Геолого-геофизическая характеристика региональных разломов Восточной Туркмении. В кн.: Тектоника Туркмении. Изд. «Наука», М.
- Краснов И. И., В. П. Миросничеко. 1954. Применение аэрометодов при геологической съемке. Метод. руков. по геол. съемке и поискам, Госгеолиздат, М.
- Куний В. Н. 1949. Задачи изучения режима вод в пустынях Средней Азии. Пробл. физ. геогр., т. XIV.
- Куний В. Н. 1959. Местные воды пустыни и вопросы их использования. Изд. АН СССР, М.
- Ларин И. В. 1953. Определение почв и сельскохозяйственных угодий по растительному покрову. Сельхозгиз, М.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. 1893. О вековых перемещениях суши и моря. Уч. зап. Дерптск. унив., № 1.
- Леонтьев В. Л. 1952. Об использовании аэрофотосъемки и аэровизуальных исследований растительности при освоении пустынь. Ботан. журн., № 6.
- Леонтьев В. Л. 1954. Саксауловые леса пустыни Каракум. Изд. АН СССР, М.

- Леонтьев Л. Н. 1953. О характере тектонического сопряжения Копетдага и Каракумов. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXVIII, вып. 5.
- Личков Б. Л. 1931. Некоторые черты геоморфологии Европейской части СССР. Тр. Геоморф. инст. АН СССР, вып. 1.
- Луппов Н. П. 1945. Новые данные по геологии Каракумов в связи с глубоким бурением в районе Серных Бугров. Сов. геол., сб. 5.
- Луппов Н. П. 1952. О тектонике южного Устюрта и Северных Каракумов. В сб.: Новые данные по геологии Казахстана и Средней Азии, Изд. ВСЕГЕИ, М.
- Мещеряков Ю. А. 1960. Морфоструктура равнинно-платформенных областей. Изд. АН СССР, М.
- Мещеряков Ю. А. 1963. Морфоструктура платформенных равнин. Изд. АН СССР, М.
- Мильков Ф. Н. 1959. Основные проблемы физической географии. Изд. Воронежск. гос. унив.
- Мирошниченко В. П. 1937. Новые данные по тектонике Центрального Копетдага. Зап. ЛГИ, т. XI, вып. 1.
- Мирошниченко В. П. 1938. Об особом типе складчатости, установленном в Арчман-Нухурском районе хр. Копетдага Туркменской ССР. Зап. Всеросс. минер. общ., 2-я сер., т. XVII, № 1.
- Мирошниченко В. П. 1940. Новая область применения фотограмметрии. Геодезист, № 9.
- Мирошниченко В. П. 1946а. Аэрогеосъемка. Госгеолиздат, М.—Л.
- Мирошниченко В. П. 1946б. Визуальные наблюдения с самолета для геологических целей. Изв. Туркм. фил. АН СССР, № 2.
- Мирошниченко В. П. 1947. Геологическое строение северо-восточного Хоросана. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4.
- Мирошниченко В. П. 1951. Явления грязевого вулканализма при Ашхабадском землетрясении в августе 1948 г. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5.
- Мирошниченко В. П. 1954. Опыт разработки и применения аэротехнологий для изучения новейших и современных тектонических движений в пределах предгорных равнин аккумулятивно-эолового типа. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. III.
- Мирошниченко В. П. 1958. Дизъюнктивные проявления современных тектонических движений в юго-западной Туркмении и их изучение на основе аэротехнологий. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. VI.
- Мирошниченко В. П. 1959. Применение аэротехнологий в геологии. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. VIII.
- Мирошниченко В. П. 1960. Такыры как индикаторы новейших тектонических движений в песчаных пустынях Средней Азии. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. IX.
- Мирошниченко В. П. 1961а. Применение аэротехнологий при изучении зональных и региональных закономерностей ландшафтов. В сб.: Применение аэротехнологий в ландшафтных исследованиях, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Мирошниченко В. П. 1961б. Ландшафтный подход при изучении новейшей тектоники. Там же.
- Мирошниченко В. П. 1966а. Современное состояние теории и практики ландшафтного дешифрирования аэроснимков. В сб.: Теория и практика дешифрирования аэроснимков, изд. «Наука», М.—Л.
- Мирошниченко В. П. 1966б. Современная динамика ландшафтов южных Каракумов и дешифрирование ее проявлений по аэроснимкам. Докл. комиссии по аэрофотосъемке и фотограмметрии, вып. 2. Изд. ВГО, Л.
- Мирошниченко В. П., С. С. Шульц. 1961. Аэротехнологии изучения новейшей тектоники. В кн.: Неотектоника СССР. Рига.
- Мирчинк Г. Ф. 1933. Эпигорогенические колебания Европейской части СССР в течение четвертичного периода. Тр. II Междунар. конф. и АИЧПЕ, вып. II.
- Мирчинк Г. Ф. 1936. О четвертичном орогенезе и эпигорогенезе на территории СССР. Матер. по четвертичн. периоду СССР, Изд. ГТУ, М.
- Михайлов В. Я. 1959. Аэрофотография и общие основы фотографии. Геодезиздат, М.
- Мушкетов И. В. 1891. Материалы для изучения землетрясений России. Т. 28. Изв. Русск. географ. общ., СПб.
- Наливкин Д. В. 1951. Предгорный прогиб Копетдага. Изв. Туркм. фил. АН СССР, вып. 3.
- Наливкин Д. В. 1956. Учение о фациях. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Неуструев С. С. 1913. О почвах каменистых пустынь Туркестана. Почвоведение, № 1.
- Нефедов К. Е. 1963. О гидрогеологическом картировании по материалам аэрофотосъемки. ДАН СССР, т. 148, № 3.
- Нечаева Н. Т., Н. А. Мордвинов, И. А. Мосолов. 1943. Пастбища Каракумов и их использование. Ашхабад.
- Никитин С. А. 1966. Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. Изд. «Наука», М.

- Николаев В. Н. 1960. Пастбища Заунгузских Каракумов. Тр. Туркм. инст. животн. и ветерин., т. 2, Ашхабад.
- Николаев Н. И. 1947. Новейшая тектоника СССР и основные закономерности проявления современных тектонических движений. Сов. геол., сб. 16.
- Николаев Н. И. 1949. Новейшая тектоника СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Николаев Н. И. 1962. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельфе территории СССР. Госгеолиздат, М.
- Николенко В. А., В. В. Шолохов. 1962. Структурно-геоморфологическая характеристика Западно-Туркменской низменности. Сб. матер. Компл. южн. геол. эксп., вып. 7, Гостехиздат, М.
- Новикова А. С. 1951. О трещиноватости осадочных пород восточной окраины Русской платформы. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5.
- Нунаев А. С., С. Вейсой. 1965. К вопросу о естественном отмирании черного саксаула в Каракумах. Изв. АН ТССР, сер. биол., № 4.
- Обручев В. А. 1922. Юные движения на древнем темени Азии. Природа, №№ 8, 9.
- Обручев В. А. 1936. Молодость рельефа Сибири. В сб.: Академику В. И. Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности, т. II, Изд. АН СССР, М.
- Обручев В. А. 1947. Роль и значение молодых глыбовых движений в создании рельефа и месторождений редких металлов Сибири. Юбил. сб. АН СССР, посвящ. 30-летию Октябрьской революции, ч. 2, Изд. АН СССР, М.
- Оразмухаммедов А. 1960. Связь растительного покрова с паводковыми и грунтовыми водами и с засоленностью почвы в низовьях дельты Теджена. Изв. АН Туркм. ССР, сер. биол., № 4.
- Островский И. М. 1960. Рельеф песков западной части Низменных Каракумов. Изд. АН СССР, М.
- Панов Д. Г. 1966. Общая геоморфология. Изд. «Высшая школа», М.
- Пейве А. В. 1956а. Общая характеристика, классификация и пространственное распространение глубинных разломов. Изв. АН СССР, сер. геол., №№ 1, 3.
- Пейве А. В. 1956б. Принцип участкованности в тектонике. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6.
- Петров М. П. 1936. Значение аэросъемки в изучении растительного покрова пустынь СССР. Сов. ботаника, № 5.
- Петров М. П. 1963. Типы пустынь Азии. В сб.: Природные условия, животноводство и кормовая база пустынь, Изд. АН Туркм. ССР, Ашхабад.
- Петрусеевич М. Н. 1962. Аэрометоды при геологических исследованиях. Госгеолтехиздат, М.
- Петрушевский Б. А. 1937. О происхождении грядовых песков в Каракумах. Изв. ВГО, т. 69, № 6.
- Полынов Б. Е. 1956. Учение о ландшафтах. Изд. АН СССР, М.
- Преображенская Н. Н. 1966. Некоторые особенности экстраполяции индикационных схем в целях литологического картирования; 10-я конф. младш. научн. сотрудн., аспир. и инж. ВСЕГИНГЕО, ч. II.
- Прохорова Г. А. 1950. Влияние водной и эоловой транспортировки на минеральный состав и форму зерен каракумских песков. Тр. Инст. геогр. АН СССР. Т. VII.
- Раменский Л. Г. 1938. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. Сельхозгиз, М.
- Резанов И. А. 1959. Тектоника и сейсмичность Туркмено-Хоросанских гор. Изд. АН СССР, М.
- Резвой Д. П. 1947. О следах тектонических движений «сегодняшнего дня» в южной Фергане. Вопр. теор. и прикл. геол., сб. 1, Изд. МГРК, М.
- Родин Л. Е. 1940. Основные черты растительного покрова Северных (Заунгузских) Каракумов. В сб.: Природные ресурсы Каракумов, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Родин Л. Е. 1948. Материалы к изучению растительности северных и Заунгузских Каракумов. Тр. Ботан. инст. АН СССР, сер. III, Геоботаника, вып. 5.
- Родин Л. Е. 1961. Динамика растительности пустынь (на примере западной Туркмении). Изд. АН СССР, М.—Л.
- Родин Л. Е. 1963. Растительность пустынь Западной Туркмении. Изд. АН СССР, М.
- Рождественский А. П. 1965. О неотектонических платформенных структурах и методике их изучения. В сб.: Вопросы методики изучения новейших тектонических движений Волго-Уральской области, Изд. Казанск. унив.
- Рухин Л. Б. 1959. Основы общей палеогеографии. Гостоптехиздат, Л.
- Сидоренко А. В. 1949. Два типа эоловых песков. ДАН СССР, т. 69, вып. 3.
- Сидоренко А. В. 1953. Об изменении песков эоловыми процессами. ДАН СССР, т. 62, № 3.
- Синицын В. М. 1957. О типах тектонических движений. Тр. Ленингр. общ. естествоисп., т. XIX, вып. 2.

