

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

XXVII СЕССИЯ

INTERNATIONAL
GEOLOGICAL CONGRESS

XXVII SESSION



Туркменская
Советская Социалистическая
Республика

Turkmen
Soviet Socialist
Republic

ЭКСКУРСИЯ

096

EXCURSION

Путеводитель

Guide-book



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС
XXVII СЕССИЯ**

СССР МОСКВА 1984

**ТУРКМЕНСКАЯ СОВЕТСКАЯ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА**

Экскурсия 096

Путеводитель

**АШХАБАД
„ТУРКМЕНИСТАН“
1984**

Авторы: М. М. Батыршин, Т. П. Витковская, А. Н. Да-
выдов, Х. Дурдыев, М. С. Жмуд, М. Р. Мильт-
кис, Н. С. Орловский, О. М. Панасенко,
Е. С. Парникель, С. З. Товбина, Я. А. Ход-
жакулиев, Р. Ф. Юферев.

Редакционная коллегия: А. К. Каррыев, М. К. Мирза-
ханов, Е. С. Парникель

СОДЕРЖАНИЕ

РАСПИСАНИЕ ЭКСКУРСИИ	4
ВВЕДЕНИЕ (Е. С. Парникель, О. М. Панасенко)	5
1. ИЗ ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (Я. А. Ходжакулиев, А. Н. Давыдов, Е. С. Парникель)	6
2. СТРАТИГРАФИЯ (Р. Ф. Юферев)	8
3. ТЕКТОНИКА (О. М. Панасенко)	12
4. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ (Я. А. Ходжакулиев, Е. С. Парникель)	17
5. МАРШРУТ В РАЙОН ПОДЗЕМНОГО ОЗЕРА КОУ (М. С. Жмуд, С. З. Товбина, Р. Ф. Юферев, М. Р. Мильткис)	22
6. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ «ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИН- СТИТУТА ПУСТЫНЬ АКАДЕМИИ НАУК ТССР (Н. С. Орловский)	32
7. КАРАКУМСКИЙ КАНАЛ им. В. И. ЛЕНИНА (М. М. Батыршин)	35

РАСПИСАНИЕ ЭКСКУРСИИ 096

1-ый день — Прибытие из Москвы в город Ашхабад

2-ой день — Город Ашхабад, прием руководством Туркменского республиканского оргкомитета XXVII МГК, обзорные сообщения о геологии и полезных ископаемых Туркменистана, осмотр геологического музея Туркменского научно-исследовательского геологоразведочного института (ТуркменНИГРИ) Управления геологии ТССР

3-ий день — Выезд на подземное озеро Коу, знакомство с геологией Коуской антиклинали, осмотр обнажений верхней юры (оксфорд-титона) и нижнего мела (берриас-валанжина)

4-ый день — Прием в президиуме Академии наук Туркменской ССР (АН ТССР), посещение Института пустынь АН ТССР и знакомство с его деятельностью. Выезд на Каракумский канал им. В. И. Ленина

5-ый день — Экскурсия на стационарную базу института геологии Академии наук ТССР для ознакомления с системой (способом) сбора местных атмосферных вод путем подземного магазинирования

6-ой день — Знакомство с ковровой фабрикой производственного объединения „Туркменковер“, Выставкой достижений народного хозяйства Туркменистана, музеями г. Ашхабада. Прием руководством Туркменского республиканского оргкомитета XXVII МГК, обсуждение и подведение итогов экскурсии

7-ой день — Отбытие из Ашхабада в город Москву

ВВЕДЕНИЕ

Туркменская ССР расположена между Каспийским морем на западе и рекой Амударьей на востоке. Лишь небольшой участок республики на ее восточной окраине лежит на правобережье Амударьи. Наибольшее протяжение Туркменистана с запада на восток составляет 1100 км, с юга на север — 650 км, площадь — 488, 19 тыс. км². Население ТССР на 1 января 1983 г. составляло 3044,6 тысячи человек. Территория республики делится на пять административных областей: Ашхабадскую, Красноводскую, Марыйскую, Чарджоускую и Ташаузскую.

Природа Туркменистана отличается большим разнообразием, что определяется его географическим положением, но главным природным ландшафтом республики является пустыня Каракумов. Климат Туркменистана засушливый, резко континентальный. Средняя температура воздуха в июле +30, 32°C, поверхность почвы прогревается до 70—80°C. В Каракумах выпадает около ста миллиметров осадков, в горных районах — 300—400 мм. Осадки в виде дождей и, редко — снега выпадают в зимне-весенний период. Самая большая река Средней Азии — Амударья протекает на востоке республики. Другие реки (Мургаб, Теджен, Атрек), а также речки Копетдага сравнительно маловодны. К числу основных водоисточников относятся Каракумский канал им. В. И. Ленина и подземные пресные воды конусов выноса на предгорной равнине Копетдага.

За годы Советской власти Туркменистан из полуфеодальной страны превратился в страну с высокоразвитым сельскохозяйственным и промышленным производством, наукой и культурой.

Здесь развиты нефтяная и нефтеперерабатывающая, газовая, химическая отрасли промышленности, газоэнергетика, машиностроение, промышленность строительных материалов и стройиндустрии, местная (ковроткачество), легкая и пищевая промышленность. Гордостью туркменского народа являются Красноводский нефтеперерабатывающий, Чарджоуский суперфосфатный, Гаурдакский серный заводы, комбинат «Карабогазсульфат», нефтяные и особенно газовые промыслы, оснащенные современной техникой. Продукция, производимая в Туркменистане, вывозится во все братские республики СССР и в пятьдесят

стран мира. Ее объем за годы Советской власти возрос в 33 раза.

Больших успехов добился Туркменистан в области ирригационного строительства. Одним из выдающихся достижений является сооружение за короткий срок Каракумского канала имени В.И. Ленина протяженностью более 1100 км.

Главными отраслями сельского хозяйства является хлопководство и овцеводство. По производству хлопка республика занимает второе место среди хлопконосящих республик СССР. Туркменский каракуль известен во всем мире.

Территория ТССР охватывает значительную южную часть обширной Туранской эпипалеозойской платформы, а также прилегающие к ней с юго-запада элементы альпид Средиземноморского пояса. Основу западной части платформенной области составляет группа крупных структур с высоким гипсометрическим положением фундамента, включающая на западе Карабогазский, а на востоке — Центрально-Каракумский своды, между которыми заключена Порсокуп-Верхнеузбайская система межсводовых дислокаций. На севере размещается ряд негативных элементов, из числа которых лишь Дарьялык-Дауданский прогиб полностью расположен в пределах Туркменистана. Восточная часть платформенной области глубоко прогнута по фундаменту и занята в основном крупными впадинами — Заунгурской на севере и Мургабской на юге. С северо-востока впадины отделены Измаильско-Карабекаульским прогибом от приамударьинского террасированного склона южных тяншанид.

В юго-восточной периферии эпипалеозойской платформы, вовлеченою в новейшую активизацию, сформировался эпиплатформенный ороген, представленный на крайнем востоке Туркменистана отрогами Гиссарского хребта, а на юге — крайней западной периклиналью Банди-Туркестана.

На юго-западную окраину Туранской плиты наложена система краевых структур погружения. С запада на восток это Красноводская впадина, Северобалханский и Предкопетдагский прогибы. Сочленение системы с горно-складчатой областью альпид дизъюнктивное.

Альпийский ороген Туркменистана включает Кубадагское поднятие, Большебалханский антиклиниорий и советскую часть Копетдагского мегантиклиниория, а также восточный борт Южно-Каспийской межгорной впадины.

1. ИЗ ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

До установления Советской власти в Туркменистане не было открыто ни одного месторождения полезных ископаемых, запасы которых обеспечивали бы рентабельную эксплуатацию.

Лишь на площадях Небит-Даг и Челекен производилась кустарная добыча нефти. Из других полезных ископаемых были известны выходы каменного угля на Туаркыре, месторождения озерных солей и некоторых строительных материалов (гипсоз и гранитов, известняков и песчаников). Неудачной оказалась попытка разработки Каракумского серного месторождения, открытого в 1881 году.

Начало детального изучения геологического строения нефтяных месторождений Юго-Западного Туркменистана было положено В. Н. Вебером и К. П. Калицким (1907—1909 гг.).

Рождение Туркменской Советской Социалистической Республики в 1924 г. обусловило бурное развитие ее производительных сил. Академия наук СССР оперативно откликнулась на запросы и нужды молодой республики и активно включилась в изучение минерально-сырьевых богатств края. Экспедиции, руководимые академиками А. Е. Ферсманом, Д. И. Щербаковым, И. М. Губкиным, положили начало планомерному изучению недр Туркменистана.

В 30—40-е годы ряд крупных работ по дальнейшему изучению нефтяных месторождений был выполнен Академией наук СССР и Всесоюзным нефтяным институтом (ВНИГНИ). Из них следует отметить исследования В. Б. Порфириева, Ю. А. Косыгина, М. И. Воронцова, А. В. Данова и др.

В 1938 г. в республике было организовано Туркменское геологическое управление, а в 1941 — при Туркменском филиале АН СССР — Институт геологии (ныне ТуркменНИГРИ). Существенное внимание в этот период было уделено выявлению новых ресурсов подземных вод для развития отгонного животноводства и водоснабжения населенных пунктов, региональным стратиграфическим исследованиям, направленным на разработку и создание стратиграфических схем как основы при геологических исследованиях на различные виды полезных ископаемых и прежде всего на нефть и газ. Большой вклад в региональные стратиграфические и литологические исследования внесли Н. П. Луппов, Г. Я. Крымгольц, К. К. Машрыков, О. С. Вялов, П. И. Калугин, А. А. Ализаде, С. Н. Симаков и другие.

Дальнейшему расширению масштабов геологоразведочных работ на нефть послужило принятное в 1948 г. правительственное постановление «О дальнейшем развитии нефтяной промышленности Туркменистана». За сравнительно короткий срок были разведаны и введены в промышленную разработку нефтяные месторождения Котур-Тепе (1948 г.), Восточный Небит-Даг (1949 г.), Монжукулы (1949 г.), Челекен (1949 г.), Кызылкум (1951 г.).

Постановлением правительства СССР в 1956 г. «Об усилении геологоразведочных работ на нефть и газ в западной части Средней Азии» положено начало качественно новому этапу ускоренного развития региональных и детальных геолого-геофизи-

зических и буровых работ на нефть и газ на территории Туркменистана. Управление геологии ТССР, объединения «Туркменнефть», «Туркменгазпром» развернули комплексные поисково-разведочные работы в слабо изученных районах Туранской плиты.

Большой вклад в развитие сырьевой базы нефтяной и газовой промышленности республики внесли В. В. Денисович, Н. Н. Алифан, К. К. Бабенко, В. В. Семенович, М. К. Мирзаханов, А. А. Бакиров, В. Я. Соколов, В. В. Смарагдов, Г. А. Габриэлянц, Г. Х. Дикенштей, Л. Н. Смирнов, Я. А. Ходжакулиев, З. Б. Хуснутдинов, М. А. Аширмамедов, А. Н. Давыдов, Н. Н. Камышев, А. А. Николаев, В. А. Спикин, М. Э. Эсенов и другие.

Начало познанию глубинного строения земной коры и верхней мантии положили региональные геофизические исследования под руководством Ю. Н. Година. Он разработал основы современного тектонического районирования платформенной территории республики.

На всю территорию республики составлены среднемасштабные геологические, гидрогеологические и другие специализированные карты, используемые для поисков месторождений полезных ископаемых. Стратиграфическую базу региональных геологосъемочных работ подготовили Н. П. Луппов, Н. П. Херасков, С. Н. Симаков, Г. Я. Крымгольц, П. И. Калугин, О. С. Вялов, К. К. Машрыков, К. Н. Аманназов, В. А. Прозоровский, Л. Н. Смирнов, Т. Р. Розыева и другие. В познание геологии Туркменистана внесли значительный вклад А. А. Алланов, О. М. Панасенко, М. Ш. Ташлиев, Ч. М. Пайтыков и многие другие.

Открытие крупных месторождений подземных пресных и промышленных вод стало возможным благодаря трудам В. Н. Кунина, П. И. Калугина, Г. Я. Рябчинского, Н. Г. Шевченко, М. М. Батыршина и других исследователей.

Академик А. Е. Ферсман заложил основы планомерного изучения геологии и геохимии твердых полезных ископаемых, которое было успешно продолжено В. В. Дановым, В. П. Мирошниченко, Х. Мамедовым, Е. С. Парникелем, В. П. Седлецким и другими. В Туркменистане создана прочная база местных строительных материалов (К. П. Беркелиев и др.).

2. СТРАТИГРАФИЯ

Древними породами фундамента являются рассланцеванные гнейсы верхнего протерозоя (?), вскрытые в Гаурдаеке под средней юрой.

Среднепалеозойские отложения фундамента, наиболее полно изученные в Туаркыре, сложены сланцевой толщей с прослойями и линзами окремнелых и яшмовидных пород (200 м), а

в Кубатау представлены разнообразными метаморфизованными сланцами, прорванными гранитами (200 м).

Верхнепалеозойские отложения в Туаркыре образуют аман-булакскую свиту, сложенную туфами, конгломератами, алевролитами и аргиллитами (3300—3400 м), имеющими пермский возраст.

Триасовые отложения в Туаркыре выделены в индский ярус, сложенный конгломератами, песчаниками и алевролитово-глинистыми породами, и оленекский ярус, представленный карбонатами (717 м).

Юрские отложения обнажаются в горных сооружениях Туаркыра, Кубадага, Большого Балхана, Копетдага, Гаурдака и Кугитанга. На остальной территории они погребены под более молодыми осадками, но вскрыты буровыми скважинами более чем в 150 пунктах. В обнажениях Туаркыра нижняя юра сложена пестроцветами (40 м), средняя — угленосными и песчаными отложениями (800 м). Верхнюю юру слагают зеленовато-серые глины келловея и светлые окременные известняки нижнего оксфорда (36 м). На Большом Балхане юрские отложения обнажаются начиная с байоса. Он представлен темно-серыми аргиллитами мощностью до 2200 м. Батский ярус сложен песчано-глинистыми отложениями (до 1900 м). Верхнеюрские отложения на Большом Балхане и Кубадаге выражены терригенными, карбонатными и гипсо-ангидритовыми породами (до 600 м). В Копетдаге обнажаются лишь верхнеюрские отложения в Коуской и Келятинской грядах. Здесь развиты карбонатные породы, относящиеся к оксфорду-титону. Юрские отложения, вскрытые буровыми скважинами в Каракумах, близки по строению к туаркырским, что объясняется принадлежностью их к единой Центрально-Туркменской структурно-фацальной зоне.

В Восточном и Юго-Восточном Туркменистане юра вскрыта буровыми скважинами в Приамударьинском районе. Здесь развиты все три отдела. Нижний включает кварцитовые и разнозернистые песчаники тоара и угленосные отложения аалена (400 м); средний — сложен морскими терригенными осадками (до 500 м); верхний — мощностью до 1000 м, состоит из карбонатной, эвапоритовой и красноцветной формаций.

Выходы нижнемеловых отложений приурочены к горным образованиям Туаркыра, Кубадага, Большого Балхана, Копетдага и Кугитанга. В Туаркыре и Прикарабогазье нижний мел сложен пестроцветами, известняками и терригенными морскими отложениями (до 500 м). На Большом Балхане и Кубадаге он разделяется на две толщи: нижнюю (берриас-нижний баррем), преимущественно карбонатную и верхнюю (верхний баррем-альб) — терригенную. Нижнемеловые отложения слагают все основные хребты Копетдага и выражены морскими и частично лагунными образованиями. Мощность их достигает 3000 м. Нижний мел вскрыт скважинами во многих пунктах Централ-

ных Каракумов. Здесь выделены терригенно-карбонатные, карбонатные, песчано-алевролитовые и глинистые морские осадки (770 м). На востоке равнинной части республики нижнемеловые отложения представлены толщей терригенных и карбонатных пород морского и лагунно-континентального генезиса (до 1200 м).

Верхнемеловые отложения северо-запада республики представлены карбонатно-терригенными породами, мергелями, белыми известняками и пестрыми мергелями (500 м). В Копетдаге выделяются терригенные, терригенно-карбонатные и карбонатные породы (1200—2100 м). В Низменных и Заунгусских Каракумах верхний мел распадается на две толщи: нижнюю — терригенную и верхнюю — карбонатную. В Мары-Байрамалийском районе верхнемеловые отложения вскрыты бурением. Они представлены мощной толщей терригенных и карбонатных пород морского генезиса (1200 м). В Приамударьинском районе верхний мел обнажается в Питяке на поднятии Кабаклы. В остальных районах он вскрыт бурением. В литологическом отношении здесь развиты однообразные сероцветные пески, песчаники, алевролиты и глины, образующие толщу, мощностью до 1000—1300 м. В Гаурдак-Кугитангском районе верхнемеловые отложения представлены мощной (1000 м) толщей преимущественно терригенных пород морского генезиса.

Палеогеновые отложения обнажаются на Красноводском полуострове, в Туаркыре, Большом Балхане, в чинах Айбугира, в Копетдаге и Бадхызе, Гаурдаке и Кугитанге. На остальной территории они вскрыты скважинами.

В Западно-Туркменской впадине палеоцен представлен известняками, известковистыми песчаниками или мергелями (150 м). Эоцен сложен пестроцветами, белыми мергелями и карбонатными глинами (200 м). Олигоцен представлен глинами (более 300 м). В Центральном Туркменистане палеоген образуют глинисто-карбонатные породы, пестро- и красноцветные мергели, глинистые известняки и глины (620 м). Палеоген Юго-Западного Туркменистана представлен серыми и зеленоватыми мергелями, пестрыми известковистыми и глинистыми мергелями с рыбными горизонтами, глинами и мергелями, голубоватыми, бурыми, зеленовато-серыми, коричневыми и темно-серыми глинами (2800 м). В Копетдаге палеоген представлен мергелями, кварцевыми песчаниками, зеленоватыми глинами, терригенно-карбонатными породами, алевролитами (до 1140 м).

В Бадхызе палеоген выражен бухарскими, сузакскими, алайскими и туркестанскими слоями терригенного, карбонатного и вулканогенного состава (1000 м). В Мары-Байрамалийском районе выделены три отдела, сложенные карбонатными, карбонато-терригенными, гипсоносными образованиями (545 м). В Приамударьинском и Гаурдак-Кугитангском

районах палеоген представлен глинами, мергелями, гипсонасными известняками, песчаниками и пестроцветами (610 м).

Неогеновые отложения наблюдаются почти на всей территории республики. В миоцене Западно-Туркменской впадины выделяются средний (тортонский) и верхний (сарматский) подотделы. Первый представлен терригенно-карбонатными отложениями (500 м). Второй имеет карбонатно-терригенный состав (250 м). Плиоцен сложен карбонатно-терригенными, пестроцветными, озерно-болотными и терригенно-карбонатными породами (400 м).

Неоген Красноводского полуострова и Чильмамедкумов подразделяется на миоцен (в объеме тортона и сармата) и плиоцен (760 м). В Устюрте и на Южно-Мангышлакском плато неоген представлен морскими осадками, в центральной части Туаркыра — континентальными; на остальной территории развиты как континентальные, так и морские отложения (500 м). В западных частях северо-востока Туркменистана миоцен имеет морской генезис, а на остальной территории верхний миоцен и плиоцен слагают континентальные осадки. Мощность отдела до 450 м. В Низменных Каракумах выделяются красноцветы нижнего-среднего миоцена (286 м), средний и верхний миоцен, представленные морскими отложениями (до 85 м). Верхний миоцен — средний плиоцен сложены красноцветами (до 900 м), средний — верхний плиоцен имеют континентальный генезис (500 м), верхний плиоцен представлен акчагылом (400 м), апшероном (40 м) и кешинынбаирской свитой (225 м). В Копетдаге неогеновые отложения имеют на западе морской состав и сложены карбонатно-терригенными отложениями. К востоку от Арчмана неоген становится континентальным; в нем значительную роль играют конгломераты.

В Бадхызе, Карабиле и Юго-Восточных Каракумах неоген сложен континентальными глинисто-песчаными отложениями мощностью от 100 до 1500 м. Лишь на северо-западе в них вклинивается морской акчагыл.

Неоген северо-западной части Гаурдак-Кугитангского района слагают терригенные песчаники, алевролиты, глины, конгломераты красноцветного облика мощностью до 500 метров.

Четвертичные отложения характеризуются пестрым литолого-фацальным составом. Наиболее полные разрезы нижне- и средне-плейстоценовых отложений известны в Прибалханском и Кеймир-Чикишлярском районах Западного Туркменистана. На Красноводском полуострове и на берегах Кара-Богаз-Гола развиты хвалынские и новокаспийские отложения. В долине Узбоя и Низменных Каракумах выделяются отложения каракумской свиты. Широко распространены на территории республики эоловые образования. Нижний плейстоцен представлен тюрканской свитой (до 250 м). Морские осадки обнажаются в Прибалханском районе, на Челекене, Красноводском полуос-

трове, в Западном Копетдаге и на западе Низменных Каракумов (мощность до 600 м). Средний плейстоцен на западе представлен морскими слоями, в южных, центральных и восточных районах — пролювиальными и делювиальными галечниками, конгломератами и суглинками. Верхний плейстоцен на западе сложен морскими слоями, в остальных районах — пролювием и делювием, а также аллювием и дельтовыми образованиями рек Теджена, Мургаба, Амудары. Голоцен выражен морскими (новокаспийскими) пролювиальными, аллювиальными, озерными отложениями, а также образованиями шоров.

3. ТЕКТОНИКА

Обширную эпипалеозойскую платформу Средней Азии и Казахстана составляет преимущественно Туранская плита, четко разделенная на две части Мангышлакско-Южно-Тяньшаньской структурной линией. Северная и южная части плиты существенно отличаются друг от друга: южная продолжает на восток Скифскую плиту и входит в состав Средиземноморского пояса, северную образуют юго-восточный клин Русской платформы, переработанный в процессе палеозойского тектогенеза, и юго-западный изгиб Урало-Монгольского пояса. Южная половина Туранской плиты почти целиком приходится на территорию Туркменистана, занимая большую, северную, его часть, меньшая же южная относится к альпийским структурам Средиземноморского пояса.

В строении фундамента плиты принимают участие палеозойские и, возможно, более древние метаморфиты и гранитоиды. Основные интрузивы встречаются значительно реже, а ультрамафиты лишь спорадически. Складчатое основание, однако, преимущественно сложено в разной степени дислоцированными орто- и парагеосинклинальными вулканогенно-осадочными, хронологически дискретными формационными образованиями среднего палеозоя. Между консолидированным фундаментом и платформенным чехлом залегает латерально прерывистый вулканогенно-моллассовый орогенный этаж, в глубоких прогибах имеющий, по всей очевидности, верхнепалеозойско-триасовый хронологический диапазон и наибольшие мощности. Сокращенный разрез орогенного этажа, вплоть до его выпадения, наблюдается на крупнейших поднятиях.

Альпийские геосинклинальные и платформенные комплексы Туркменистана формационно сходны и не очень существенно различаются по мощностям. Они составляют в альпидах юрско-палеогеновый миогеосинклинальный и неоген-антропогеновый орогенный этажи. Последнему на платформе соответствует синхронный молассоидный комплекс, венчающий платформенный чехол.

На северной окраине Туркменистана расположены элементы Южно-Мангышлакского и целиком Дарьялык-Дауданский прогиб.

Южнее размещаются приподнятые по фундаменту структурные элементы: на западе Карабогазский, а на востоке Центрально-Каракумский своды, между которыми заключена Порсокуп-Верхнеузбайская система межсводовых дислокаций. Последнюю с запада на восток составляют валы и перемежающие их прогибы. Все они, исключая субмеридиональный Верхнеузбайский прогиб, имеют северо-западное простирание.

На Карабогазском своде, размеры которого превышают 150x400 км, сокращенный по мощности чехол залегает прямо на кристаллических породах основания и начинается аптом. Центрально-Каракумский субмеридионально удлиненный свод с размерами порядка 400x200 км занимает срединное положение в Туркменистане и отличается также сокращенным, но стратиграфически более полным разрезом чехла, который включает среднюю юру—антропоген.

На рассмотренной части плиты развиты прерывистая базальная, терригенная угленосная и карбонатная формации верхов нижней юры—оксфорда. Выше следует карбонатно-терригенная, сероцветная терригенная и глинисто-карбонатная формации мела, терригенно-карбонатная и глинисто-терригенная формации палеогена. Венчают разрез молассоиды неоген-антропогена. Общая мощность платформенного чехла колеблется в пределах 1—3 км, лишь на юго-востоке она превышает 6 километров.

Значительная восточная часть платформенной области Туркменистана имеет глубоко залегающий фундамент и состоит из двух крупных впадин: на севере — Заунгузская, на юге — Мургабская. Фундамент здесь имеет четко выраженное блоковое строение, вследствие чего элементы, составляющие и осложняющие эту часть плиты, носят характер ступеней, моноклиналей, грабеновых прогибов и горстовых поднятий, над- и приразломных валов и прогибов. Репетекский субширотный надразломный вал разделяет Заунгузскую и Мургабскую впадины.

Вдоль северо-восточных окраин Заунгузской и Мургабской впадин почти на 500 км протягивается отделенный от них Багаджинским валом Измаильско-Карабекаульский прогиб. Его глубина по фундаменту составляет 4—9 км. Северо-восточнее располагается террасированный юго-западный склон погребенных южных тяньшанид.

Все названные структурные элементы хорошо выражены в фундаменте, структуре, формациях и мощностях осадочного чехла. **Ограничения** их в фундаменте приурочены к глубинным разломам, основные из которых проникают в чехол. В рассмотренной части региона доверхнепалеозойский фундамент залегает на глубинах 3—15 км. Наибольшие глубины отмечаются в

осевых зонах Заунгузской и Мургабской впадин, где предполагаются значительные мощности позднегерцинского орогенного этажа и мощность платформенного чехла до 7–8 км. Разрез последнего полный и, кроме упоминавшихся при перечислении формаций западной платформенной части региона, включает кимеридж-титонскую эвапоритовую формацию мощностью до 1000 м и титон-барремскую красноцветную формацию, наибольшая мощность которой (около 500 м) отмечена в Мургабской впадине.

С юго-запада Туранскую плиту окаймляет альпийский эпигеосинклинальный ороген. От плиты он отделен линейной системой краевых (передовых) депрессий. С запада на восток это Красноводская платформенная мульда, Северобалханский и Предкопетдагский прогибы. Северобалханский прогиб узкий и неглубокий (менее 3000 м по фундаменту), сочленение его с Большебалханским антиклиниорием шовное.

Предкопетдагский прогиб при северо-западном простирации на 700 км имеет ширину 30–40 км на западе и до 120 км на востоке. Внешний борт его широкий и пологий, внутренний — узкий и крутой. Соchленение прогиба с Копетдагом дизъюнктивное, вдоль системы разрывов Южно-Туркменского краевого шва, имеющих сбросовый, взбросовый и взбросо-надвиговый характер. Граница Предкопетдагского прогиба с Туранской плитой условно проводится по региональному Северо-Предкопетдагскому разлому. Замыкается прогиб на западе перед Большебалханским антиклиниорием, а на востоке продолжается в Мургабскую впадину. В пределах Предкопетдагского прогиба с юго-востока на северо-запад выделяются Теджепская (Душакская), Каахкинская, Ашхабадская и Казанджикская депрессии, ограниченные блоковыми перемычками, сопряженными с субмеридиональными разломами. Наиболее глубокая часть приосевой зоны находится между Бахарденом и Гяурсом. Здесь же предполагаются наибольшие глубины залегания подошвы юры (более 10 км) и кристаллического фундамента (свыше 15 км).