- Современные вертикальные движения земной коры на территории Западной половины Европейской части СССР. 1959. Под ред. И. П. Герасимова и Ю. В. Филиппова. Тр. ЦНИГАиК, вып. 123.
- Солнцев Н. А. 1948. Природный географический ландшафт и некоторые его общие закономерности. Тр. II Всесоюзн. геогр. съезда, т. I.
- Солнцев Н. А. 1949. О морфологии природного географического ландшафта. Вопр. географии, сб. 16.
- Солнцев Н. А. 1961. Некоторые дополнения и уточнения в вопросе о морфологии ландшафта. Вестн. МГУ, геогр., № 3.
- Солнцев Н. А. 1963. Некоторые теоретические вопросы динамики ландшафта. Вестн. МГУ, геогр., № 2.
- Солнцев Н. А. 1964. Основные проблемы советского ландшафтования и его практическая цель. Изд. МГУ.
- Соседко А. Ф. 1930. Экскурсия по Заунгурскому плато. В сб.: Каракумы, сер. «Туркмения», вып. 29.
- Сочава Б. Б. 1950. Новейшие вертикальные движения земной коры и растительный покров. Землеведение, т. III (XLIII).
- Справочник-определитель литологического состава поверхностных отложений и глубины залегания подземных вод. 1963. Под ред. Н. С. Верейского и Е. А. Востоковой. Изд. с.-х. литер., М.
- Сукачев В. Н. 1951. Основные принципы лесной типологии. Тр. совещ. по лесной типологии, Изд. АН СССР, М.
- Сукачев В. Н. 1964. Основные понятия лесной биогеоценологии. В кн.: Основы лесной биогеоценологии. Изд. «Наука», М.
- Сыриев И. П. 1962. Структурно-геоморфологическое районирование юго-западного Прикарагабазья. Сб. матер. Комплексн. южн. геол. эксп., вып. 7, Гостоптехиздат, Л.
- Сыриев И. П. 1963. Об отражении в рельефе структуры Предкубадаг-Бальшебалханского прогиба. Нефтегаз. геол. и геофиз., № 3.
- Тетяев М. М. 1934. Основы геотектоники. 1-е изд. ГОНТИ, Л.
- Тетяев М. М. 1944. Основы геотектоники. 2-е изд. Госгеолиздат, Л.
- Тетяев М. М. 1962. Движение земной коры. Конспект лекций, прочитанных в 1955 г., ЛГИ.
- Толчельников Ю. С. 1960. Минеральные корни в почвах песчаных пустынь. Природа, № 10.
- Толчельников Ю. С. 1961. Роль почвенного покрова при дешифрировании ландшафтов аридных зон. В сб.: Применение аэрорентгеновских исследований, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Толчельников Ю. С. 1962. О новообразованиях солей в почвах песчаных пустынь. Почвоведение, № 6.
- Толчельников Ю. С. К вопросу о классификации такыров. Пробл. освоения пустынь, вып. 4.
- Ушко К. А. 1962. История геологического развития Западно-Туркменской впадины в плиоценовое и четвертичное время. Сб. матер. Комплексн. южн. геол. эксп., вып. 7, Гостоптехиздат, Л.
- Федорович Б. А. 1934. Геоморфология Унгуза (от бугров Кырк-Джульба до Амудары). Каракумы, сб. 4. Результаты эксп. 1930 г.: Тр. СОПС АН СССР, сер. «Туркмения», вып. 8.
- Федорович Б. А. 1960. Основные черты рельефа песков пустыни Каракум. Тр. Инст. геогр. АН СССР, т. XXX.
- Шатский Н. С. 1951. Мезо-кайнозойская тектоника Центрального Казахстана и Западно-Сибирской низменности. В сб. памяти А. Д. Архангельского, Изд. АН СССР, М.
- Шингарева Е. А. 1940а. Кормовые ресурсы Северных Каракумов. В сб.: Природные ресурсы Каракумов, т. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Шингарева Е. А. 1940б. Растительность и кормовые ресурсы Низменных Каракумов. В сб.: Природные ресурсы Каракумов, т. 2, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Шолохов В. В. 1959. О связи макрорельефа песчаных массивов в Юго-Западном Туркменистане с погребенными структурными элементами. Нов. нефт. техн., Геол., № 2.
- Шолохов В. В. 1963. Отражение глубинных нарушений в геоморфологическом облике Устюрта. Нефтегаз. геол. и геофиз., № 8.
- Шульц С. С. 1937. О складчатых дислокациях четвертичных отложений в Тянь-Шане. Изв. ГГО, № 5.
- Шульц С. С. 1948. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. Зап. ВГО, нов. сер., т. 3.
- Шульц С. С. 1955. Основные черты мезо-кайнозойской структуры северо-западной части Русской платформы. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. VI.
- Шульц С. С. 1958а. О связи рельефа и новейшей тектоники со структурой северо-западной и западной частей Русской платформы. Тр. ЛАЭМ АН СССР, т. VI.

- Шульц С. С. 1958б. Легенда карты новейшей тектоники СССР. Изв. вузов, Геол. и разв., № 9.
- Шульц С. С. 1965а. О разных масштабах планетарной трещиноватости. V совещ. по пробл. планетол. Тез. докл. Изд. ВГО, Л.
- Шульц С. С. 1965б. Планетарная трещиноватость и ориентировка некоторых линейных форм рельефа. Тр. совещ. по изуч. четвертичн. периода, Изд. «Наука», М.
- Шербаков Д. И. 1926. Экспедиция на Серные Бугры в пустыню Каракумы осенью 1925 года. Природа, №№ 7, 8.

- Bemmelen R. W. 1931. The bicausality of diastrophism. Natuurk. Tijdschr. v. Nederl. Ind. 91, № 3, Batavia (Djakarta).
- Eichwald C. E. 1834. Reise auf dem Caspischen Meere und in dem Kaukasus. Bd. I, Stuttgart und Tübingen.
- Gill D. 1933. Aerial survey in relation to economic geology. The Journ. of the Royal Aeronautical Soc., № 267, vol. XXXVII.
- Haarmann E. 1930. Die Oszillationstheorie. Stuttgart.
- Smith H. T. U. 1943. Aerial photographs and their application. N. Y.

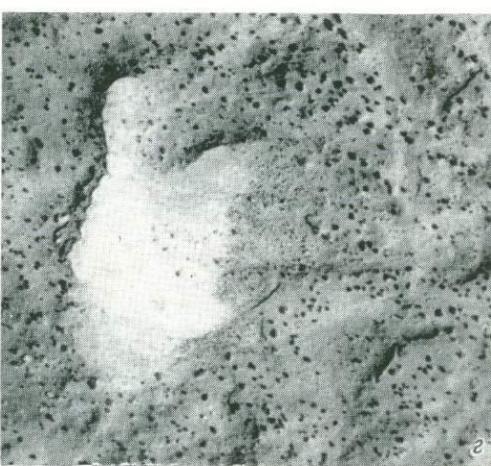
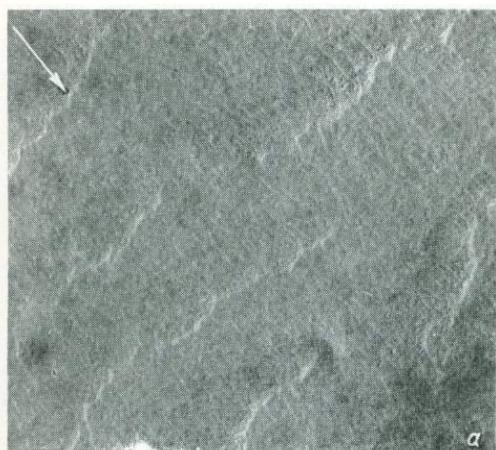


Рис. 1. Аэрофотоснимки некоторых дефляционных и аккумулятивных элементов рельефа пустыни.

Объяснения в тексте.

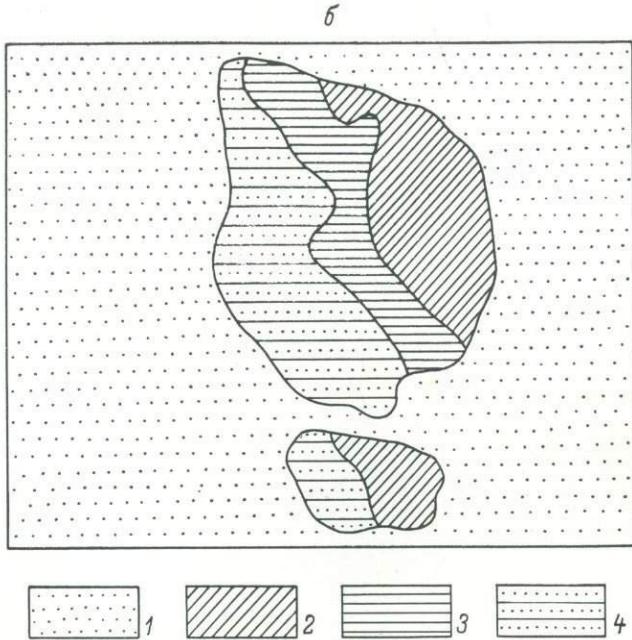


Рис. 2. Наклонный стратотакыр-подурочище среди грядово-котловинных песков на выходе каракумской толщи, являющийся индикатором южного крыла крупного широтного поднятия.

а — аэрофотоснимок, б — схематическая почвенная карта того же участка. 1 — пустынно-песчаные почвы, 2 — такыры типичные, тяжелосуглинистые, 3 — такыры деградирующие, суглинистые, 4 — такыры припесчаненные.

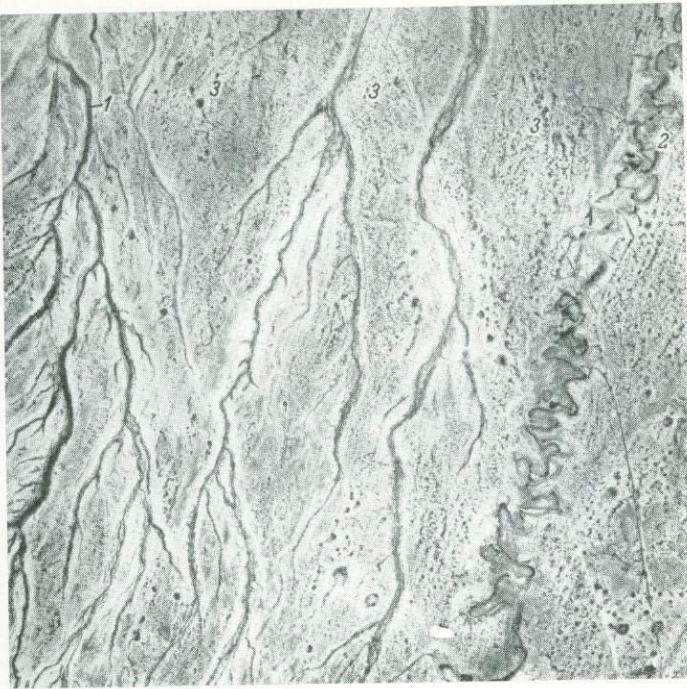


Рис. 4. Ландшафт нижней части наклонной пролювиальной предгорной равнины с реликтовыми и современными формами рельефа и эрозионной сети. Реликтовые русла и почвы свидетельствуют об увеличении наклона равнины, продолжающемся росте и расширении горной системы Копетдага.

1 — русла саев с обнаженными слоистыми тяжелосуглинистыми отложениями и свежим проливием; отдельные участки, занятые лугово-аллювиальными серо-бурыми почвами с покровом эфемерных злаков и ажрека;  
2 — отмершие древние неглубокие русла, заполненные проливием, со злаковым покровом, который формируется на лугово-серо-бурых почвах; 3 — плоские участки предгорной наклонной равнины с такирями деградирующими, покрытыми лишайниками.