На крайнем юге Туркменистана расположены элементы северной окраины восточного сегмента Средиземноморского альпийского пояса — Кубадагское шовно-глыбовое поднятие, Большебалханский антиклиниорий, Копетдагский мегантиклиниорий и восточный борт Южно-Каспийской впадины. Южно-Каспийская впадина выполнена мощной толщей осадочных образований. Достоверно известны в ее туркменской части лишь мелантропогенные отложения. Здесь Южно-Каспийская впадина по подошве альпийского мегакомплекса представляет собой систему крупных блоков, ступенчато-погружающихся от горного обрамления в сторону Каспия.

Кубадаг, Большой Балхан и Копетдаг образуют единую, приуроченную к Южно-Туркменскому краевому шву структур-

ную цепь, продолжающую тектоническую линию Большого Кавказа и отделенную Южно-Каспийской впадиной и Кучано-Мешхедским прогибом от южной, Эльбурс-Биналудской, цепи мегантиклиниориев Туркмено-Хорасана, целиком расположенной в пределах Ирана и продолжающейся в Паропамизе-Гиндукуше. Таким образом, эта южная цепь имеет перед своим северным фронтом на востоке неотектонически активизированную платформу, а на западе — эпимиогеосинклинальный ороген Копетдага.

Западное звено альпийских структур — Кубадагское поднятие сложено комплексом палеозойско-триасовых магматогенных образований и представляет собой многоступенчатый горст в доальпийском фундаменте. К северному склону прилегают преимущественно мезозойские отложения, на южном — древние изверженные породы перекрываются неогеном и антропогеном. На альпийской геосинклинальной стадии развития Кубадагское шовно-глыбовое поднятие, видимо, являлось небольшим краевым массивом, вовлеченым в новейший орогенез.

Болшебалханский антиклиниорий представляет собой обособленный альпийский обращенный прогиб, выполненный миогеосинклинальным этажом мощностью более 5000 м. Юра и мел здесь отделены угловым несогласием. Северное крыло структуры имеет характер шовной флексуры, а южное отличается относительно спокойным наклоном. От Копетдага Большой Балхан отделяется Межбалханской седловиной.

Во фронтальной части Западного и Центрального Копетдага выделяется сложно построенная Передовая зона, включающая серию разнообразных складчатых и разрывных дислокаций. Южнее Передовой зоны выделяются Главная, Рабат-Хосардагская, Куйлярская, Даната-Малобалханская и Восточно-Копетдагская складчатые зоны. Главная расположена в Иране и лишь на востоке Туркменистана представлена Горнобадыхской периклиналью.

Доальпийское основание в западном Копетдаге находится на глубинах порядка 20 км. Южно-Туркменский краевой шов выражен продольными блоками основания, кулисно и ступенчато сменяющими друг друга по простиранию. Глубина по поверхности основания здесь достигает 5—10 км. В пределах Предкопетдагского прогиба эта поверхность имеет общий уклон в сторону Копетдага. В районе Кизыл-Арвата можно ожидать глубину залегания до 5—6 км, а при переходе в Казанджикскую впадину — до 7 км. На Кубадагском шовно-глыбовом поднятии основание выходит на поверхность, а в восточном направлении испытывает погружение в сторону Большого Балхана, в котором опускается в юго-восточном направлении от 1 до 3 и более километров.

Южно-Туркменскую шовную зону в совокупности с прилегающими структурами можно соотнести с зоной сочленения

Аравийской и Евразийской плит, раздвиг которых обусловил в палеозое эвгеосинклинальное развитие. Последующее сближение плит привело к герцинской коллизионной складчатости и орогенезу, завершившимся в конце триаса. В альпийскую эпоху раздвига плит не произошло, но эта зона была вовлечена в интенсивное прогибание, причем имела место перестройка структурного плана: Копетдагская миогеосинклиналь, в отличие от диагональной герцинской рифтогененной эвгеосинклиналии, приобрела субширотное простиранье и распространялась далеко на запад, в пределы Южно-Каспийской впадины, и на восток, внутрь только что сформировавшейся платформы, продолжившись в осевую зону Мургабской впадины. Альпийский орогенез, однако, наиболее выражено проявился в герцинской зоне коллизии Аравийской и Евразийской плит, не потерявшей подвижность. Следовательно, общий структурный план альпийского орогена, вероятно, не соответствует полностью миогеосинклинальному.

Орогенный неоген-антропогеновый этаж сложен молассами, в основном континентальными на востоке и морскими на западе. Они выполняют главным образом предгорные прогибы и Южно-Каспийскую впадину. В центральных частях прогибов отмечается и предполагается непрерывность разреза между орогенными и подстилающими формациями, на остальной территории между ними известны угловые и стратиграфические несогласия. Последние наблюдаются и внутри орогенного этажа, разделяя его на два структурных яруса: средний миоцен-среднеплиоценовый и верхний плиоцен—антропогеновый. Верхний из них практически не дислоцирован. Во внутренних районах Южно-Каспийской впадины суммарная мощность альпийского орогенного этажа достигает 6000 метров.

В пределах Туркменистана земная кора континентальная. Лишь на юго-западе, где расположен восточный борт Южно-Каспийской впадины, отличающийся сокращенной мощностью «гранитного» слоя, земная кора, возможно, имеет переходный к океаническому типу.

Поверхности Мохоровичча и Конрада в целом между собой согласны. Максимальные мощности «гранитного» слоя и консолидированной коры отвечают Ашхабадской депрессии Предкопетдагского прогиба и особенно югу Мургабской впадины (свыше 42 км), «базальтового» слоя — Центрально-Каракумскому своду, где мощность «гранитного» слоя меньше, чем «базальтового». Впрочем для Центрально-Каракумского свода иногда приводятся и обратные соотношения мощностей слоев коры.

Основные формы рельефа поверхности Мохо совпадают в плане с крупнейшими структурными элементами консолидированной коры. Наиболее приподнята эта поверхность в пределах Карабогазского свода и Южно-Каспийской впадины, которые

оконтуриваются изогипсой—30 км. Довольно высоко она расположена в пределах Порсокуп-Верхнеузбайской системы межводовых дислокаций и на Центрально-Каракумском своде. Изогипса в — 35 км оконтуривает вместе Карабогазский свод и упомянутую систему дислокаций, обрамляет Центрально-Каракумский свод, который, однако, отделяется с запада субмеридиональной депрессией, соответствующей Верхнеузбайскому прогибу, где поверхность Мохоровичча погружается до глубин 38-40 км. Еще более низкое гипсометрическое положение эта поверхность занимает восточнее Центрально-Каракумского свода, в Заунгузской впадине (от —40 до —45 км). Согласные в контурах опускания границ Мохо располагаются под осевой зоной Мургабской впадины (ниже —45 км).

В зоне сочленения Туранской плиты с альпийской горноскладчатой областью поверхность Мохоровичча испытывает относительное понижение на 5—10 км. Формы рельефа этой поверхности приобретают здесь линейность, согласную со структурным планом альпид шовной зоны. Примечательная особенность — более высокое положение поверхности Мохоровичча в пределах Копетдага по сравнению с Предкопетдагским прогибом. Для Туркменистана в целом глубины залегания поверхности мантии, а следовательно, и мощности земной коры, находящиеся в пределах 30—50 км, отвечают таковым континентальных платформ либо наименьшим значениям для эпиогеосинклинальных и эпиплатформенных орогенов.

4. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В Туркменистане разведаны месторождения нефти и газа, пресных подземных вод, самородной серы, калийных солей, каменной соли, промышленных йодо-броневых вод, сульфатов стронция, натрия и магния, цементного и другого сырья для промышленности строительных материалов.

Нефть. Нефтяные месторождения и нефтяная промышленность размещены в западной части республики. Здесь за годы после Великой Октябрьской революции обустроены десятки промыслов, построен современный город Небит-Даг — столица нефтяного края. На базе западно-туркменских нефтяных месторождений в городе Красноводске действует нефтеперерабатывающий завод. Нефтяная промышленность является ведущей отраслью народного хозяйства самой западной Красноводской области Туркменистана. Разведанные запасы нефти сосредоточены в Прибалханской и Гограньдаг-Окаремской антиклинальных зонах. Основным по добыче является Прибалханский нефтегазоносный район. К настоящему времени здесь открыты и рведены в разработку 7 нефтяных и нефтегазовых месторождений (Небит-Даг, Кум-Даг — нефтяные, Котур-Тепе, Барса-

Гельмес, Бурун, Куйджик, Боя-Даг — нефтегазовые). Месторождения большей частью многопластовые. Они расположены в зонах значительного погружения неогеновых отложений и связаны с песчаными коллекторами красноцветной толщи, акчагыльского и ашеронского ярусов плиоцена, залегающими на глубинах от 1000 до 4000 м. На Челекене также разрабатываются залежи нефти, приуроченные к подстилающим красноцветную толщу отложениям.

Крупные зоны нефтегазонакопления выявлены в Гогрань-даг-Окаремском газонефтеносном районе, где основные запасы сосредоточены в четырех преимущественно газовых месторождениях с незначительными нефтяными оторочками (Камышлоджа, Окарем, Гограньдаг и Кеймир). Все подготовленные промышленные запасы приурочены к нижнекрасноцветному комплексу.

Небольшие по запасам месторождения нефти открыты и в пределах акватории туркменского побережья Юго-Восточного Каспия (Ливанова, Б.Лам, Губкина, Жданова и др.).

Газ. В Центральном и Восточном Туркменистане, где обособляется Амударьинская газонефтеносная провинция, сосредоточены основные газовые ресурсы республики. Здесь открыто около 50 месторождений.

Газовая промышленность Туркменистана развивается высокими темпами. Если в 1965 г. добывалось газа 1,2 млрд. м³, то в 1982 — его добыто 67 млрд. м³, а в последующие годы объемы добычи будут возрастать.

С открытием и освоением Амударьинской нефтегазоносной провинции преображаются некогда безлюдные районы Юго-Восточных и Заунгузских Каракумов. Выросли и обустроились крупные поселки газовых промыслов (Газ-Ачак, Шатлык и др.), на базе газовых месторождений работают электростанции в городах Мары и Безмейне (Ашхабаде), строятся химические заводы по переработке газового конденсата и гомологов метана (этана, пропана и др.). Наряду с внутренним потреблением значительная часть туркменского газа подается в центральные районы европейской части СССР. В общесоюзном балансе Туркменистан по объему добычи газа вышел на второе место после Западной Сибири РСФСР.

По особенностям геологического строения, степени изученности и перспективам газоносности разреза в Амударьинской газонефтеносной провинции выделяют Беурдешик-Хивинскую, Заунгузскую, Чарджоускую, Мургабскую и Карабиль-Бадхызскую газоносные и газонефтеносные области.

В Беурдешик-Хивинской газоносной области залежи газа связаны с широким интервалом осадочных пород, от аптских (Ачак, Наип) до среднеюрских (Наип) включительно. На месторождении Ачак установлено до 15 продуктивных горизонтов, а этаж газоносности составляет около 800 м. Глубина залега-

ния залежей меняется от 1500 до 3000 м. Продуктивные горизонты сложены в основном песчаниками, алевролитами, известняками. На месторождении Кирпичли они представлены пачкой известняков — «рухляков» мощностью 60—70 метров.

В начале 70-х годов разведаны крупные газовые месторождения в Заунгузской газоносной области (Заунгузские Каракумы). На Багаджинском и Восточно-Унгузском поднятиях были открыты газовые месторождения Багаджа, Малай, Сакар и Гагарина. Глубина залегания продуктивных горизонтов изменяется от 2900 до 3600 м. Продуктивными являются подсолевые известняки келловей-оксфорда.

В Чардоуской газоносной области залежи газа связаны в основном с карбонатными отложениями келловея-оксфорда. На месторождениях Фараб, Саман-Тепе, Киштуван, Метеджан, Сундуклы продуктивными являются пачки массивных известняков и ангидритов, залегающих на глубинах от 2500 до 3600 м. Все месторождения однопластовые. На северо-западе, в зоне отсутствия соленосной толщи, газоносность установлена в интервале от альба до нижней—средней юры включительно (Гутуртли, Сев. Гутуртли). Коллекторами служат песчаники, известняки и ангидриты. Все месторождения области газовые и газоконденсатные, за исключением Фараба, где газовая залежь имеет небольшую нефтяную оторочку.

Наиболее крупная зона газонакопления располагается на юге республики (Юго-Восточные Каракумы), в пределах Мургабской впадины. Всего в Мургабской впадине открыто 20 месторождений, среди которых Даулетабад-Донмезское и Шатлыкское являются самыми крупными в Средней Азии. В Мургабской области разведен в основном меловой этаж газоносности. Промышленные притоки газа получены из песчаников шатлыкского горизонта нижнего мела (Байрам-Али, Уч-Аджи, Сейраб, Майское, Шатлык и др.). Наиболее крупное Шатлыкское газоконденсатное месторождение открыто в 1968 г., с 1974— оно находится в промышленной эксплуатации. Месторождение осложнено двумя куполами. Глубина залегания продуктивного горизонта 3220-3350 м, газ метановый, с содержанием стабильного конденсата, сероводород отсутствует.

Бадхыз-Карабильская нефтегазоносная область в тектоническом отношении объединяет одноименную ступень и Кушкинскую зону поднятия. Последняя расположена на крайнем юге республики.

Значительное количество выявленных структур позволяет высоко оценить перспективы газоносности Бадхыз-Карабильской ступени, являющейся наиболее приподнятой зоной Мургабской впадины. В ее пределах установлено резкое сокращение мощности осадочного чехла с последовательным выпадением из разреза юрских и частично нижнемеловых отложений. Северные склоны ступени характеризуются крутым моноклиналь-

ным залеганием осадков, с последовательным наращиванием стратиграфической полноты разреза по мере погружения к осевой зоне Мургабской впадины. Такое строение предопределило образование крупных зон газонакопления, связанных с неструктурными типами ловушек.

Неструктурного типа гигантская залежь Даулетабад-Донmezского месторождения связана с региональной зоной выклинивания юрских терригенных и соленосных отложений. Промышленная газоносность приурочена к песчаным породам шатлыкского горизонта нижнего мела, залегающим на глубинах 2884—3622 м. Дальнейшее расширение перспектив нефтегазоносности месторождения связано с оценкой продуктивности регионально нефтегазоносных толщ юрского возраста.

Высокие перспективы газоносности различных районов Восточного Туркменистана позволяют и в дальнейшем рассматривать газовые ресурсы республики в качестве крупнейшей сырьевой базы для обеспечения систем газопроводов Средняя Азия — Центр.

Металлические полезные ископаемые в Туркменистане представлены только проявлениями цветных и редких металлов (свинца, цинка, ртути, молибдена) или мелкими их месторождениями (Кугитангская группа), за исключением стронция (целестин). Разведанные Арикское и Сакыртминское месторождения целестина располагаются на крайнем юго-востоке республики. Они приурочены к известнякам и доломитам палеоценена и генетически относятся к осадочному типу целестиновых месторождений с наложенной гидротермально-метасоматической минерализацией. Мощность известняково-доломитовой пачки пород с рассеянной целестиновой минерализацией достигает 20 м. К средней части пачки приурочен пласт практически мономинерального (73—95%) целестина (0, 1-1,2 м).

Разведанные месторождения горно-химического сырья — самородной серы, калийных солей, каменной соли и известняков, а также промышленные воды Западно-Туркменской впадины и рассолы залива Кара-Богаз-Гол служат надежной базой для развития химической промышленности. Успешно работает Гаурдакский серный завод, основная продукция которого — ксеровая сера поставляется в другие союзные республики СССР и потребляется для производства фосфатных удобрений на Чарджоуском суперфосфатном заводе. Из промышленных вод извлекается йод и бром, а из рассолов залива Кара-Богаз-Гол сульфаты натрия и магния. Эта продукция почти полностью вывозится за пределы ТССР.

Химическая промышленность республики базируется вновь на местной минерально-сырьевой базе. Она в общем хозяйственном объеме производства Туркменистана стоит втором месте, вслед за топливно-энергетическими отраслями. **Сера.** Месторождения самородной серы инфильтрационно-

метасоматического типа разведаны в Гаурдак-Кугитангском (Гаурдакское, Кызылтуммук-Карлюкское) и Центрально-Каракумском (серные бугры) сероносных районах. Ее проявления в этих и других районах многочисленны (Бадхыз, Копетдаг, Красноводский полуостров). Разрабатывается только Гаурдакское месторождение, добыча серы в Каракумах прекращена в 1961 году.

Газовая сера. Сероводородосодержащие углеводородные газовые залежи установлены по десяти месторождениям (Самантепе, Метеджан, Гугуртли и др.), суммарные запасы которых сопоставимы с разведенными запасами самородной серы, а прогнозные — значительно их превосходят.

Калийные и каменные соли. На юго-востоке республики расположен Среднеазиатский калиеносный бассейн (верхняя юра); в верхней половине галитовой толщи (до 400 м) содержатся до 18 пластов сильвинитового и карналитового состава. Разведанные месторождения (Карлюкское, Карабильское, Гаурдакское и др.) могут служить сырьевой базой калийной промышленности на многие десятки лет.

Месторождения каменной соли (Гаурдакское, Ходжакиямское и др.) пригодны для пищевой и химической отраслей промышленности (более 96% галита); месторождение Узунсу (неоген) в Копетдаге пригодно для комплексной разработки (галлит, мирабилит, тенардит, астраханит). Поваренная соль выявлена на Каспийском побережье (Куулисоль), в сухом русле Узбоя (Баба-Ходжа) и в крупных бессточных впадинах (Еройландуз, Карапшор, Султан-Санджар).

Глины бентонитовые. Разрабатывается Огланлинское месторождение (Б. Балхан), представленное вулканогенно-осадочной пластовой крутопадающей залежью (до 30 м) монтмориллонитового состава. Физико-химическими свойствами глин определяется широкий спектр областей их использования: для буровых растворов и окомкования окатышей железорудных концентратов, как связывающие и отбеливающие и т. д. Перспективы поисков месторождений бентонитовых глин благоприятны в Копетдаге, в Бадхызе, Гаурдаче и Питняке.

Кварцевые песчаники и доломиты. Песчаники шамлинской свиты палеогена и верхнеюрские доломиты Копетдага служат сырьевой базой Ашхабадского стекольного завода.

Строительные материалы. Сыре для производства вяжущих материалов и грубой керамики — известняки и глины, гипсы и ангидриты, гажа широко развиты, а разведанные месторождения полностью удовлетворяют потребности промышленности. Производство пильного камня организовано на базе органогенных известняков акчагыла (Красноводск, Кызыл-Арват), палеоцен (Мукрыкское месторождение) и маастрихта (Кабаклы). В качестве облицовочных материалов могут использоватьсь органогенные известняки, доломиты (Б. Балхан, Копет-

даг, Гаурдак) и изверженные породы (Кубадаг). Наполнители для бетона и дорожно-строительные материалы представлены месторождениями изверженных (Кубадаг, Кубатау) и карбонатных пород (Балханы, Копетдаг, Гаурдак, Кугитанг), а также продуктов их разрушения (галечник, песок). Разведано около 50 месторождений. В производстве легких заполнителей используется керамзит, получаемый на базе легкоплавких вспучивающихся глин палеогена (Копетдаг) и верхнего мела (Гаурдак, Питняк), а также аргиллитов байоса (Б. Балхан). Строительные пески аллювиального, прибрежно-морского и эолового происхождения широко развиты на всей территории республики.

Народное хозяйство Туркменистана полностью обеспечивается местными строительными материалами.

Месторождения пресных подземных вод имеют особо важное значение в экономической и социальной жизни Туркменистана, так как территория республики характеризуется пустынными природно-климатическими условиями, а питьевое и хозяйственное водоснабжение практически полностью базируется на подземных водах. Потребности народного хозяйства городов, поселков и сельских населенных пунктов, расположенных в центральных и восточных районах ТССР, полностью удовлетворяются за счет разведенных месторождений пресных подземных вод. Красноводская область сравнительно бедная ресурсами пресных подземных вод, начиная с 1983 г. получила воду из Амударьи по Каракумскому каналу им. В.И. Ленина. В 1984 г. амударьинскую воду получит город Красноводск.

3-ий день экскурсии

МАРШРУТ В РАЙОН ПОДЗЕМНОГО ОЗЕРА КОУ

Цель маршрута — ознакомление с геологическим строением окрестностей города Ашхабада и, в частности, с Передовой цепью горных сооружений Копетдага, с геологией района подземного озера Коу, с пещерой и самим озером. На пути к озеру Коу предусмотрены две краткие остановки.

Путь от Ашхабада до конечного пункта маршрута — подземного озера Коу — лежит по Предкопетдагскому предгорному прогибу, осевая зона которого располагается севернее Ашхабада. Южнее города видны холмы (байры) Кешинынбайрской антиклинали, сложенной континентальными образованиями верхнего плиоцена. Простирание складки субширотное, падение крыльев очень пологое 7—9°. На дальнем плане выдается самая высокая часть советского Копетдага — Гауданский хребет — антиклиналь с высотами до 3000 м. Северное ее крыло образовано нижнебарремскими известняками и

наклонено под углом около 10° . Сопряженная с антиклиналью Яблоновская синклиналь, выраженная аптскими отложениями, в большей части косо срезана Харварским взбросо-сдвигом, отделяющим Копетдаг от предгорного прогиба. К западу ее сменяет Вановская синклиналь, северное крыло которой представляет невысокий Гиндуварский хребет. Далее к северо-западу простирается Маркоуская передовая брахиантиклиналь (14x6 км) с отметками высот до 1543 м. К северу обращено надвинутое на южный борт Предкопетдагского прогиба более пологое (до 35°) крыло антиклинали, сложенное барремом и осложненное небольшой синклиналью. В западном направлении Маркоуская антиклиналь сменяется небольшой Гингольской складкой, сильно нарушенной сбросами и взбросо-сдвигами, а затем Улидепинской передовой антиклиналью. К северу обращено пологое дислоцированное крыло последней, сложенное нижним мелом и верхней юрой и надвинутое на складчатый борт Предкопетдагского прогиба. Перед фронтом надвига, в предгорной Келятинской гряде обнажены эоцен-среднеплиоценовые и верхнеплиоценовые отложения, разделенные резким угловым несогласием. Еще далее к северо-западу простирается Коуская антиклиналь, также надвинутая на южный борт предгорного прогиба. В Актепинской гряде, сопровождающей северное надвинутое крыло Коуской антиклинали, обнажены эоцен-плиоценовые накопления, дислоцированные в той же степени, что и в предыдущей Келятинской гряде.

Остановка 1

Сведения о геологии Центрального Копетдага

Центральная часть советского Копетдага, вдоль которой лежит маршрут экскурсии, располагается между меридианами, проходящими через Ашхабад и Арчман (120 км). Здесь обнаружены нижнемеловые и отчасти верхнеюрские отложения, причем готерив поднят местами на высоту до 2500 м. Южная, большая часть Центрального Копетдага смята в две пологие и протяженные, дугообразные в плане, складчатые цепи. В восточном направлении они сливаются в одну, при этом, дальше протягивается более южная Миссинев-Гауданская антиклинальная цепь, северное крыло которой в районе Ашхабада обращено к Предкопетдагскому прогибу. В западных звеньях складки рассечены диагональными левыми взбросо-сдвигами широтного и северо-восточного простирания, в восточных — правыми взбросо-сдвигами северо-западного направления. Кроме этого, северные крылья антиклиналей осложнены косо ориентированными к ним более мелкими складками, генетически связанными с правыми взбросо-сдвигами.

Северная краевая часть Центрального Копетдага, известная как зона передовых штамповых антиклиналей, имеет более сложное строение. Она неоднородна по характеру и простиранию пликативных дислокаций и состоит на северо-западе из субширотных, эшелонированно расположенных складок, сменяющихся к востоку цепью антиклиналей северо-западного, фрагментами субширотного простирания. И те и другие развиты над Передовым глубинным разломом — Южно-Туркменским краевым швом, представляя генетически связанные с ним структуры чехла. От расположенного севернее Предкопетдагского прогиба зона передовых антиклиналей отделена северо-западными и реже субширотными разрывами, правыми взбросо-сдвигами и надвигами, по которым южный борт прогиба опущен относительно Копетдага на величину до 6 км. В западной, Арчман-Нухурской части передовой зоны разрывы срезают под углом 50° восточные окончания субширотных складок, в средней части ее они субпараллельны передовым антиклиналям, на востоке срезая их под небольшим острым углом. Южнее Ашхабада с предгорным прогибом граничит внутренняя антиклинальная цепь Копетдага.

Субширотные брахискладки Арчман-Нухурской группы симметричны, с неодинаковой крутизной крыльев ($10-40^\circ$), иногда опрокинуты и надвинуты к северу. Рассматриваются как результат правого сдвига по Южно-Туркменскому краевому шву в среднем — позднем плиоцене. Вместе с тем дискорданность Келят-Дагерманджикской антиклинали осталенным складкам группы и параллельность ее внутренним складчатым цепям Копетдага, возможно, свидетельствует о несколько иной первоначальной структуре Арчман-Нухурской части передовой зоны, испытавшей в плиоцене усложнение из-за сдвиговых деформаций.

Цепь штамповых антиклиналей передовой зоны обнаруживает неодинаковое строение по простиранию. Многочисленными правыми взбросо-сдвигами, отходящими и отклоняющимися к югу от фронтальных разрывов Копетдага, она косо рассечена на части, смещенные вправо на расстояние от первых сотен до 5000 м. При этом, северо-западное простирание складок чередуется с субширотным. Южные крылья антиклиналей относительно крутые ($18-40^\circ$ до 80°), нарушены небольшими взбросо-сдвигами, флексурами, северные крылья пологие ($8-35^\circ$), осложнены мелкими субширотными складками и надвинуты к северу, северо-западу. Стратиграфическая амплитуда надвигания составляет 4—6 км. Во фронтальной части надвигов обнажены наиболее древние верхнеюрские отложения, смятые в мелкие, параллельные надвигу складки, опрокинутые к северу и югу. Плоскость разрыва круто наклонена ($45-70^\circ$) у Актеринского (антиклиналь Коу) и полого, горизонтально ($0-12^\circ$) у Келятинского (антиклиналь Улидепе) надвига. Кро-

ме основной плоскости надвига, к югу отмечается второстепенные с амплитудой в сотни метров, что в целом говорит о чешуйчатом строении надвигов. Скважины, пробуренные на расстоянии до 5 км к югу от фронтальных разрывов Центрального Копетдага, вскрыли поднадвиговую часть разреза на глубинах от 380 до 2630 м. В отличие от описанного, северо-западные окончания Коуской и Мурадкерикской антиклиналей имеют коробчатое, почти симметричное строение с наклоном крыльев от 20 до 40 градусов.