Рис. 7. Аэрофотоснимок барханно-котловинной песчаной пустыни (стрелками показаны отдельные экземпляры крупных растений, цифрами — их видовая принадлежность).

Объяснения в тексте.

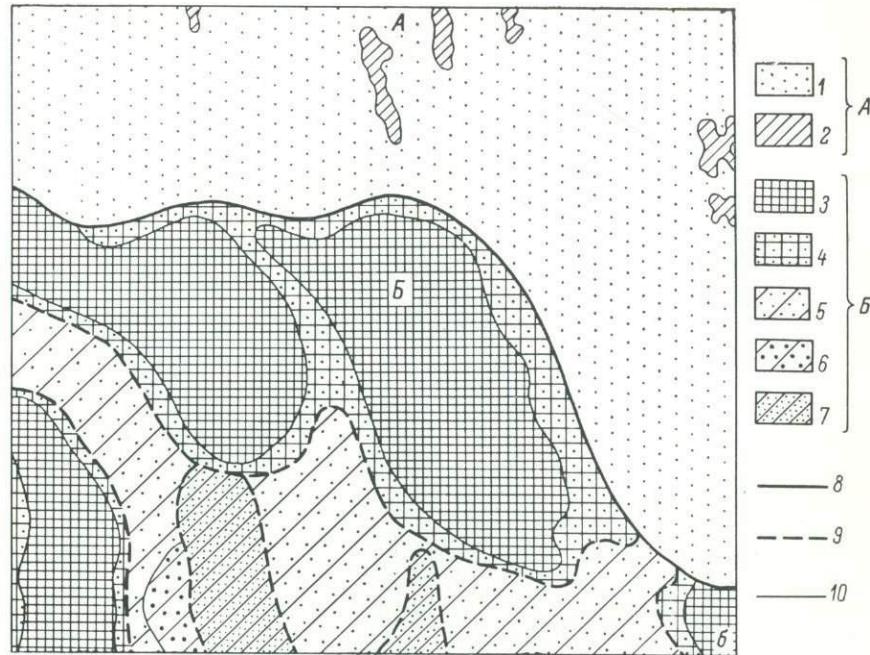
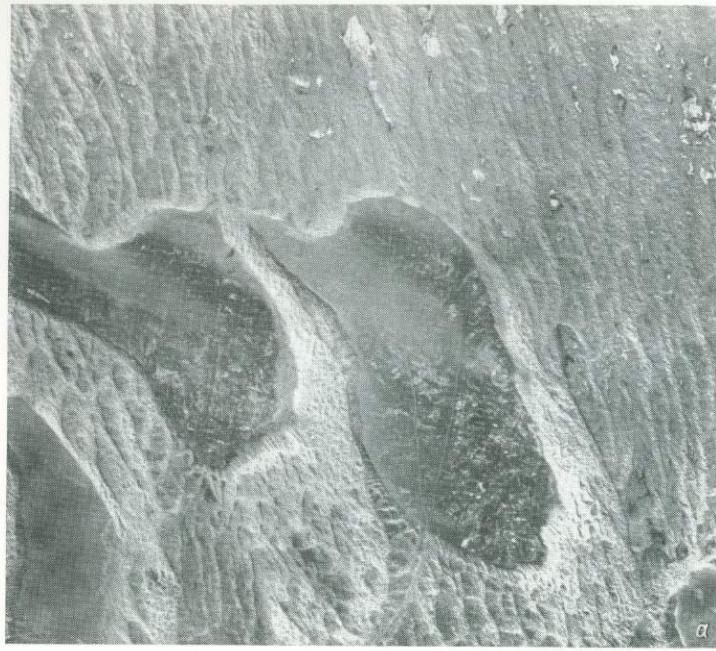


Рис. 6. Ландшафт аккумулятивной песчаной пустыни на месте крупного тектонического опускания.

*a* — аэрофотоснимок, *б* — схематическая карта того же участка. Местность *А* — песчаная равнина с мелкогрядовым рельефом и отдельными котловинами на аллювиально-дельтовых отложениях каракумской толщи, перекрытой аллювиально-дельтовыми отложениями древнего Теджена. 1 — урочища 1 — сочетание ритмично чередующихся уроцщ асимметричных гряд с обарханными вершинами и уроцщ межгрядовых понижений. Почвенный покров гряд состоит из пустынно-песчаных типичных средне-закрепленных почв; растительность — разреженные кандымово-сазачники. Почвенный покров межгрядовых понижений представлен пустынно-песчаными типичными сильно-закрепленными почвами; растительность — сазачники или лаковыми, иногда с сарсазаном (по ячейм). 2 — урочища 2 — неглубокие котловины с плоским дном на глинистых породах; почвы: такыры типичные, ленивые высшей растительности, с полукустарничками по периферии. Местность *Б* — песчаная равнина с крупногрядовым и крупнокотловинным рельефом на песчано-глинистых отложениях каракумской толщи. Урочища 1 — крупные глубокие котловины шоров, 3 — подурочища 1а — плоские днища котловин с отдельными останцами на суглинистых и глинистых отложениях; почвы: солончаки грунтового увлажнения; растительность представлена только по периферии сарсазаном. 4 — подурочища 1б — склоны шоровых котловин, обарханные и покрытые язвами дефляции; почвы: пустынно-песчаные солончаковые в комплексе с обнажениями песка по язвам дефляции и перевеваемого песка; растительность изреженная, представлена отдельными кустами сарсазана (в нижней части склона) и черкеза (выше по склону); урочище 2 — крупные гряды, осложненные многочисленными лунками и мелкими грядами. 5 — подурочища 2а — грядово-лунковый рельеф; почвы пустынно-песчаные, типичные, слабозакрепленные (на дне лунок); почвы пустынно-песчаные, слабозакрепленные (по дну лунок); растительный покров представлен кандымово-черкезовыми сообществами с барханами перевеваемого песка; растительность представлена отдельными экземплярами кандыма, черкеза и псаммофильных трав. 7 — урочища 3 — крупные, но менее глубокие, чем шоровые, грядовых понижений обнажаются профлакты глин; почвы представлены комплексом из пустынно-песчаных солончаковых сильно-закрепленных почв, пустынно-песчаных почв (обогащенных пылеватыми частицами) и деградирующих эродированных такыров; растительный покров на песчаных грядах представлен мелкими видами кандыма и черкезом; в межгрядовых понижениях распространены сообщества евшана и солянки с эфемерами, по такырам — кеурек, тстыр. Границы: 8 — местностей; 9 — урочищ; 10 — подурочищ.

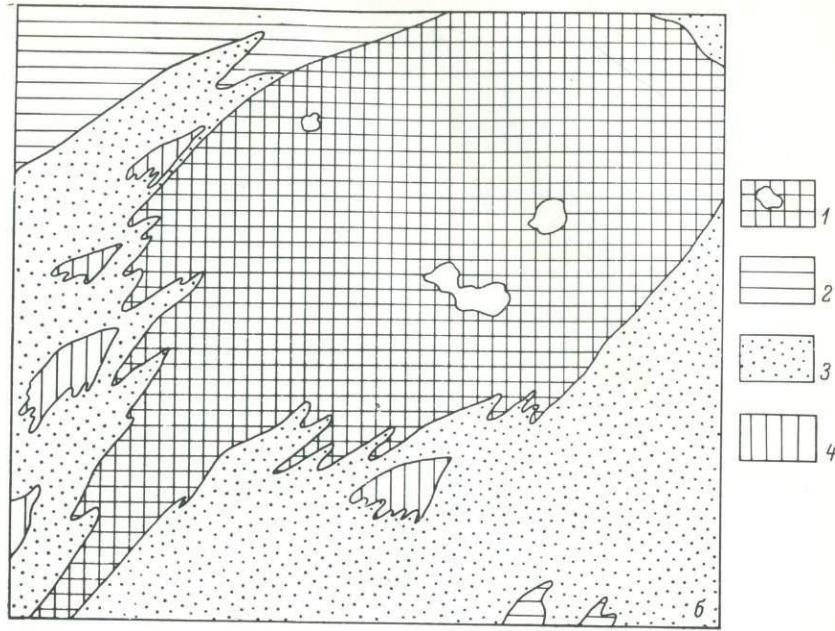


Рис. 8. Ландшафт барханно-котловинной песчаной пустыни на сводовой части крупного валообразного Каушутского поднятия в хвалынских отложениях, упследованно развивающегося на линии складок Сыртланли—Боя-Даг, с проявлениями нефтеносности.

*a* — аэрофотоснимок (цифрами обозначены выходы коренных пород бакинского яруса); *б* — схематическая ландшафтная карта того же участка; местность с развитием крупных дефляционных котловин и обнажениями коренных пород среди массивов барханно-котловинных и грядово-лунковых песков. 1 — урошице 1 — крупная котловина выдувания с полого-выпуклым дном, возникшая в месте дефлируемого свода структуры в верхнехвалынских отложениях; на пологих склонах в дне котловины — мелкогрядово-бугрристый и барханный рельеф; пустынно-песчаные типичные почвы с растительностью из разреженных сообществ сазака с эфедрой и отдельными экземплярами лесчаной акации; по понижениям в этих сообществах принимают участие астрагал и уркачи-селин. 2 — урошице 2 — грядово-лунковый, сильно оббарханный рельеф, асимметричные песчаные гряды и понижения между ними; почвы: пустынно-песчаные дефилированные (по грядам) саксаула, песчаной акации и эрекек-селином, по понижениям — с астрагалом. Урошице 3, котловинно-барханный рельеф. 3 — подурочице 3а — полисинтетические барханы без почвенного покрова, за исключением рыхлых песчаных сероземов прикустовых бугров возле отдельных крупных экземпляров кандыма, сазака черкеза. 4 — подурочице 3б — котловины выдувания в свежеобразованных золовых отложениях почвы и растительный покров, как правило, не сформированы. Стрелкой показано направление господствующего ветра.

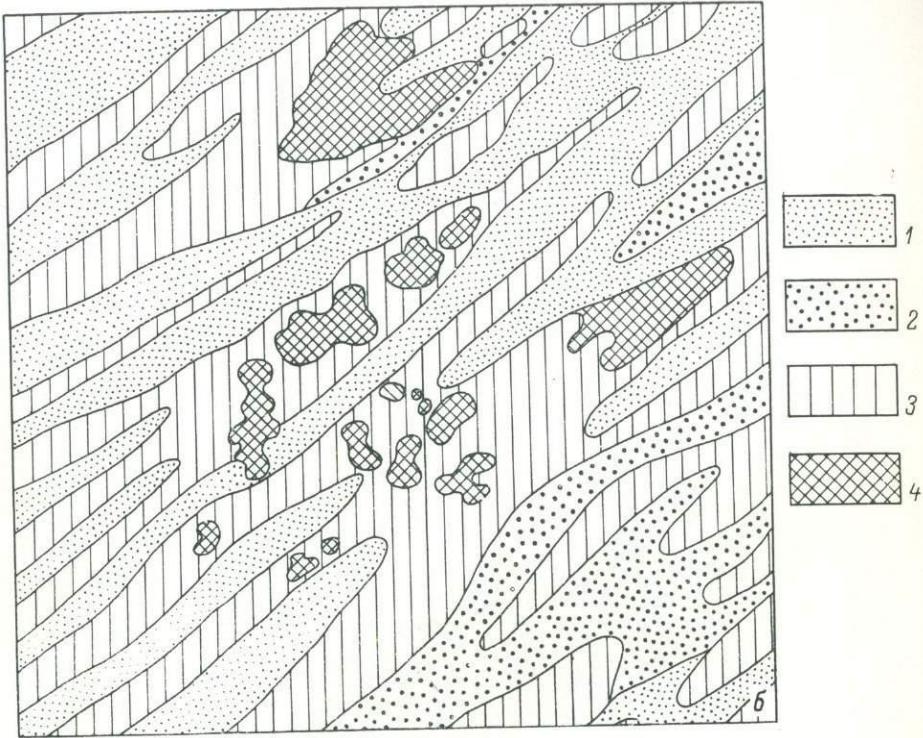


Рис. 9. Ландшафт дефляционно-аккумулятивной песчаной пустыни на наветренном крыле Каушутского валообразного поднятия, свод которого изображен на рис. 8.

*a — аэрофотоснимок; б — схематическая ландшафтная карта того же участка (местность с крупногрядово-лунковым рельефом на песчано-глинистых хвальинских отложениях). 1 — урочище 1—гряды с многочисленными лунками и котловинами выдувания; почвы пустынно-песчаные, слабозакрепленные; растительность представлена разреженными сообществами кандымы и сазака с песчаной акацией, эрек-селином и астрагалом. 2 — урочище 2 — обарханные гряды; почвенный покров и растительность практически отсутствуют, встречаются лишь отдельные угнетенные экземпляры кандымы, песчаной акации, псаммофильных трав. 3 — урочища 3 — межгрядовые понижения с многочисленными формами дефляции в коренных песках, обрамленными прикустовыми буграми; почвы пустынно-песчаные, обогащенные мелкоземом; растительный покров по пологим склонам представлен сообществами белого саксаула с черкезом и кандымом, полукустарничками, илаком и эфемерами; по крутым склонам господствуют песчаная акация и склонам представлен сообществами белого саксаула с черкезом и кандымом, полукустарничками, илаком и эфемерами; почвенный покров представлен деградирующими такырами, лишенными растительности.*

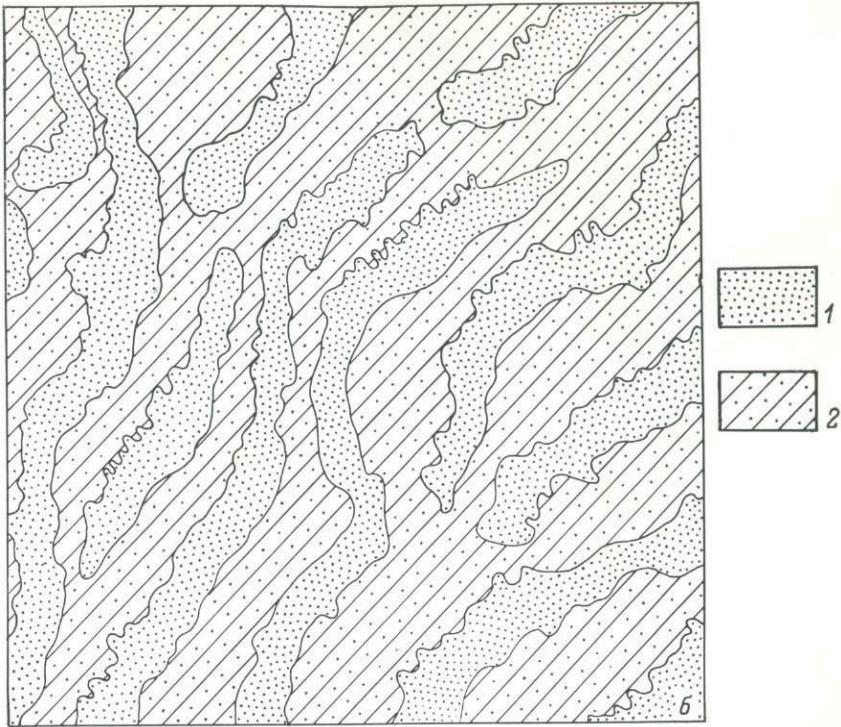


Рис. 10. Ландшафт песчаной пустыни в присводовой части южного крыла Центрально-Каракумского поднятия, развивающегося в аллювиально-дельтовых отложениях прамударыи  $Q_{1-2}$ .

*a* — аэрофотоснимок (большой стрелкой указано направление господствующих ветров, маленькими — стратотакты); *б* — схематическая ландшафтная карта того же участка, местность с крупнопсаммокуэстовым рельефом на песчано-глинистых отложениях каракумской толщи. 1 — урочища 1 — полузакрепленные псаммокуэсты; северо-западные склоны пологие, северо-восточные крутые; псаммокуэсты осложнены мелкогрядово-ячеистыми формами, располагающимися по-перекечно их общему простирианию, на пологом склоне развиты иззы дефляции; почвы пустынно-песчаные, сильно дефилированные, в ячейках обнажаются песчаные отложения; растительный покров — сазачники с песчаной акацией, черкезом и кандымом (по вершинам) и сазачники с кандымом (по пологим склонам). 2 — урочища 2 — межкуэстовые понижения, осложнены ячейками и мелкими грядами, пересекающими их в поперечном направлении; почвы пустынно-песчаные, сильно закрепленные, в отдельных наиболее глубоких котловинах встречаются мелкие участки деградированных такыров; растительность состоит из сазачников и кандымово-сазачников илаковых с уркачи-селином.

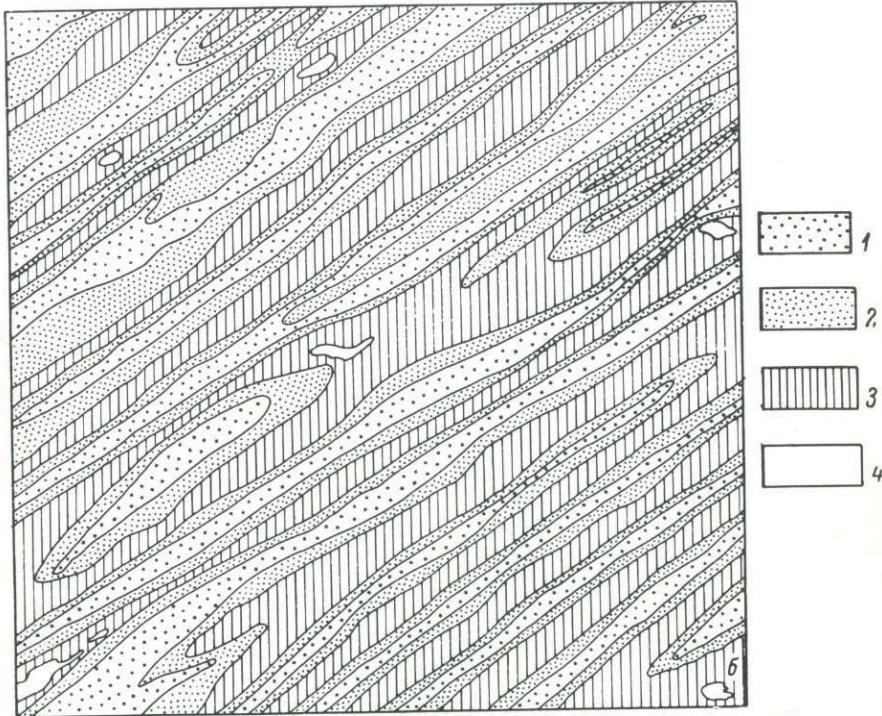
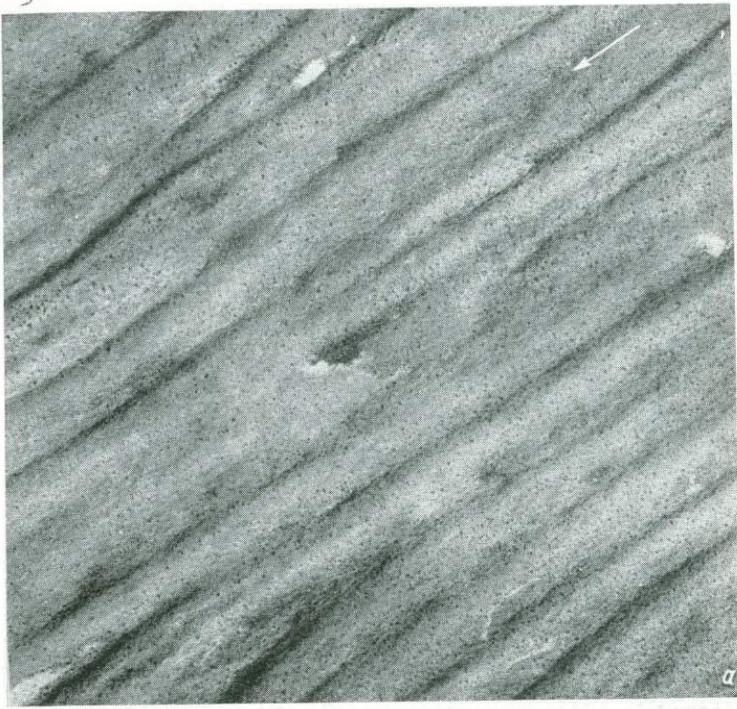


Рис. 11. Ландшафт аккумулятивно-грядовой песчаной пустыни на крупном тектоническом опускании поверхности хвалынской террасы (стрелкой показано направление господствующего ветра).

*a* — аэрофотоснимок, *б* — схематическая карта той же местности — параллельно-полосчатого чередования составляющих ее урочищ и подурочищ. Урочища 1, развиты на крупных аккумулятивных грядах. 1 — подурочища 1<sub>a</sub> — уплощенные вершины гряд; почвенный покров представлен пустынно-песчанными типичными среднезакрепленными почвами; растительный покров представлен каньдымом, черкезом, эфедрой и боярышем со значительным участием астрагала. 2 — подурочища 1<sub>b</sub> — склоны гряд, сложены уплотненными песками с примесью мелкозема; растительный покров представлен черкезом, боярышем и реамюрией в нижней части склонов. Урочища 2 — межгрядовые понижения с супесчанным дном и отдельными горизонтальными стратотактырами. 3 — подурочища 2<sub>a</sub> — межгрядовые понижения с супесчанным дном; почвы серо-бурые, слабогипсонасные, супесчаные; растительный покров состоит из сообществ боярыща, тетыра. 4 — подурочища 2<sub>b</sub> — горизонтальные стратотактыры; почвы такыров типичных; высшие растения отсутствуют.