В продольном сечении штамповые антиклинали асимметричны: их западные периклинали круче и выше, часто осложняются поперечными субширотными складками, генетически связанными с правыми сдвигами. Своды антиклиналей осложнены небольшими сбросами и грабенами.

Современное северо-западное простирание штамповых антиклиналей несколько не совпадает с простиранием возрастных границ в юре и мелу, что, возможно, свидетельствует о несколько ином первоначальном простирании антиклиналей, близком к субширотному, и о последующем его изменении в среднем—позднем плиоцене интенсивными правосдвиговыми движениями.

Остановка 2

Геологическое строение Коуской антиклинали

Коуская передовая антиклиналь (25x4,5 км) представляет одно из звеньев фронтальной части Центрального Копетдага, взброшенной, местами надвинутой на внутренний борт Предкопетдагского предгорного прогиба. Антиклиналь в целом ориентирована с северо-запада на юго-восток и отделена от смежных пликативных структур диагональными и субсогласными правыми взбросо-сдвигами Гермабской группы, сходящимися в пучок на северо-западе и клином ограничивающими ее западную асимметричную периклиналь. Оперяющими разрывами она рассечена на ряд неодинаковых по размеру и высоте, продольных и диагональных блоков, смещенных по латерали на сотни метров. На северо-западе Коуская антиклиналь имеет коробчатую форму с падением крыльев 40—45°. В этой, наиболее приподнятой ее части обнажены верхнеюрские сульфатно-карбонатные отложения общей мощностью около 900 м, в которых расположена карстовая пещера и подземное озеро Коу. На периклинали развиты очень мелкие, крутые и опрокинутые к северо-западу или юго-востоку складки.

Юго-восточная большая часть антиклинали сложена на поверхности готеривскими и барремскими терригенно-карбонатными породами и имеет несколько иную форму. Относитель-

но крутое и простое юго-западное крыло наклонено до 20°, северо-восточное пологое (средний угол 8—10°) волнисто изогнуто в складки субширотного простирания. У последних (антиклиналей) круче северные крылья. Широкая, широтно ориентированная юго-восточная периклиналь складки оборвана Бахчинском взбросо-сдвигом. Сводовая часть антиклинали осложнена мелкими поперечными складками, грабеном, а также надвигами с амплитудой перемещения до 1000 м. Названные структурные осложнения обычно связываются с право-сдвиговыми перемещениями.

По данным геологической съемки северное крыло Коуской антиклинали взброшено, а в западной части круто надвинуто к северо-западу на внутренний борт Предкопетдагского прогиба. Скважины, заложенные в западной части северного крыла и вскрывшие под верхней юрой на глубине от 380 до 1245 м верхнемеловые и палеогеновые отложения, показали пологий наклон (около 10°) плоскости надвига, однако не выявили всей амплитуды надвигания (более 5 км).

Севернее выходов верхнеюрских пород антиклинали расположена узкая (до 1,5 км) сквозная Пантышская долина, выполненная плиоцен-антропогеном, под которыми на глубине около 500 м вскрыт неоком (скв. 36). Долина заключена между двумя крупными сдвиго-надвигами, Бахчинским и Ханкеризским, и отделяет основную часть Коуской антиклинали от Актекинской гряды субширотного простирания, где деформированные готерив-аптские отложения надвинуты на эоцен-неогеновые. Таким образом, современная разобщенность и неодинаковый возраст пород надвига по простиранию в Коуской антиклинали и Актекинской гряде, очевидно, обусловлены расчленением единого прежде надвига средне-позднеплиоценовыми правыми взбросо-сдвигами Гермабской группы. Представляется также, что до проявления право-сдвиговых движений смежные части Коуской и Мурадкерикской антиклиналей принадлежали единой субширотной складке.

По мнению других исследователей, надвинутой к северо-западу является лишь юрская часть Коуской антиклинали, причем надвигание связывается целиком с правыми средне — позднеплиоценовыми взбросо-сдвигами.

Остановка 3

Литолого-стратиграфическое описание пород озера Коу

Верхнеюрские отложения озера Коу наряду с их обнажением в Келятинской гряде являются древнейшими отложениями, выходящими на дневную поверхность в советском Копетдаге.

Гараджагаинская свита (нижний (?) оксфорд).

1. Доломиты, серые мелко-зернистые и полигеноморфные с кремневыми стяжениями, крепкие, разнослойистые. 3 м.
2. Доломиты, похожие на вышеописанные, массивно-слоистой текстуры. Внизу окремненные. Рассланцовываются на тонкие слои. 12 м.
3. Доломиты серые мелкокристаллические, слоистые (средне-слоистые). В рельефе образуют склоны, покрытые осипью. 4 м.
4. Доломиты серые, крепкие массивные с прослойем тонкослоистых доломитов, окремненные. 5 м 50 см.
5. Доломиты серые, средне-и тонкослоистые, оскольчатые при выветривании. 5 м.

Мехинсуская свита (верхний оксфорд).

6. Доломиты серые и темно-серые, плотные, полосчатые, сланцевидные, сильно окремненные. 20 м.
 7. Доломиты серые и темно-серые, крепкие, среднеслоистые. 20 м.
 8. Доломиты темно-серые толстослоистые и известняки с мелкими включениями кальцита. Прослои имеют полосчатую текстуру. В обнажении слой образует трехступенчатый склон. 11 м.
 9. Доломиты серые неясной слоистости. Обнажения обрывистые с нишами выдувания. 12 м.
 10. Доломиты и известняки светло-серые, менее крепкие, чем подстилающие, окремненные, оскольчатые при выветривании. Текстура массивно-слоистая. Образуют ступенчатые склоны и карнизы с нишами выветривания. 20 м.
 11. Доломитизированные известняки темно-серые, крепкие, тонко-кристаллические и пелитоморфные. Толсто-равномернослойистые, ноздреватые с поверхности. 50 м.
 12. Известняки доломитизированные серые, участками темно-серые и коричневато-серые кристаллически-зернистые, массивные, ноздреватые с поверхности. 50 м.
 13. Доломитизированные известняки серые с редкими прослойями мелкослоистых светло-серых разностей, массивные. Излом остроугольный. Крепкие, с прожилками кальцита. При выветривании образуют многочисленные ниши и каверны. 90 м.
- Из мехинсусской свиты указываются *Perisphinctes ex gr. biplex* Sow., *P. cf. plicatilis* Sow., *P. elisabetae* Riaz., *P. aeneas* Gemm., *P. ex gr. orbigny* Lor., *P. lucingensis* Favre, *Gervillia cf. roederi* Lor., *Ptyctothyris andelotensis* Haas, *Loboidothyris zietenii* Lor.

Узынсыртская свита (кимеридж).

14. Известняки серые, глинистые, комковатые, средне- и мелкослоистые. В рельефе образуют отвесный карниз—стенку. Слоистость правильная равномерная. 7 м.

15. Песчаники и алевролиты известковистые серые и желтовато-серые, тонко- и листовато-слоистые, с прослойками серых мергелей. В рельефе образуют пологий задернованный склон, закрытый осыпью. 10 м.

16. Известняки темно-серые, плотные, толстослоистые с прожилками кальцита. 7 м.

17. Гипсы, развитые по ангидритам, серые гипсогеносные известняки с прослойками песчаников; по слою развита пологая задернованная осыпь. Гипсы белые, серые и розовые. Песчанистые известняки светло-серые. 22 м.

18. Известняки темно-серые, с прослоем известняков песчанистых, крепкие, оскольчатые в осыпи, толсто- и массивно-слоистые. 8 м.

19. Известняки серые и светло-серые, среднеслоистые, винзу песчанистые. С поверхности мелконоздреватые. Образуют пологие склоны. 18 м.

20. Известняки серые, от темного до светлого оттенка, переслаиваются с глинистыми алевролитовыми породами, среднеслоистые, крепкие, излом остроугольный, полураковистый. Образуют пологий склон, закрытый осыпью. 25 м.

Из нижней части узынсыртской свиты указываются брахиоподы *Loboidothyris Zieteni* Lor., *Lophrothyris subsella* Leym. Выше обнаружены позднеоксфордская *Rhaetorhynchia coralina* Leym., *Rh. pinguis* Roem., *Loboidothyris valfinensis* Lor., *Postepithyris bauchini* Et., *P. etalloni* Roll., *Juralina repeliniana* Orb., *J. bullingdonensis* Roll. Однако четыре последних вида характерны для кимериджа. Кроме того, отсюда приводится *Triosites* sp.

Еллыдеринская свита (титон (?)).

21. Известняки серые и темно-серые, крепкие, толсто- и массивно-слоистые. Образуют карниз. 9 м.

22. Известняки, близкие к слою 21, но образующие задернованный склон, закрытый осыпью. 10 м.

23. Известняки серые (от светло- до темно-серых), крепкие, массивно-слоистые, комковатые в изломе. 40 м.

24. Известняки светло-серые, массивные с прослойками дегритусовых, в изломе оскольчатые, участками комковатые. С поверхности дают ниши выветривания. 46 м.

25. Известняки сходные с вышележащими (слой 24), но более темные и слоистые. Вверху прослой песчанистых известняков. 22 м.

26. Известняки серые различных оттенков (от темных до светлых), массивные с прослойками известняков дегритовых. Образуют пологий бронированный склон. 24 м.

27. Известняки светло-серые, крепкие, массивные, местами дегритовые. Излом полураковистый. Структура скрыто-кристаллическая. 87 м.

Остановка 4

Меловая система. Нижний отдел

В районе озера Коу обнажаются только отложения берриас-раннебарремского возраста и представлены карбонатными и карбонатно-терригенными породами морского генезиса, содержащими многочисленные остатки разнообразной ископаемой фауны беспозвоночных.

Граница между юрой и мелом проводится условно по контакту доломитовой еллыдеринской и мергельно-известняковой коуской свиты, содержащей остатки фауны берриасского возраста.

Коуская свита (берриас-ранний валанжин) — 168 м.

I пачка. Внизу левого борта ущелья Инженерли выступают мергели темные, известняки песчанистые желтовато-серые, обломочные, дегритовые и пелитоморфные. 49 м. Характерны *Septaliforia semenovi* Mois., *Toxaster granosus* Orb. var. *kouensis* Lobatch., *Arcomytilus couloni* Marcou. монопольный ракушняк образует *Lopha rectangularis* Roem.

Далее разрез прослеживается в правом борту ущелья.

II пачка. Известняки глинистые темные до черных и мергели плитчатые. В основании — слой (2,2 м) известняка алевритистого слабо глинистого грязновато-темно-серого с глауконитом. 74. Остатки фауны многочисленны и разнообразны: двусторонки, гастроподы, мшанки, морские ежи и так далее.

Наиболее характерны и образуют скопления морские ежи *Toxaster granosus* Orb. var. *kouensis* Lobatch., *Arcomytilus couloni* Markou, *Buchia keiserlingi* Lah., *B. terebratuloides* Lah., *Myophorella loewinsonlessingi* Renng.

III пачка. Известняки темно-серые со слабым коричневатым оттенком, алевритистые, пелитоморфные. 37 м. Из разнообразной фауны особенно характерны *Buchia cf. crassicolis* (Keis.), *Buchia volgensis* Lah.

Остановка 5

Инджеревская свита (валанжин—начало готерива) — 129 м.

IV пачка. Алевролиты известковистые и песчаники известковисто-глинистые алевритовые, темные, массивные,

изредка тонко-волнисто-слоистые. Из органических остатков наиболее характерны лимы: *Lima dubisensis* Pict. et Camp. и другие виды, образующие иногда монопольные скопления.

V пачка. Чередование песчаников известковистых, черных тонко-зернистых, алевролитов глинистых и пластов устричников (мощностью 0,4—1,1 м). 23 м. Кроме устриц, образующих монопольные скопления, встречаются мшанки.

VI пачка. Алевролиты темно-серые, зеленоватые, известковисто-глинистые, кварц-глауконитовые, рыхлые при выветривании. В средней части прослеживается устричный пласт. 51 м. Изредка встречаются аммониты рода *Endemoceras*.

VII пачка. По разрезу сменяются снизу вверх известковистые алевролиты желтовато-серые, известковистые алевритовые песчаники, желтовато-серые, глинистые алевролиты серые. 20 м. В основании пачки маркирующий горизонт с *Phoa., domya minuta* Lor. и *Pholadomya gillieroni* Pict. et Camp. найден аммонит *Endemoceras cf. oxygonium* Neum. et Uhl.

Остановка 6

Бахарденская свита (готерив) — 263 м.

VIII пачка. Известняки алевритистые слоистые. 53 м. В основании маркирующий слой алевролита сильно известковистого с многочисленными остатками брахиопод (*Belbekella acuta* Quen. и др.), двустворок и неправильных морских ежей.

Найдены аммониты *Leopoldia aff. castellanensis* Orb. и L. cf. *leenhardti* Kil.

IX пачка. Выступает в гребне куэсты. Доломитовые известняки серые и светло-серые массивные, с единичными прослойями доломита, пелитоморфных и водорослевых известняков. 68 м.

X и XI пачки образуют моноклинальный восточный склон куэсты.

X пачка. Чередования слоев (1—8 м) известняков очень темных, афанитовых, слабобитуминозных или детритово-обломочных. 95 м.

XI пачка. Известняки серые оолитовые, оолитово-обломочные и детритово-обломочные с косой односторонней слоистостью. 47 м. Характерны мшанково-брахиоподовые ракушняки с водорослевыми онколитами с многочисленными *Belbekella kiparisssovae* Moiss. B. *kerisensis* Moiss.

Остановка 7

Ханкеризская свита (поздний готерив) — 406 м.