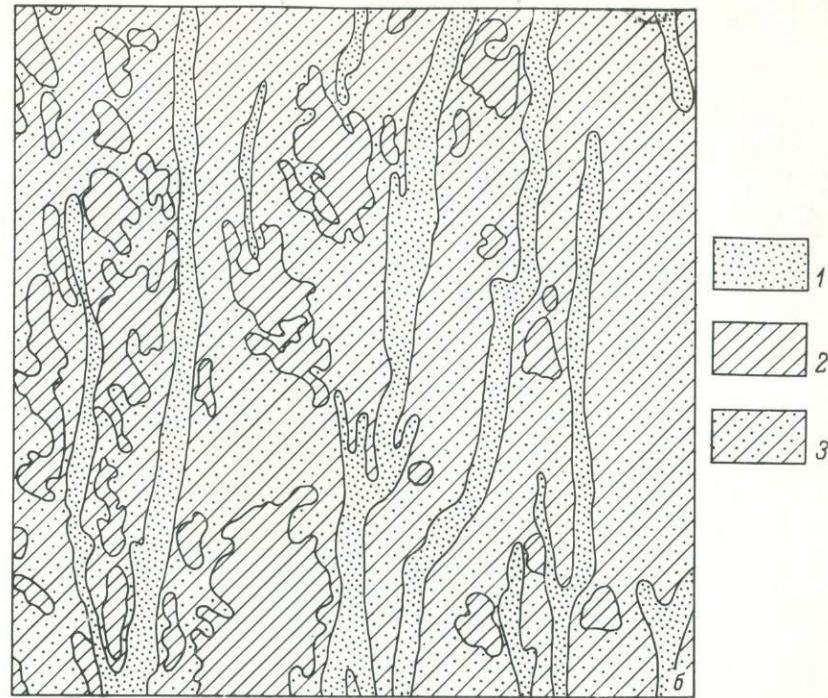


Рис. 12. Ландшафт аккумулятивно-грядовой песчаной пустыни на аллювиально-дельтовых отложениях тедженской свиты ( $Q_3$ ) в пределах центральной части Южно-Каракумской депрессии.

а — аэрофотоснимок (стрелкой показано направление господствующего ветра); б — схематическая ландшафтная карта того же участка — местность с крупногрядовым песчаным рельефом, ритмично перемежаемым широкими, плоскодонными понижениями, которые аккумулируют золотый материал: состоит из ряда уроцищ, типичных для развивающихся депрессий. 1 — уроцища — 1 — крупные асимметричные гряды, восточные склоны которых более крутые, чем западные; вершины гряд — сложные полисинтетические образования из множества мелких подвижных барханов, по склонам — пустынно-песчаные среднезакрепленные почвы с кандымово-эрек-селиновыми сообществами. Уроцища 2, плоские межгрядовые понижения. 2 — подуроцища 2а — плоские межгрядовые затакыренные участки на глинистых пропластках тедженской свиты; почвы — типичные такыры без высшей растительности и такыры в начальной стадии деградации, покрыты тетырниками. 3 — подуроцища 2б — плоские межгрядовые участки с песчаным покровом на глинистых пропластках тедженской свиты; почвы — такыры припесчаненные, покрытые евшаниками илачными и кандымово-черкезниками евшаново-илачными.

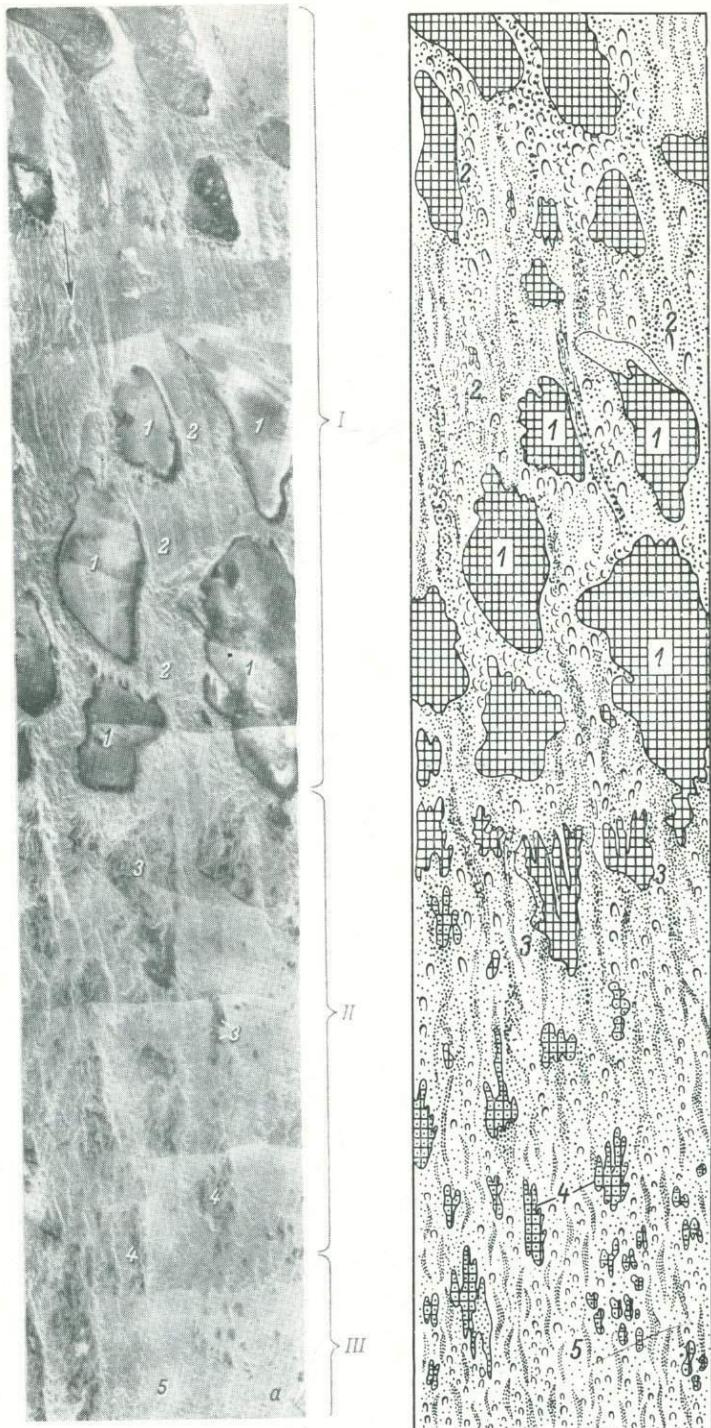


Рис. 13. Ландшафт песчаной пустыни в пределах Южно-Каракумской депрессии.

*a* — фрагмент фотосхемы (стрелкой обозначено направление господствующего ветра); *б* — схематическая ландшафтная карта того же участка, составленная по данным камерального и полевого дешифрирования.

Объяснения в тексте.

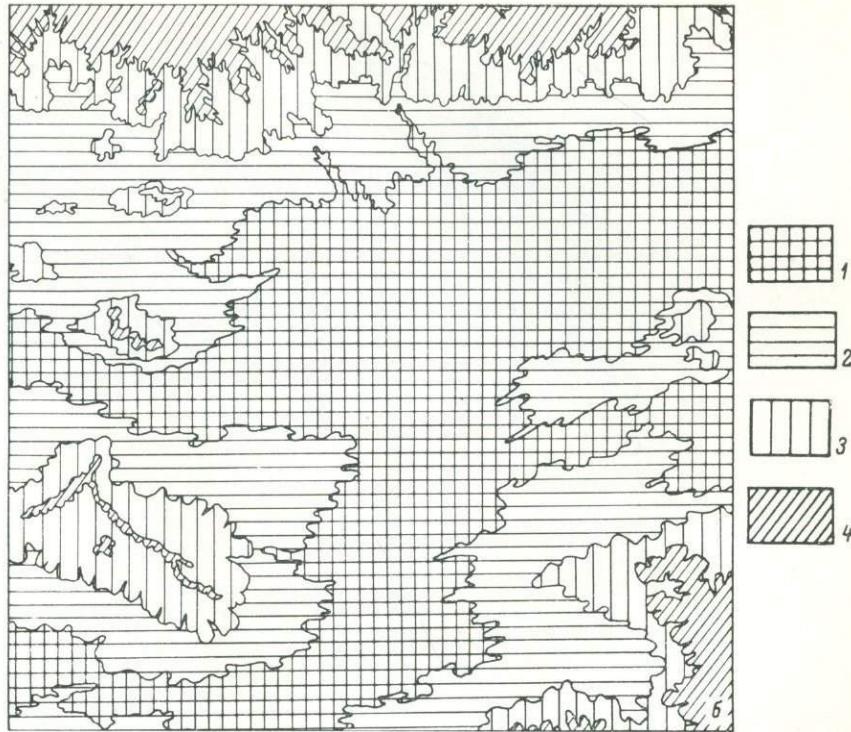


Рис. 14. Местность в пределах ландшафта каменисто-песчаной пустыни, возникшая и развивающаяся на тектонически поднимающемся участке хвалынской террасы. Делится на ряд урочищ и подурочищ, в совокупности образующих концентрически замкнутую морфологическую структуру.

*a* — аэрофотоснимок (цифрами обозначены пункты геофизических наблюдений, стрелкой — направление господствующего ветра); *б* — схематическая ландшафтная карта той же местности, составленная по данным камерального и полевого дешифрирования. Урочище 1 — дефляционная котловина с характерным природным (дефляционно-котловинным) территориальным комплексом, развивающимся в результате деструкции свода растущего поднятия. 1 — подурочища 1а — дно котловины с язвами дефляции, перемежающимися мелкими такировидными останцовыми площадками, а также мелкими барханными скоплениями, в прислоновых частях котловины переходящими в мелкобугристо-грядовый рельеф; на пустыни-песчаных солончаковых почвах — разреженные заросли верблюжьей колючки с акреком и отдельными кустами тамарикаса. 2 — подурочища 1б — нижняя часть склона дефляционной котловины с редкими останцовыми формами выдувания и эрозионными врезами локального стока; почвы серо-бурые, примитивные, обогащенные гипсом, неразвитые; растительность представлена отдельными экземплярами боялыча, тетыра и в нижней части склона — верблюжьей колючкой; на останцовых формах рельефа — серо-бурые смытые почвы с редкими экземплярами тетыра. 3 — подурочища 1в — активно эродируемая вехняя часть склона котловины; слаборазвитые серо-бурые почвы с отдельными угнетенными экземплярами тетыра и боялыча; на останцовых формах почвенный и растительный покров практически отсутствует. 4 — урочище 2 — слабонаклонная поверхность хвалынской террасы, покрытая язвами дефляции и редкими бороздами выдувания; развиты серо-бурые щебнистые дефлированные почвы; растительный покров представлен сообществами тетыра и боялыча с участием реамюрии и полыни.

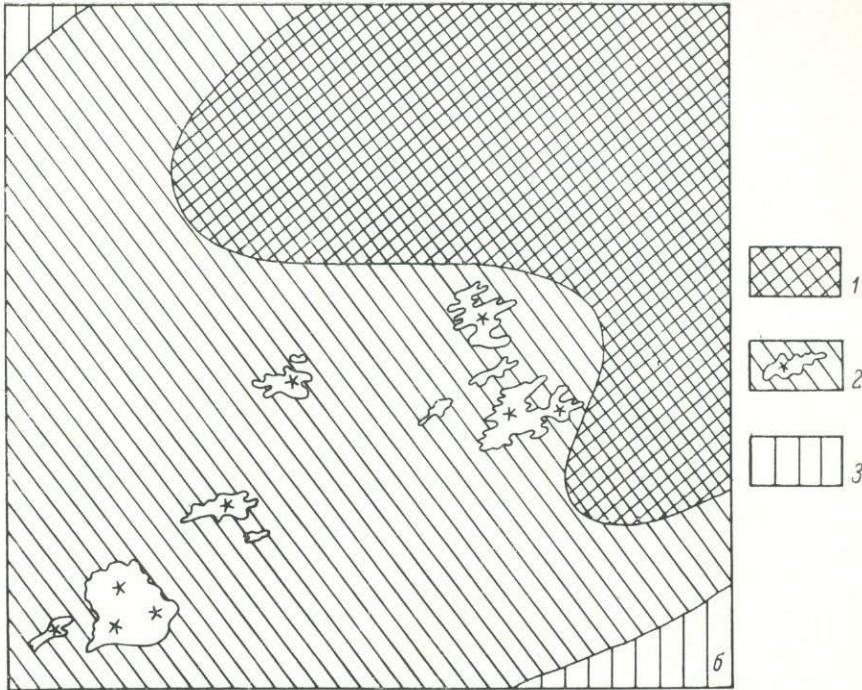


Рис. 15. Местность в пределах ландшафта каменисто-песчаной пустыни, возникшая и развивающаяся на тектонически опускающемся участке хвалынской террасы. Делится на ряд уроцищ и подуроцищ, местоположение и особенности развития которых в значительной мере обусловлены особенностями ее строения.

*a* — аэрофотоснимок (цифрами обозначены стратотаксы, стрелкой — направление господствующего ветра); *б* — схематическая карта той же местности, составленная по данным камерального и полевого дешифрирования. Уроцище 1 — впадина на хвалынской террасе, представляющая типичную отрицательную форму первичного (тектонического) рельефа каменисто-песчаной пустыни; характерной чертой впадин является развитие дефляционно-бороздового природного территориального комплекса, развивающегося в результате относительного погружения данного участка пустыни. 1 — подуроцище 1<sub>a</sub> — внутренняя, наиболее погруженная часть впадины с преимущественным развитием аккумулятивного мелкогрядового рельефа; на пустынно-песчаных солончаковых почвах — сообщества бояльча, реамюрии с отдельными экземплярами тамарикаса и сарсазана; растения располагаются по протяжению мелких песчаных гряд, ориентировка которых совпадает с направлением господствующего ветра. 2 — подуроцище 1<sub>b</sub> — внешняя часть впадины на участке некоторого воздымания ее шарнира, отличается преимущественным развитием дефляционно-бороздового рельефа и наличием оголенных дефляций глинистых пропластиков хвалынских отложений — стратотаксы; развиты слабосолонцеватые серо-бурые почвы с сообществами бояльча и реамюрии с участием сарсазана, кермека и изредка отдельных кустов тамарикаса; по стратотаксам — солонцеватые такыровидные сероземы, практически лишенные высшей растительности. 3 — уроцища 2 — природный территориальный комплекс, аналогичный уроцищу 2 на крыле поднятия.

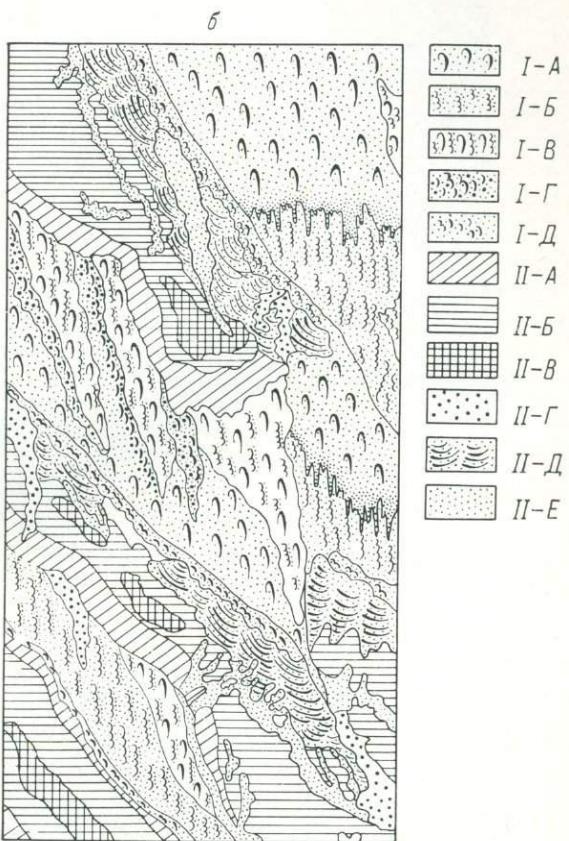


Рис. 16. Ландшафт южной окраины Заунгузских Каракумов, развивающийся в области тектонической депрессии.

а — аэрофотоснимок (*I* — кыры, *II* — межкыровые понижения; стрелкой показано направление господствующего ветра); б — элементы морфологической структуры того же участка (объяснения в тексте).



Рис. 17. Репетитивная структура рельефа эолового покрова Заунгузского плато, образованная восточными и северо-восточными ветрами (аэрофотоснимок).



Рис. 18. Ландшафт Заунгузских Каракумов, развивающийся в областях тектонических поднятий (аэрофотоснимок).

1 — урочища на холмообразных, иногда плосковерхих останцах Заунгузской толщи, 2 — урочища на выходах пород сарматского яруса и конинского горизонта, 3 — урочища на подвижных барханно-ячеистых песках.

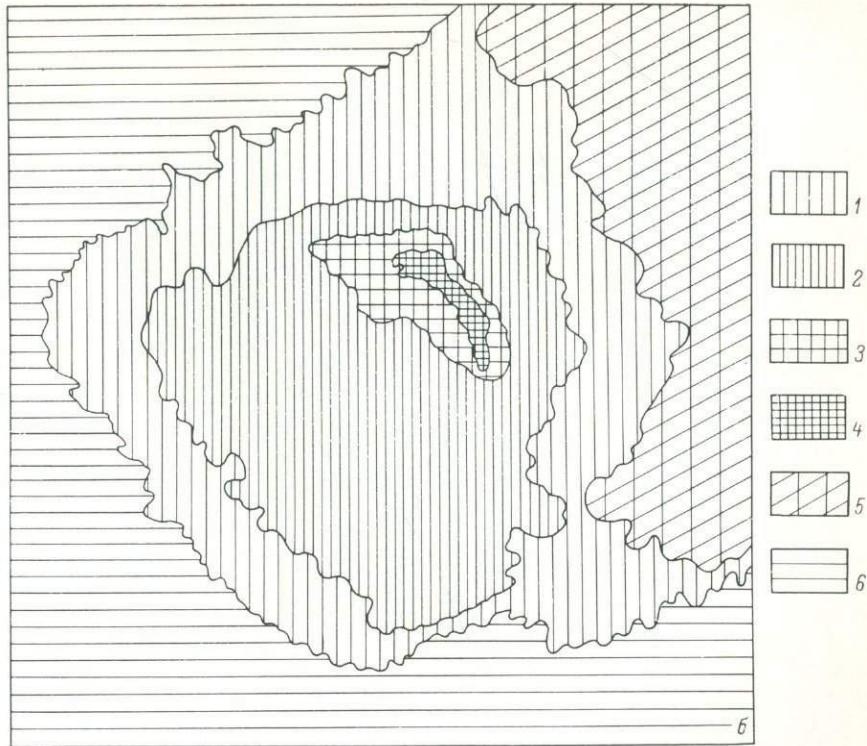


Рис. 19. Географическая местность, формирующаяся на одном из тектонических поднятий в пределах солончаковой пустыни.

а — аэрофотоснимок, б — схематическая ландшафтная карта той же местности. Урочище 1 — дефляционная котловина на своде растущего поднятия в сильно засоленных новокаспийских отложениях — галька, серый песок с *Cardium edule* L. 1а — склон котловины, покрытый коркой соли, которая размывается системой струйчатых, резко выраженных эрозионных врезов; высшие растения отсутствуют. 2 — подурочище 1б — подножье склона — пухлый солончак, лишенный высшей растительности. 3 — подурочище 1г — днище котловины — мокрый солончак, лишенный высшей растительности. 4 — подурочище 1д — диапироподобный выступ над днищем котловины плотного кристаллического образования из поваренной соли. 5 — подурочище 1д — свежедефлированный участок плотного коркового солончака с редкими экземплярами солинок. 6 — уорчице 2 — корковый деградирующий солончак на крыльях поднятия, сложенный новокаспийскими песками с ракушей; отдельные угнетенные экземпляры солинок.

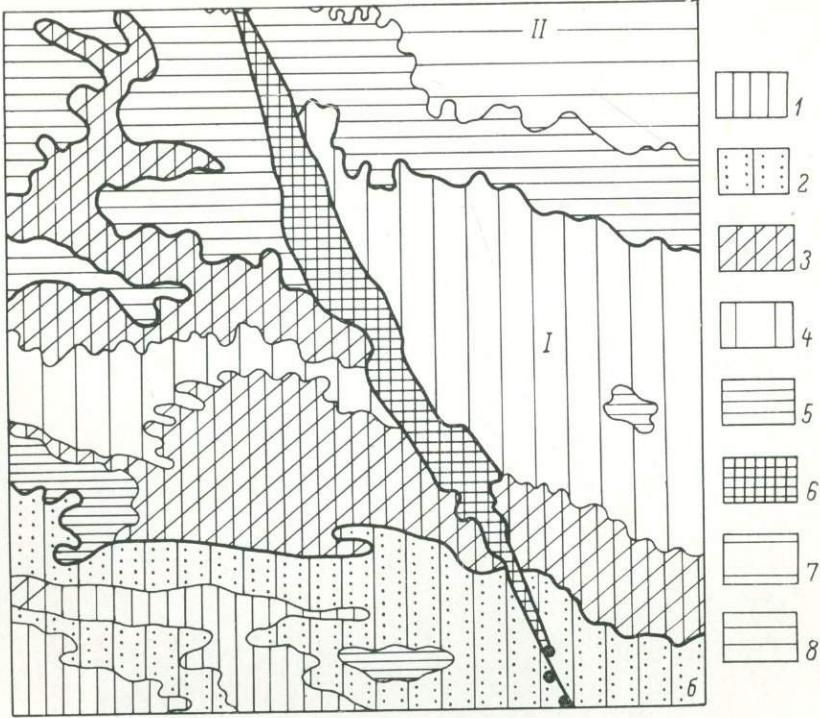


Рис. 20. Крупный разрыв северо-западного профиля. Пересекает каменисто-песчаную (верхняя часть рисунка) и солончаковую пустыни (нижняя часть рисунка). Входит в региональную тектоническую зону разрывов, которая имеет большое сейсмотектоническое значение и является важным фактором, контролирующим миграцию и накопление нефти и газа. Северная часть Прибалханского района.