В русле ущелья на кровлю известняков XI пачки с резким контактом ложатся алевролиты глинистые XII пачки. Послед-

ная выступает в правом борту следующего к востоку от Инджерли ущелья вплоть до его вершины. В нижней части сложена алевролитами глинистыми серо-зеленовато-голубоватыми, желтовато-серыми или песчаниками зеленовато-голубовато-серыми, иногда розоватыми с косой слоистостью; в розовых песчаниках — волноприбойные знаки. В верхней части — ритмичное чередование аргиллитов алевритистых темно-серых, известняков темно-синевато-серых песчанистых с односторонней косой слоистостью. 130 м. Характерны мшанково-брахиоподовые ракушняки с *Aetostreon tuberculiferum* Koch et Dunk

XIII пачка. Известняки песчанистые оолитовые косослоистые. 86 м. Обилие мшанок, в отдельных прослоях скопления беспозвоночных: *Cyclothyris multiformis* Roem., *C. kerisensis* Mois. *Chlamys goldfussi* Desh., *Pleurotomaria borgueti* Lor.

XIV пачка выступает в правом борту второго от Инджерли ущелья; ритмичное чередование аргиллитов зеленовато- или голубовато-серых, алевролитов известковистых и песчаников. 86 м. В нижней части — прослои известняка-ракушняка, содержащего разнообразные брахиоподы *Cyclothyris lata* Orb., *Sellithyris sella* Sow. и др., двустворок *Modiola reversa* Orb., *Pholadomya gigantea* Sow. морские ежи *Toxaster retusus* Lam., *Pseudoplopodia transscaspia*, Renng.

XV пачка образует гребень кuestообразной гряды и представляет чередование известняков массивных или толстоплитчатых, часто оолитовых и аргиллитов, с прослойями известняков мшанково-водорослевых и доломитов. 58 м.

XVI пачка. Сложена известняками серыми, оолитовыми, афанитовыми, толстоплитчатыми с прослойями косослоистых известняков и песчаников. 46 м.

Пачки XIV—XVI выступают в бортах двух следующих циркообразных ущелий, образуя мелкие складки. Восточный борт последнего «цирка» сложен известняками нижнего баррема. Его видимая мощность около 200 м, верхи скрыты наносами. В разрезе преобладают известняки серые оолитовые или обломочные, присутствуют пелитоморфные, афанитовые и детритовые разности. По преобладанию тех или иных разностей выделяются четыре литолого-стратиграфические пачки (с XVII по XX). В породах многочисленны остатки фауны, детрит, водорослевые желваки. Особенно характерны крупные фораминиферы *Orbitolina delicata* Hens., *Dictyoconus walnuntensis* Carsey, двустворки *Turkmenia balkhanensis* Krimli, *Rudistae*, *Neitheamorrisi* Pict. et Camp., морские ежи *Heteraster renngarteni* Poretzk.

Остановка 8

Подземное озеро Коу

Подземное озеро Коу и одноименный источник находятся в одном блоке, сложенном отложениями верхней юры и нижнего

мела. Он ограничен двумя вышеупомянутыми диагональными разломами. Расстояние между источниками и озером 800 м, абсолютные отметки этих водопунктов одинаковы. Между водоносными отложениями юры, к которым приурочено озеро, и отложениями готерива, к которым приурочен источник, имеется изолирующая водоупорная толща. Поэтому прямая гидравлическая связь между этими пунктами вероятна по зоне разлома, секущей с северо-востока весь блок.

Пещера, к которой приурочено озеро, имеет карстовое происхождение и выработана в известняках верхней юры, содержащих линзы гипса. На поверхность она выходит тремя отверстиями. Самое большое из них ($2,5 \times 5$ м) служит входом в пещеру. Длина пещеры 230 м, ширина более 50 м, высота 15-20 м. Пещера постепенно понижается в юго-восточном направлении. У отверстий видны натеки травертина. Дно покрыто обрушившимися со свода глыбами известняка и толстым слоем гуano (гомет летучих мышей). Свод пещеры неровный с многочисленными нависшими глыбами известняка. Уровень воды в озере находится на 60×62 м ниже чем вход в пещеру. Длина озера достигает 72 м, ширина — 22-30 м, максимальная глубина — 7—12 м. Образование пещеры связано, с действием восходящих по системе разломов «термальной зоны» теплых (35—38°C) сероводородных вод.

Вода в озере прозрачная с зеленоватым оттенком.

Химический состав вод:

Озеро Коу $M_{2,9}$ $\frac{SO_4^{64} Cl^{22}}{Na^{45} Ca^{36} Mg^{19}}$ РН 6.9 Т — 35—38°C.

Источник Коу $M_{2,3}$ $\frac{SO_4^{62} Cl^{22}}{Na^{44} Ca^{35} Mg^{19}}$ РН 6.9 Т — 31°C.

После осмотра пещеры и подземного озера экскурсия возвращается в город Ашхабад.

4-ый день экскурсии

6. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА ПУСТЫНЬ АКАДЕМИИ НАУК ТССР

В январе 1962 г. в Академии наук Туркменской ССР создан институт пустынь. Первым директором с момента основания и до настоящего времени является А. Г. Бабаев, член-корр. АН СССР, доктор географических наук, крупный ученый-пустынедовед, завоевавший своими трудами известность в стране и за рубежом.

Институт пустынь выполняет и координирует исследования по следующим основным направлениям:

— разработка научных основ рационального использования,

воспроизводства, охраны и преобразования биосфера пустынных территорий на основе комплексных исследований и природного районирования;

— изучение закономерностей формирования, режима, баланса и размещения поверхностных и подземных пресных и соленых вод пустынь, обоснование их хозяйственного использования;

— изучение и рациональное использование земельных и климатических ресурсов пустынь в связи с переброской части стока северных и сибирских рек;

— разработка дистанционных методов для изучения природных условий и инвентаризации естественных ресурсов пустынь;

— разработка научных основ мелиорации и сельскохозяйственного освоения песчаных пустынь на базе высокопроизводительных дождевальных установок;

— экологические основы укрепления кормовой базы пустынь и её качественная оценка;

— разработка фитомелиоративных и технических методов борьбы с ветровой эрозией песков и песчаными заносами различных народнохозяйственных объектов;

— изучение биологической продуктивности пустынь и определяющих ее факторов (фотосинтез, биомасса, водный баланс, засухо- и солеустойчивость растений);

— оценка экономической эффективности различных методов освоения пустынных территорий;

— анализ и обобщение мирового опыта изучения и освоения пустынь.

В институте, на Репетекской песчано-пустынной станции, Небитдагской агролесомелиоративной станции и 4 стационарах работают 121 научный сотрудник, в том числе 3 члена-корреспондента и 2 действительных члена АН ТССР, 62 кандидата и 9 докторов наук.

В настоящее время в состав института входят 4 отдела с 19 научно-исследовательскими лабораториями.

I Отдел песков

- Лаборатории:
1. Подвижных песков
 2. Фитомелиорации песков
 3. Прикладной географии
 4. «Среда»
 5. Сельскохозяйственного освоения песков

II Отдел пастбищ

- Лаборатории:
6. Экологии пастбищ
 - 7 Кормовых ресурсов

III Отдел земельно-водных ресурсов

- Лаборатории:
- 8. Земельных ресурсов
 - 9. Водных ресурсов
 - 10. Биогеохимии пустынь
 - 11. Использования минерализованных вод
 - 12. Климатологии
 - 13. Аналитическая
 - 14. Экономических проблем переброски вод Срединного региона

IV Научно-организационный отдел

- Лаборатории:
- 15. Аэрокосмических методов
 - 16. Экономики освоения пустынь
 - 17. Охраны природы
 - 18. Научно-технической информации и внедрения
 - 19. Международных научных проектов

Более 80% научно-исследовательских работ института имеют общесоюзное значение и посвящены пустыням Средней Азии и Казахстана. В их число входят: составление карты пастбищ и сенокосов пустынь, разработка научных основ создания долголетних осенне-зимних пастбищ в пустынях, фитомелиорация и сельскохозяйственное освоение песков; изучение закономерностей движения ветропесчаных потоков с целью разработки инженерных способов защиты промышленных и сельскохозяйственных объектов от песчаных заносов и выдувания.

За разработку научных основ и технологии обогащения пустынных пастбищ, широкое внедрение их в практику каракулерства Средней Азии группе ученых института в 1981 г. присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.

При институте создан Научный совет по проблеме «Комплексное изучение и освоение пустынных территорий Средней Азии и Казахстана», в состав которого вошли 39 видных научных-пустыноведов страны. Совет координирует работу выше 80 научных учреждений, ведущих изучение пустынь СССР, ежегодно проводит координационные совещания и раз в 5 лет Всесоюзные конференции для подведения итогов исследований по проблеме, определения очередных задач и обсуждения методических вопросов.

С 1967 г. институт издает всесоюзный научный журнал «Проблемы освоения пустынь» с периодичностью шесть номеров в год. Журнал — единственное в стране издание, освещающее результаты научных исследований и опыт освоения пустынных территорий в СССР и за рубежом.

7. ҚАРАКУМСКИЙ КАНАЛ ИМ. В. И. ЛЕНИНА

Каракумский канал (ККК) им. В. И. Ленина реализует вековую народную мечту по освоению маловодных территорий Южного Туркменистана за счет переброски части стока Амударьи. Местные водные ресурсы в этих районах позволяли орошать менее 4% земельного фонда при водообеспеченности в три раза ниже нормальной. ККК пересекает бассейны рек Мургаб, Теджен, западные районы с развитой промышленностью, имеющей большие перспективы ее дальнейшего развития (нефть, газ, химия и др.) и заканчивается в юго-западных районах сухих субтропиков.

История начиная с XVIII в. донесла до нас многие планы орошения Каракумов. Эта проблема волновала умы государственных деятелей, ученых и инженеров. Однако экономические и технические возможности страны того времени не позволяли осуществить такую грандиозную идею, как строительство канала в песках.

Коммунистическая партия и Советское правительство воплотили многовековую мечту туркменского народа в жизнь. В Туркменистане в широких масштабах развернулось гидротехническое строительство в результате чего значительно увеличилась площади орошаемых земель. Венцом строительства ирригационных систем является Каракумский канал им. В. И. Ленина. По масштабам благотворного преобразования орошением и обводнением территорий, темпам строительства ирригационная система Каракумского канала не имеет себе равных в мире. Достаточно сказать, что в зону обводнительных и оросительных мероприятий на стоке Каракумского канала вовлечена территория Южного Туркменистана равная третьей части площади всей республики. Амударьинская вода сегодня по ирригационной системе канала подана в Мургабский и Тедженский оазисы, Предкоктадскую равнину и в промышленные районы Западного Туркменистана. Протяженность открытого водного тракта Каракумского канала от головных водозaborных сооружений на Амударье у пос. Бассага до города Казанджика около 1200 км. Для обводнения пастбищ отгонного животноводства и орошения земель в Центральные Каракумы вода Каракумского канала по водоводу Ашхабад—Ербент подается на расстояние 100 км; из района города Казанджика по 150 километровому водоводу амударьинская вода подается в Небит-Даг, что коренным образом решает проблему хозяйственно-питьевого водоснабжения города и его ирригацию.

В геологическом строении территорий в зоне канала принимают участие породы четвертичного и третичного возрастов. Последние скрыты под чехлом молодых четвертичных образований, очень редко выходят на поверхность, как правило, находятся вне зоны активного техногенного воздействия мелио-

ративной системы канала. В целом четвертичные отложения в зоне канала являются континентальными формированиями, образование которых связано с деятельностью пра-Амудары и северо-афганских рек (в районе Обручевской степи), пра-Мургаба, пра-Теджена, рек и речек северного и западного склонов Копетдага, пра-Атрека. Самые молодые поверхностные осадки формируются под влиянием деятельности человека (ирригационный слой).

Гидрологическая обстановка по всей зоне канала характеризуется повсеместным распространением подземных вод грунтового типа весьма пестрой минерализации, от пресных до высокоминерализованных. Подземные воды зоны канала являются частью обширного каракумского грунтового потока, движущегося в западном направлении со скоростью 1—1,5 м/год; уклоны поверхности грунтовых вод в среднем 0,006—0,0008. В целом территории орошаемых массивов относятся к практически бессточным, требующим обязательного дrenирования при орошении.

В зоне канала проживает около 60% населения республики, вырабатывается 65% промышленной продукции, а удельный вес таких отраслей как топливная, энергетическая, пищевая, строительных материалов, стекольная значительно выше (до 90%). Здесь же производится около 2/3 сельскохозяйственной продукции в том числе все производство наиболее ценных сортов тонковолокнистого хлопчатника, выращиваются фрукты, виноград, овоще-бахчевые культуры.

Здесь же располагаются крупные города республики — Ашхабад, Мары, Теджен, Безмейн, Кизыл-Арват, Казанджик и Небит-Даг.

ККК комплексно решил целый ряд народнохозяйственных задач: развитие орошения, водоснабжения, благоустройство городов и населенных пунктов с организацией мест отдыха и создания около них пригородной сельскохозяйственной базы, обводнения пастбищ, развития рыбного хозяйства, создания водного пути.

В настоящее время водный тракт канала доведен до г. Казанджика, где завершено строительство головных насосных и очистных сооружений мощного водовода Казанджик — Небит-Даг, по которому Амударинская вода подана в столицу туркменских нефтяников.

Строительство ККК продолжается, реализуется конечная цель — подача воды по каналу в безводные районы сухих субтропиков крайнего юго-запада республики (Атрекская дельта), а по системе водоводов в города Красноводск и Челекен.

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в зоне Каракумского канала по мнению специалистов самая высокая среди республик Средней Азии. Но даже самые высокие экономические показатели не раскрывают зна-

чения Каракумского канала в грандиозном преобразовании социальных условий жизни половины населения республики, проживающей в зоне канала. Центры древнейшей цивилизации переживают сейчас небывалое возрождение, создаются новые города, совхозы, колхозы, поселки, сельскохозяйственное, промышленное производство — база современного и будущего изобилия на благо нынешнего и будущих поколений советского человека. Вот почему Каракумский канал является национальной гордостью туркменского и всего советского народа.