а — аэрофотоснимок (буквы *r* обозначают разрывы, стрелка — направление господствующего ветра); б — схематическая ландшафтная карта того же участка. *I* — солончаковая пустыня. Урочище 1 — мокрые хлоридные и сульфатно-хлоридные солончаки на новокаспийских отложениях, серый песок *I* — с *Cardium edule* L., галька, гравий. 1 — подурочища 1а — мокрые солончаки, лишенные высшей растительности. 2 — подурочище 1б — мокрые солончаки, посыпанные песчаным наносом; почвы солончаковые; растительный покров из сарсазана с отдельными крупными кустами тамарикаса. Урочище 2 — пухлый солончак на новокаспийских отложениях с элювием хвальинской террасы. 3 — подурочища 2а — сочетание пухлых и мокрых солончаков с солончаками, покрытыми тонким слоем песка; почвы солончаковые; растительность представлена редкими экземплярами сарсазана по наносу песка. 4 — подурочища 2б — пухлые солончаки, местами покрытые песчаным наносом; растительность представлена редкими угнетенными отмирающими экземплярами тетера и останцы хвальинской террасы; почвы серо-бурые с повышенным засолением; растительность представлена угнетенными отмирающими экземплярами тетера и бояльча. 5 — урочище 3 — барьерообразная грядка высокой цементации вдоль полости тектонического дробления; почвы песчаные, увеличенной мощности, бояльча. 6 — урочище 3 — ярко окрашенные окислы железа, сильно огипсованные, содержащие железистые стяжения и примазки битума по отдельным трещинам; растительность — отдельные экземпляры кустарниковых солянок, селившиеся вдоль зоны дробления; на мокром солончаке по зоне разрыва — крупные экземпляры тамарикаса. II — каменисто-песчаная пустыня. Урочище 1 — слабонаклонная поверхность хвальинской террасы. 7 — подурочище 1а — слаботамариковая, сильно дефлированная поверхность хвальинской террасы с плацом окатанной щебенки; почвы серо-бурые, щебнистые, смытые; растительность наклонная, сильно дефлированная поверхность хвальинской террасы с плацом окатанной щебенки; почвы серо-бурые, щебнистые, смытые; растительность те же, что в подурочище 1а. 8 — подурочище 1б — дефлированный склон хвальинской террасы; почвы и растительность те же, что в подурочище 1а.



Рис. 21. Участок свода поднятия на поверхности глинистой пустыни с развитием крупной макрополигональности (граница намечающегося свода обведена пунктиром, стрелкой показано направление господствующего ветра; аэрофотоснимок).



Рис. 22. Шеренга холмиков-кос (тамоков) на поверхности глинистой пустыни, трассирующая направление одного из крупных разрывов Прикаспийской низменности Туркмении, вдоль которого амплитуда смещения блоков достигает нескольких сотен метров (стрелкой показано направление господствующего ветра).

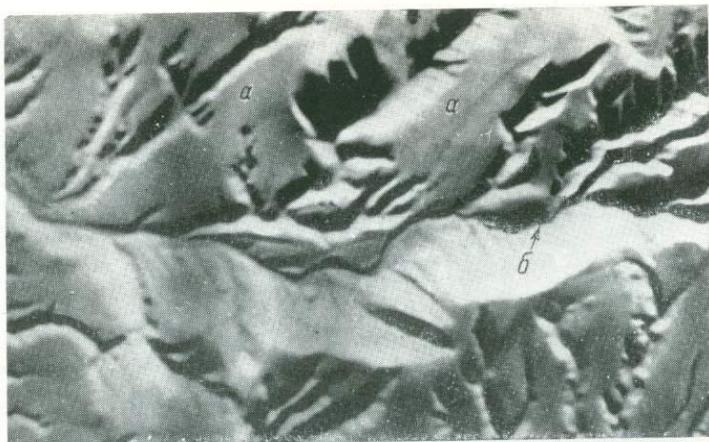


Рис. 24. Ландшафт адыров (аэрофотоснимок).

а — поверхность неогеновой равнины на водоразделах; б — овраги в толще молассовых отложений (кешенынбаирская свита, верхний плиоцен).

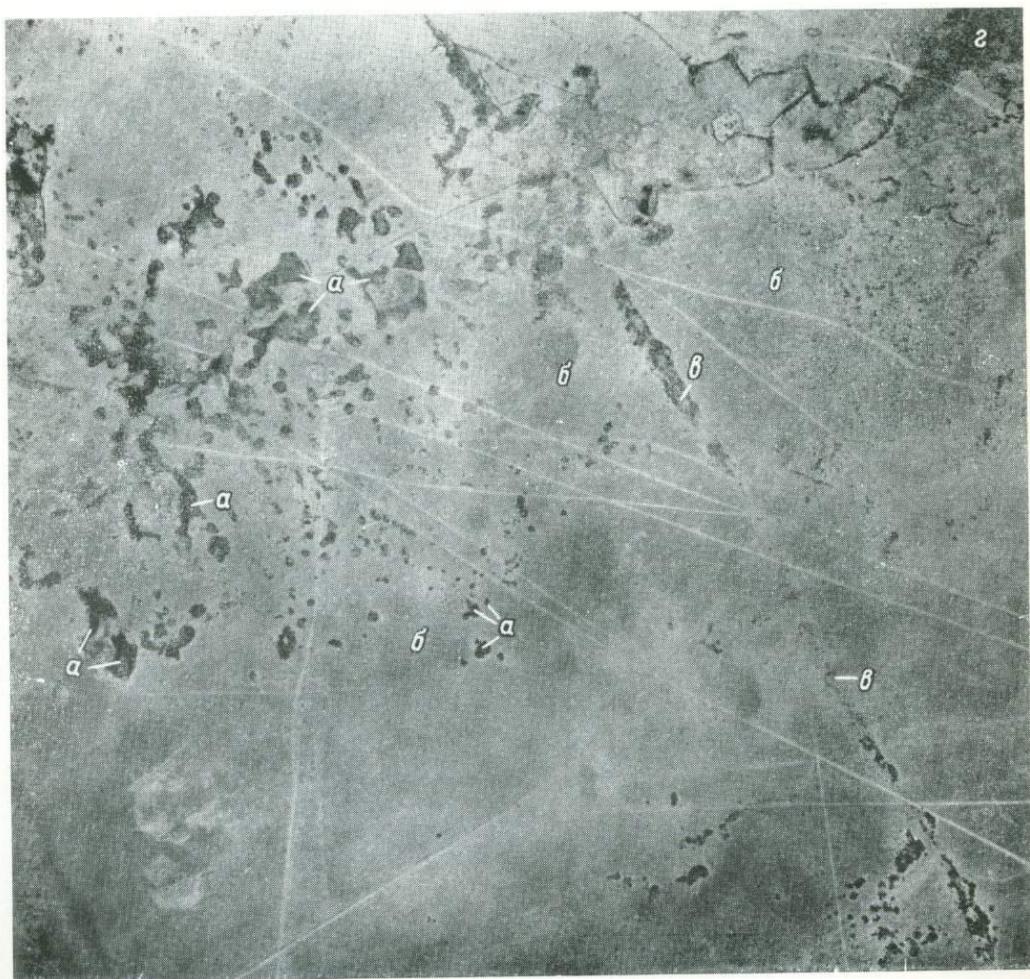


Рис. 25. Предгорная впадина на Предкокпетдагском прогибе (аэрофотоснимок).

а — сильноувлажненные суффозионные понижения (oitаки); б — такры аккумулирующиеся, г — заброшенная водосборная канава; г — южная окраина песчаной пустыни.

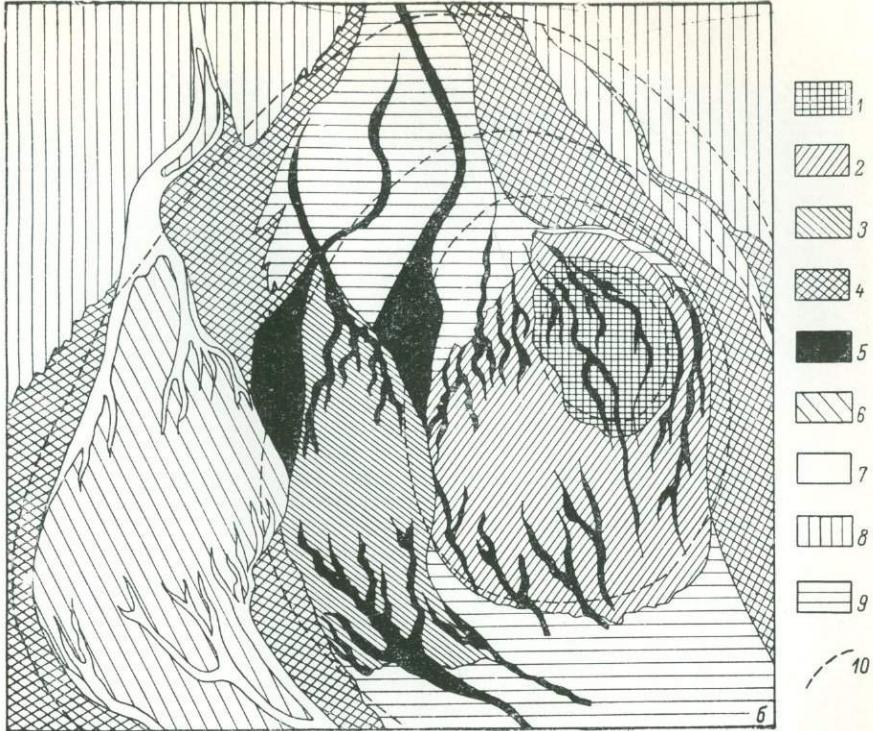


Рис. 26. Элювиальное урочище на современном тектоническом куполовидном поднятии в пределах наклонной равнины.

*а* — аэрофотоснимок (стрелкой показано направление господствующего ветра); *б* — схематическая ландшафтная карта того же участка.

Урочище — элювиальный природный территориальный комплекс. *Подурочище 1* — внутренняя часть тектонически приподнятого участка равнины, основные черты морфологии которого обусловлены своеобразным характером первичного рельефа; прорезан неглубокими, оканчивающимися слоем висячими руслами с разрушенными бровками, заполненными делювием; местами русла снивелированы денудацией; та铺ровидные серо-бурые почвы, сильно раззваленными, оканчивающимися слоем висячими руслами с глубиной вреза 50—60 см, с прикустовыми буграми и относительно сохранившимися бровками; почвенный покров плоских участков представлен та铺рами деградирующими, суглинистыми, местами щебистыми с поверхности. *Подурочище 2* — слабо приподнятый участок равнины, соответствующий юго-западному крылу поднятия с отмывающими руслами; в настоящее время сток по руслу почти прекращен; почвенный покров состоит из та铺ров типичных и та铺ров деградирующих (на плоских участках) и лугово-серо-бурых почв по руслам; вдоль русел — карган и эфемеры. *Урочище* — пролювиальный природный территориальный комплекс. *Подурочище 4* — системы молодых селевых русел, образующих неглубокие ложбины; почвенный покров представлен та铺рами аккумулирующимися в комплексе с пролювиальными отложениями и обнажениями глинистых пород; высшая растительность отсутствует. *Подурочище 5* — отмершие русла саев, заполненные делювием, покрытыми прикустовыми буграми; почвенный покров представлен лугово-серо-бурыми почвами в сочетании с песчано-глинистыми отложениями у прикустовых бугров; растительность состоит из каргана, сурана и эфемеров. *Подурочище 6* — понижение на поверхности равнины, соответствующее выпущенной части крыла поднятия с густо раззваленными неглубокими руслами; лугово-серо-бурые тяжелосуглинистые почвы, формирующиеся на отложениях русел; растительный покров состоит из каргана, сурана и эфемеров, встречаются отдельные экземпляры тамарикаса. *Подурочище 7* — крупные русла саев глубиной до 1 м, заполненные аллювием, лишенные почв и растительности. *Подурочище 8* — плоский участок верхней части слабонаклонной равнины; почвенный покров представлен та铺рами типичными; растительность слоевицная. *Подурочище 9* — плоский участок, слабо пониженный по отношению к элювиальному урочищу; почвенный покров представлен та铺рами аккумулирующими, водорослевыми. *10* — контуры поднятия в разные по времени фазы его развития.