5-ый день экскурсии

МАРШРУТ В КАРРЫКУЛЬ

(полевая база ИГ АН ТССР)

Целью экскурсии по этому маршруту является ознакомление с геоморфологией и современными геологическими процессами в Центральных (Низменных) Каракумах, а также опытом использования местных вод в аридной зоне.

Маршрут экскурсии проходит от предгорной равнины Коштдага на север в Низменные Каракумы. В геологическом отношении маршрут пересекает Предкопетдагский краевой прогиб и заканчивается на южном склоне Туранской платформы.

Предкопетдагский прогиб в неоген-антропогене является базисом эрозии, что способствовало формированию в его пределах разновозрастных аккумулятивных равнин. Этому благоприятствовали прерывистые новейшие тектонические движения, которые обусловили также воздымание внутреннего борта прогиба, представленного приподнятой предгорной равниной полого наклонной на север.

К северу от приподнятой предгорной равнины простирается низкая аллювиально-пролювиальная равнина, сформированная в позднем плейстоцен-голоцене. При этом более молодая голоценовая ее часть приурочена к осевой линии прогиба. Возраст равнины омолаживается с юга на север, что связано с соответствующим перемещением оси Предкопетдагского прогиба, вызвавшим миграцию в этом же направлении субаэральных дельт рек.

В районе бугра Овадандепе над низкой аллювиально-пролювиальной равниной возвышается небольшой песчаный массив, интенсивно расчлененный эрозией и дефляцией. Это останец средне-раннеплейстоценовой равнины, сохранившейся в пределах субширотного валообразного поднятия. Севернее песчаного массива простирается позднеплейстоценовая пролювиально-дельтовая равнина. Здесь наряду с пролювиальными образованиями встречаются хорошо отсортированные тонко-зернистые песчано-лессовидные и глинистые отложения, ана-

логичные дельтовым образованиям реки Теджен. По-видимому в этой зоне происходило слияние дельты Теджен с аллювиально-пролювиальной равниной Копетдага. Рельеф ее здесь бугристо-котловинный, бугры увалистые и закреплены растворительностью, склоны котловин весьма пологие. В северной части равнины появляются четко выраженные небольшие песчаные гряды.

Далее маршрут проходит по поверхности среднеплейстоценовой дельты реки Теджен, на которой сформировался крупно-грядовый рельеф, начало сбраживания которого, по-видимому, связано с эрозией, а дальнейший рост и современное становление — с пустынной денудацией, выветриванием, дефляцией. На современном этапе формирование рельефа происходит под влиянием эоловых процессов, что связано с установившимся аридным климатом. Однако с приходом Каракумского канала ландшафт равнины резко меняется, возникает крупный оазис, мелкобугристые песчаные участки которого используются под орошаемое земледелие. Здесь с успехом выращиваются технические, плодовые и бахчевые культуры.

Остановка 1

На фоне предгорной равнины хорошо видны короткие субмеридиональные гряды, котловины, бугры. На дне котловин встречаются озерные отложения. Глубина денадуционального расчленения достигает 10—12 м. Часто обнаруживаются субмеридиональные долино-образные понижения, пересекающие песчаные массивы и являющиеся долинами временных палеоречек.

Остановка 2

Район опытно-экспериментальной базы Каррыкуль по рациональному использованию местного стока пустыни путем создания искусственных линз пресных подземных вод. Он расположен в южной части Центральных Каракумов, в 60 км от Ашхабада.

Здесь выработался крупногрядовый рельеф. Между грядами образовались такырные участки. Гряды представляют осттанцы более древней позднеплейстоценовой дельты реки Теджен. Формирование гряд происходило после раннего и до позднего плейстоцена. По-видимому, в конце среднего плейстоцена территория района Каррыкуль испытала воздымание. Она интенсивно расчленена длительной денудацией, прежде всего эрозией, а затем дефляцией, что и привело к образованию цокольных гряд и понижений между ними. Позднеплейстоценовое время характеризовалось преобладанием аккумулятивного процесса, и межгрядовые понижения заполнялись дельтовыми отложениями р. Теджен, которые являются ложем такыров, в

том числе такыра Каррыкуль. Гряды и межгрядовые понижения сформированы голоценовыми денудационными процессами, прежде всего эоловыми. На склонах и поверхностях гряд выработаны дефляционные котловины, а также гряды более мелкого порядка и бугры. На поверхности межгрядовых такыров во многих местах существуют мелкие гряды в виде перемычек, разделяющих глинистую равнину на отдельные такыры, напоминающие расположенные котловины, вытянутые в цепочку. Поверхность такыров представлена глинистой или суглинистой коркой, разбитой на отдельности. Благодаря глинистому составу поверхностных слоев такыры обладают высокими водоудерживающими свойствами и служат прекрасными водосборами. Выступая в роли водосбора пресной воды, такыры с древних времен использовались местным населением и на многих из них строились целые примитивные поливные системы и сооружения для сбора и хранения такырных вод местного стока.

Такыр Каррыкуль отличается отсутствием рельефных форм и является благоприятным в отношении формирования эпизодических паводков, связанных с обильными атмосферными осадками. До организации опорного пункта такыр имел общую водосборную площадь 3 км². После постройки направляющей дамбы площадь опытного такыра составляет 1,75 км². С запада и востока он окаймлен песчаными грядами с обарханными вершинами высотой 10—15 м. Слоны песчаных гряд, а также периферия такыра заросли кустарниковой и травянистой растительностью.

В связи со строительством комплекса гидротехнических сооружений, в том числе и инфильтрационного бассейна, вместимость которого не позволяла полностью концентрировать паводковые воды, значительная часть их задерживалась на водосборе. Это приводило к увлажнению поверхности такыра и созданию благоприятных условий для произрастания растительности, что в свою очередь ухудшило условия стокообразования на такыре. Были приняты меры по сбросу такырной воды за пределы опытного участка, а сам такыр регулярно очищался от растительности и песчаных заносов. Общий продольный уклон такыра с юго-востока на северо-запад незначительный и в среднем составляет 0,0006—0,016. Прослеживается также поперечный уклон, в результате чего наблюдается сток по отдельным рукавам.

Зона аэрации представлена верхнеплейстоценовыми аллювиально-дельтовыми отложениями рек Теджен и Пра-Амудары (каракумская свита). Мощность всей зоны аэрации составляет 15 м. Аллювиально-дельтовые отложения реки Теджен сложены частым чередованием мелко-зернистых песков желтоватого, желтовато-серого цветов и прослоев супеси, суглинков и глин коричневатого тона. Прослои глин большей частью

имеют линзообразное залегание, мощность их незначительна (0,3—1,0 м). В связи с неоднородностью почвогрунтов зоны аэрации коэффициент фильтрации неодинаков на всей толщине и колеблется в пределах 0,2—2,5 м/сут. Средневзвешенный коэффициент фильтрации, вычисленный для всей зоны аэрации, составил 1,26 м/сут. Поскольку зона аэрации является транзитом перемещения влаги с верхних слоев (в данном случае дно инфильтрационного бассейна) до места их сосредоточения (уровня соленых подземных вод), весьма интересно указать на содержание солей в ее почвогрунтах, которое оценивается в 205 тонн. Первоначальное засоление почвогрунтов зоны аэрации относится к сульфатно-натриевому типу.

Зона насыщения (водоносный горизонт) представлена отложениями каракумской свиты, включающей мелко- и крупнозернистые пески с прослойями глин и суглинков. Водоносный горизонт расположен выше первого относительно мощного глинистого слоя (2 м), находящегося на глубине до 30 м от поверхности земли. Верхняя часть водоносного горизонта мощностью порядка 15 м отличается наличием подземных коллекторов, позволяющих магазинировать погружаемый поверхностный сток с такыра.

Грунтовые воды имеют повсеместное распространение, но весьма различные по степени минерализации, химическому составу и глубине залегания. В целом для рассматриваемого района глубина залегания грунтовых вод составляет 14—15 м, степень минерализации более 20 г/л, по химическому составу вода хлоридно-натриевая.

До проведения опытов грунтовый поток в районе Каррыкуль имел относительно постоянную минерализацию в пределах 20—21 г/л и характеризовался хлоридно-натриевым химическим составом воды по всей толще водоносного горизонта. При погружении поверхностного стока минерализация резко изменилась. Проведенные опытно-производственные работы по погружению поверхностного стока с такыра в природные подземные емкости показывают, что в течение 3—4 лет можно создать искусственным путем запасы пресных линз, обеспечивающие гарантированное водоснабжение отгонного животноводства.

6-ой день экскурсии

Подведение итогов экскурсии; встреча с руководством Туркменского республиканского оргкомитета.

7-ой день экскурсии

Отъезд из Ашхабада в город Москву.

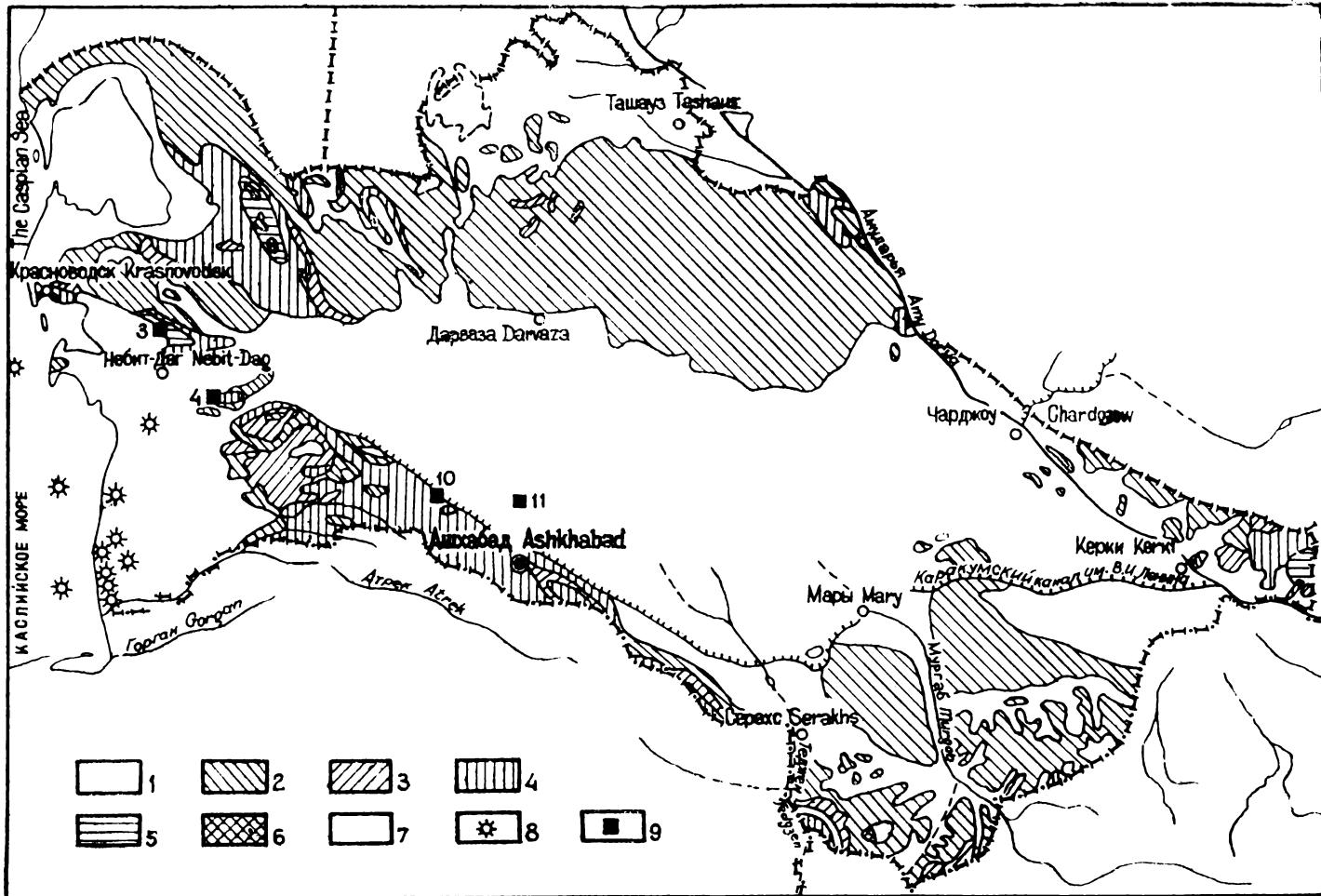


Рис. 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ТУРКМЕНИСТАНА

Fig. 1. TURKMENISTAN: GEOLOGICAL MAP

- 1 — антропоген — пески, супеси, глины. Anthropogene-sands, sandy loams, clays.
- 2 — неоген — супеси, глины, пески. Neogene: sandy loams, clays, sands.
- 3 — палеоген — глины, известняки, песчанки. Paleogene: clays limestones, sandstones.
- 4 — мел — известняки, доломиты, алевролиты, песчаники. Cretaceous: limestones, dolomites, aleurolites, sandstones.
- 5 — юра — известняки, мергели, аргиллиты, углистые сланцы. Jurassic: limestones, marls, argillites, coaly shales.
- 6 — среднепалеозойско-триасовый комплекс нерасчлененный, Middle Paleozoic-Triassic undivided complex.
- 7 — средне- и позднепалеозойские магматиты. Middle and Late Palaeozoic magmatites.
- 8 — грязевые вулканы. Mud volcanoes.
- 9 — районы экскурсий. Excursion localities.
- 10 — подземное озеро Кой. The underground lake Kou.
- 11 — Каррыкуль. Karrykul.