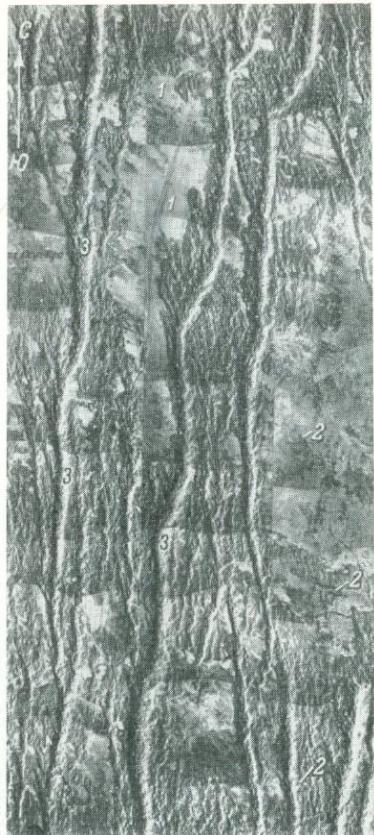


Рис. 28. Ландшафт аккумулятивно-грядовой пустыни на Южно-Каракумской (Таджикской) депрессии (неуточненная фотосхема).

1 — аккумулятивно-глинистая (затакыренная) поверхность аллювиально-дельтовой равнины древнего Таджена; 2 — следы протоков последней стадии деятельности древнего Таджена; 3 — песчаные гряды, образовавшиеся в результате аккумуляции эолового материала, приносимого господствующими ветрами северных румбов.

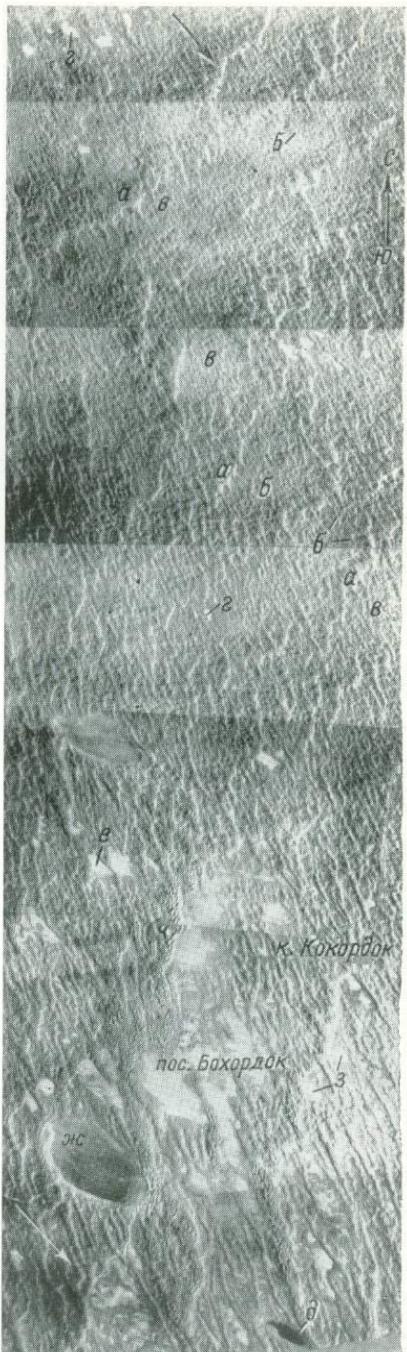


Рис. 29. Ландшафт песчаной пустыни на южном крыле Центрально-Каракумского поднятия в области его перехода в Южно-Каракумскую депрессию (неуточненная фотосхема; стрелками показано направление господствующих ветров).

I — южное крыло Центрально-Каракумского свода; II — северное крыло Южно-Каракумской (Таджикской) депрессии. а — полисинтетические песчаные гряды, ориентированные поперек направления господствующих ветров северных румбов; б — гряды сопредельной области между ландшафтами, вытянутые вдоль направлений господствующих ветров северных румбов; в — межгрядовые понижения; г — солончаки-фации на выходах Каракумской толщи; д — солончаки-фации; е — стратотактыры-фации на выходах Каракумской толщи; ж — солончаки-урочища; з — стратотактыры на тадженской свите.



Рис. 30. Барханно-котловинная песчаная пустыня, возникшая на своде Центрально-Каракумского поднятия. Хорошо видны светлые пятна — спорадически рассеянные стратотакры на обнажениях глинистых пропластков каракумской толщи (аэрофотоснимок; стрелкой показано направление господствующего ветра).



Рис. 31. Стратотакры в барханно-котловинной местности, в пределах которых положение географических подурочищ указывает на наклон слоев каракумской толщи (аэрофотоснимок; короткой стрелкой обозначено направление падения слоев, длинной — направление господствующего ветра).



Рис. 32. Обнажение выходов глинистых пропластков в каракумской толще на склоне большой дефляционной котловины. Фото В. П. Мирошниченко.



Рис. 34. Ландшафты территории Северо-Каракумского поднятия (аэрофотоснимок; стрелкой показано направление господствующего ветра).

I — ландшафт каменисто-песчаной пустыни у южной окраины Заунгусских Каракумов; II — барханно-котловинный ландшафт северной окраины Низменных Каракумов; III — древнедолинный ландшафт Унгуза.



Рис. 33. Аккумулятивно-грядовая песчаная пустыня в пределах Северо-Каракумской депрессии (аэрофотоснимок).

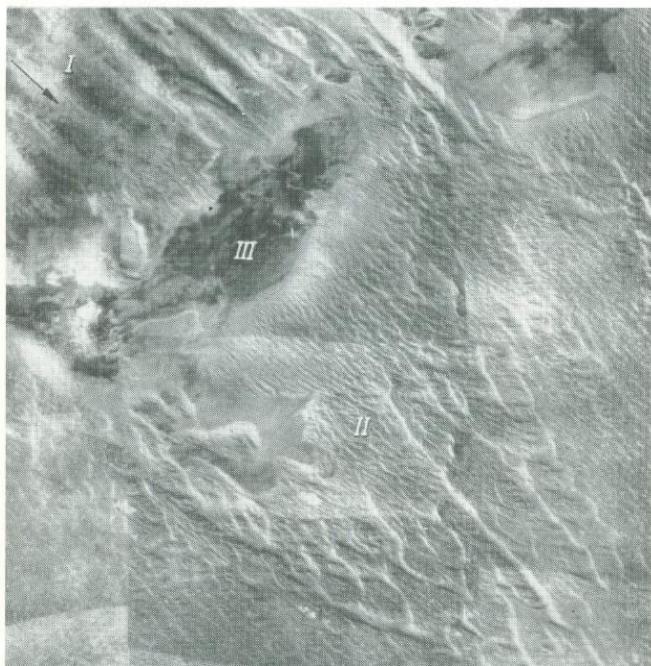


Рис. 35. Морфологический облик одного из типичных аккумулятивных песчаных массивов, образующихся вдоль южных, подветренных, чинков Заунгузских Каракумов (неуточненная фотосхема; стрелкой показано направление господствующего ветра).

I — каменисто-песчаная пустыня с кыровым рельефом, формирующаяся на тектонически приподнятом участке южной окраины Заунгузских Каракумов; II — барханно-котловинный ландшафт северной окраины Низменных Каракумов с характерным аккумулятивно-песчанным шлейфом дефляции на тектонически приподнятом участке южной окраины Заунгузских Каракумов; III — одна из котловин в пределах древнедолинного ландшафта Унгуза в районе Кара-Чирле.

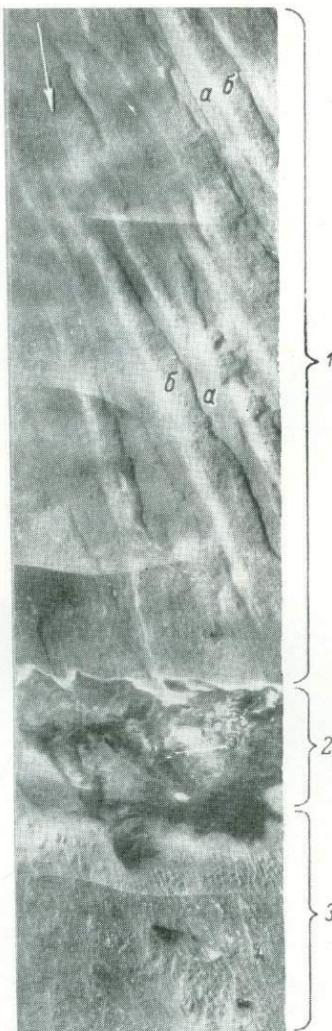


Рис. 37. Морфологический облик рельефа Заунгузья, характерный для его восточного и западного аэродинамических полей (неуточненная фотосхема; стрелкой показано направление господствующего ветра).

1 — кыры (а) и межкыровые понижения (б) южной окраины Заунгузских Каракумов; 2 — одна из впадин Ўнгуза; 3 — северная окраина Низменных Каракумов.

## О ГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Введение . . . . .</b>	3
<b>Глава I. Современные представления о неотектонике и общих особенностях ее проявлений в структуре земной коры и на земной поверхности (В. П. Мирошниченко) . . . . .</b>	5
<b>Глава II. Общие сведения о морфологической структуре географического ландшафта (В. П. Мирошниченко) . . . . .</b>	14
<b>Глава III. Использование индикационной роли отдельных компонентов ландшафта при изучении новейшей тектоники . . . . .</b>	20
Рельеф (Л. И. Березкина, В. П. Мирошниченко) . . . . .	20
Почвы (Ю. С. Толчельников) . . . . .	27
Растительность (Е. В. Леонтьева) . . . . .	36
<b>Глава IV. Использование элементов морфологической структуры ландшафтов пустыни как комплексных индикаторов новейшей тектоники (В. П. Мирошниченко) . . . . .</b>	46
Песчаная пустыня . . . . .	48
Каменисто-песчаная пустыня . . . . .	59
Солончаковая пустыня . . . . .	65
Глинистая пустыня . . . . .	68
<b>Глава V. Региональные структуры новейшей тектоники Центральных Низменных Каракумов (В. П. Мирошниченко) . . . . .</b>	70
Предкапетдагский предгорный прогиб . . . . .	75
Предкапетдагское валообразное поднятие . . . . .	80
Южно-Каракумская (Тедженская) депрессия . . . . .	88
Центрально-Каракумское поднятие . . . . .	90
Северо-Каракумская депрессия . . . . .	94
Северо-Каракумское (Унгуское) поднятие . . . . .	95
<b>Глава VI. Ландшафтный метод в изучении аэродинамики Каракумов (нескоторые выводы, обобщения, рекомендации) (В. П. Мирошниченко) . . . . .</b>	101
<b>Литература . . . . .</b>	109

1 р. 20 к.

50

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