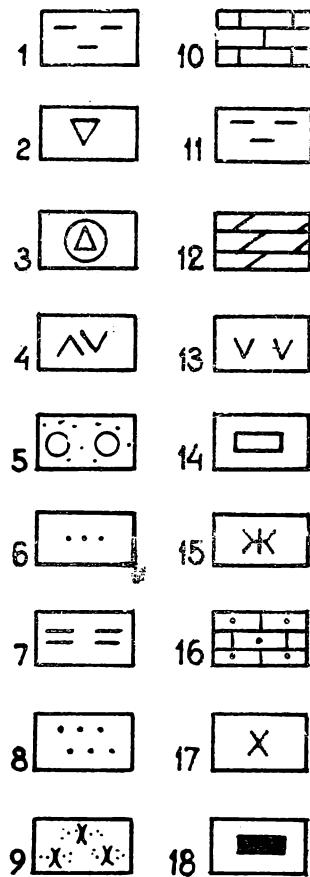


Рис. 2. СВОДНЫЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ТЕРИ-
ТОРИИ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Fig. 2. COMBINED VERTICAL STRATIGRAPHIC SECTION OF
TURKMENISTAN

- 1 — граниты. Granites.
- 2 — кремнистые сланцы. Cherty slate.
- 3 — окремнение, Silicification.
- 4 — туфы. Tuffs.
- 5 — конгломераты. Conglomerates.
- 6 — алевролиты. Aleurolites.
- 7 — аргиллиты. Argillites.
- 8 — гравелиты. Gravelstones.
- 9 — песчаники. Sandstones.
- 10 — известняки. Limestones.
- 11 — глины. Clays.
- 12 — мергели. Marls.
- 13 — гипсы. Gyps.
- 14 — соли. Salt.
- 15 — красноцветы. Redrock.
- 16 — терригенно-карбонатные отложения. Terrigenous carbonate sediments.
- 17 — гнейсы. Gneisses.
- 18 — угли. Coal.

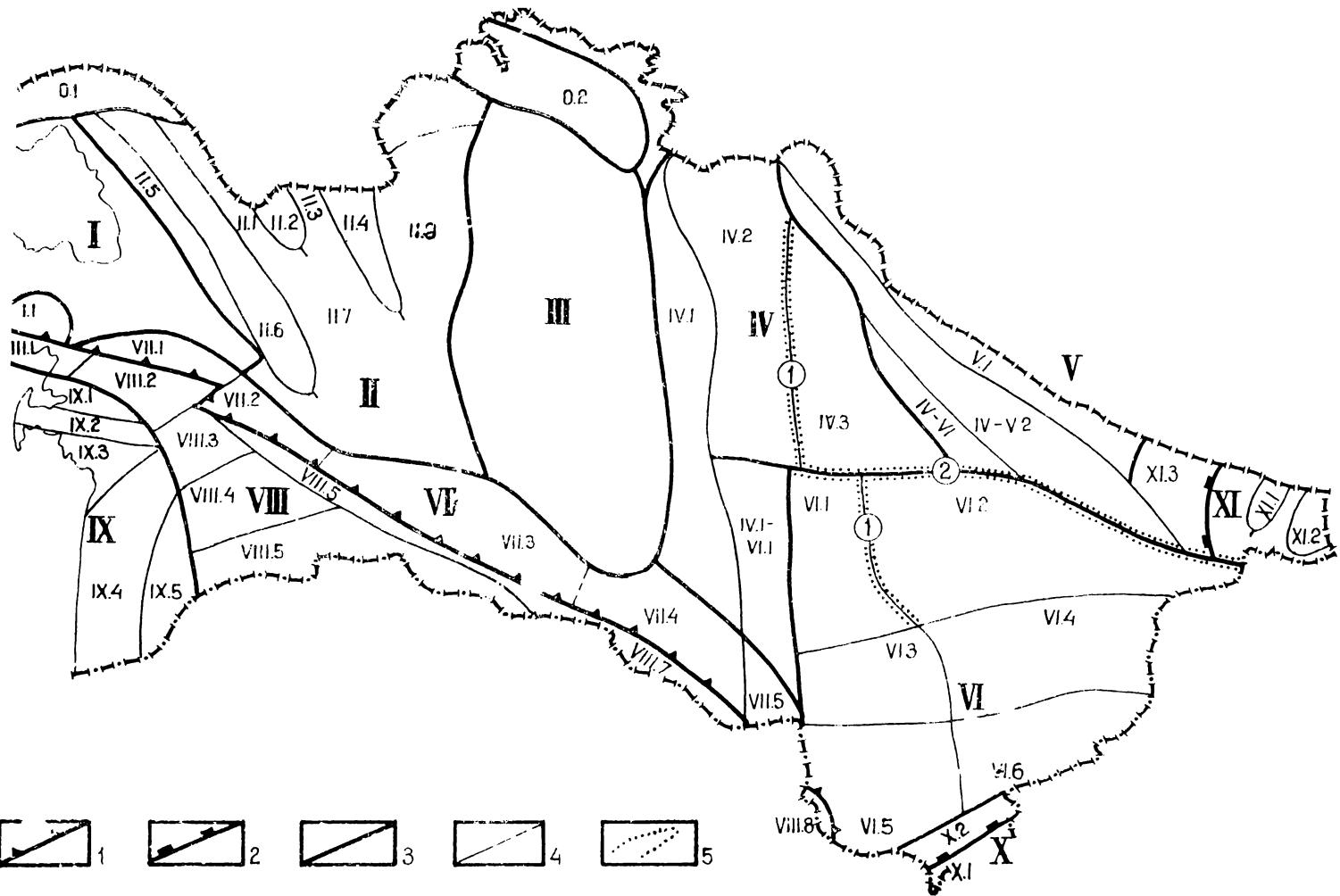


Рис. 3. СХЕМА ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИИ ТССР

Fig. 3. SCHEMATIC MAP OF TURKMENISTAN TECTONIC ZONATION

- 1 — Граница альпийской геосинклинальной горно-складчатой области. Boundary of the Alpine epigeosynclinal mountain folded area.
- 2 — Граница активизированной области эпипалеозойской платформы. Boundary of the mobile area of epi-Paleozoic platform.
- 3 — Границы крупных тектонических элементов. Boundaries of major tectonic units.
- 4 — Границы средних тектонических элементов. Boundaries of medium tectonic units.
- 5 — Границы мелких тектонических элементов. Boundaries of small tectonic units.

Платформенная область. Platform area.

- 0.1 — Южномангышлакский прогиб. South Mangyshlak trough.
- 0.2 — Дарьялык—Дауданский прогиб. Daryalyk—Daudan trough.
- I — Карабогазский свод. Kara Bogazgol arch.
 - I.I — Красноводская мульда. Krasnovodsk trough.
- II — Порсокуп—Верхнеузбойская система межсводовых дислокаций. Porsokup—Verhni Uzboi system of interarch disturbances.
 - II.1 — Майрамилойский прогиб. Mairamiloi trough.
 - II.2 — Кумсебшенский вал. Kumsebshen rampart.
 - II.3 — Дахлинский прогиб. Dakhly trough.
 - II.4 — Каражорский вал. Kara Shor rampart.
 - II.5 — Порсокупский прогиб. Porsokup trough.
 - II.6 — Туаркырский вал. Tuarkyr rampart.
 - II.7 — Учаганский прогиб. Uchtagan trough.
 - II.8 — Верхнеузбойский прогиб. Verhni Uzboi trough.
- III. — Центрально-Каракумский свод. Central Kara-Kum arch.
- IV. — Заунгузская впадина. Zaunguz depression.
 - IV.1 — Беурдешикский склон. Beurdeshik slope.
 - IV.2 — Хивинский прогиб. Huva trough.

IV.3 — Восточноунгузский склон. Eastern Unguz slope.

1) Восточноунгузский надразломный вал. Eastern Unguz superfracture rampart.

IV—V.1 — Багаджинский вал. Bagadzha rampart.

IV—V.2 — Измаильско-Карабекаульский прогиб. Izmail-Kara'ye-kaul trough.

V — Юго-западный террасированный склон тяньшанид. South-Western terraced slope of tienshanids.

V.1 — Чарджоуская ступень. Chardzhow step.

VI — Мургабская впадина. Murgab depression.

VI.1 — Эланский выступ. Elan nose.

VI.2 — Учаджинский выступ. Uchadzhi nose.

VI.3 — Северобадхызская мульда. North Badhyz trough

VI.4 — Северокарашибильская мульда. North Karabil trough

VI.5 — Бадхызский выступ. Badhyz nose.

VI.6 — Карабильский выступ. Karabil nose.

1) — Байрамалийский и 2) Репетекский надразломные валы.

1) — Bairam Ali and 2) Repetek superfracture ramparts.

IV.1—VI.1 — Каландарский прогиб. Kalandar trough.

VII — Предгорные прогибы. Piedmont troughs.

VII.1 — Северобалханский. North Balkhan.

VII.2—5—Предкопетдагский (VII.2 — Казанжикская, VII.3—Ашхабадская, VII.4 — Каахкинская, VII.5 — Тедженская депрессии). VII.2—5 — Pre-Kopet Dagh (VII.2 — Kazandjik VI.3 — Ashkhabad, VII.4 — Kaakhka, VII.5 — Tedzen depressions).

VIII — Альпийский ороген. Alpine orogene.

VIII.1 — Кубадагское шовно-глыбовое поднятие. Kuba Dagh geosutureblock uplift.

VIII.2 — Большебалханский антиклиниорий. Bolshoi Balkhan anticlinorium.

VIII.3—8—Копетдагский мегантиклиниорий (VIII.3—Даната-Малобалханская, VIII.4 — Куйлярская, VIII.5 — Рабат-Хосардагская, VIII.6 — Передовая, VIII.7 — Восточная зона Копетдага; VIII.8 — Горный Бадхыз). VIII.3—8 — Kopet Dagh meganticlinorium; Kopet Dagh zones: VIII.3 — Danata-Malyi Balkhan; VIII.4 — Kuilar; VIII.5 — Rabat-Khosar Dagh; VIII.6—Frontal (peredovaya), VIII.7—Eastern Kopet Dagh; VIII.—Gorni Badhyz.

IX — Южно-Каспийская межгорная впадина — Западно-Туркменский борт. South Caspian intermontane depression — West-Turkmen slope.

IX.1 — Келькорский прогиб. Kelkor trough.

IX.2 — Прибалханская антиклинальная зона. Pre-Balkhan anticlinal zone.

IX.3 — Кизылкумский прогиб. Kyzyl Kum trough.

IX.4 — Гограньдаг-Окаремская ступень. Gogran Dagh-Okarem step.

IX.5 — Мессерианская ступень. Messerian step.

X, XI — Активизированная платформа. Mobile platform.

X.1 — Кушкинская зона — периклиналь Банди-Туркестана.

Kushka zone—Bandi-Turkestan pericline.

X.2 — Калаиморский прогиб. Kalaimor trough.

XI — Юго-Западные отроги Гиссара. South-western ridges of Hissar.

XI.1 — Гаурдакская и XI.2 — Кугитангская мегантиклинали.

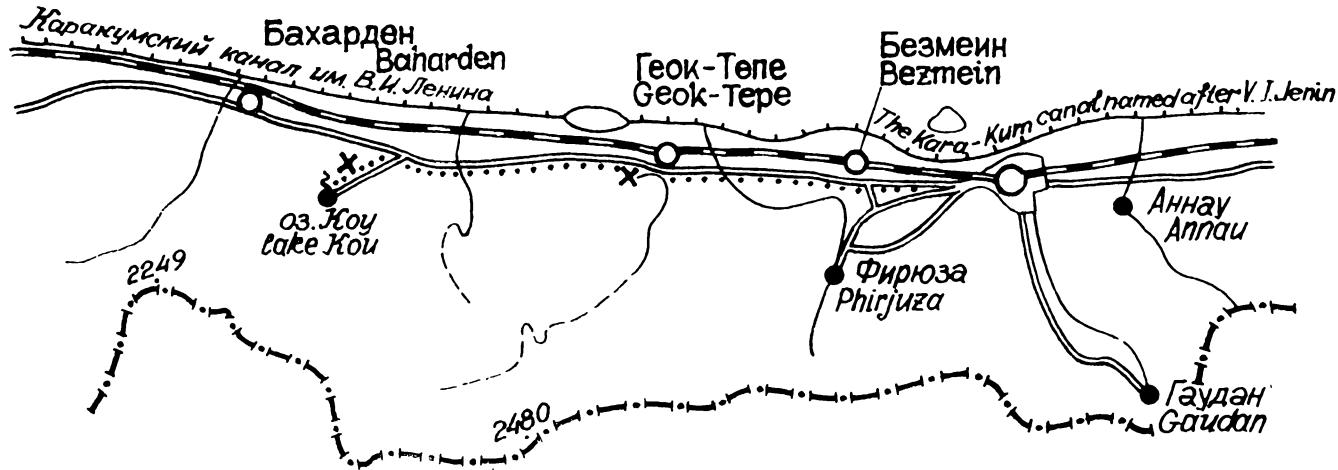
XI.1 — Gaurdak meganticline, XI.2 — Kugitang meganticline.

XI.3 — Бешкентский прогиб. Beshkent trough.

С N

КМ km 10 0 10 20 30 40 КМ km

Ю S



— путь экскурсии excursion

X — места остановок stops

**Рис. 4. СХЕМЫ МАРШРУТА ОТ г. АШХАБАДА ДО
ПОДЗЕМНОГО ОЗЕРА КОУ**

**Fig. 4. SKETCH MAP OF A ROUTE FROM ASHKHABAD
TO THE UNDERGROUND LAKE KOU**

- 1 — Путь экскурсии. Excursion route.
2 — Места остановок. Stops.

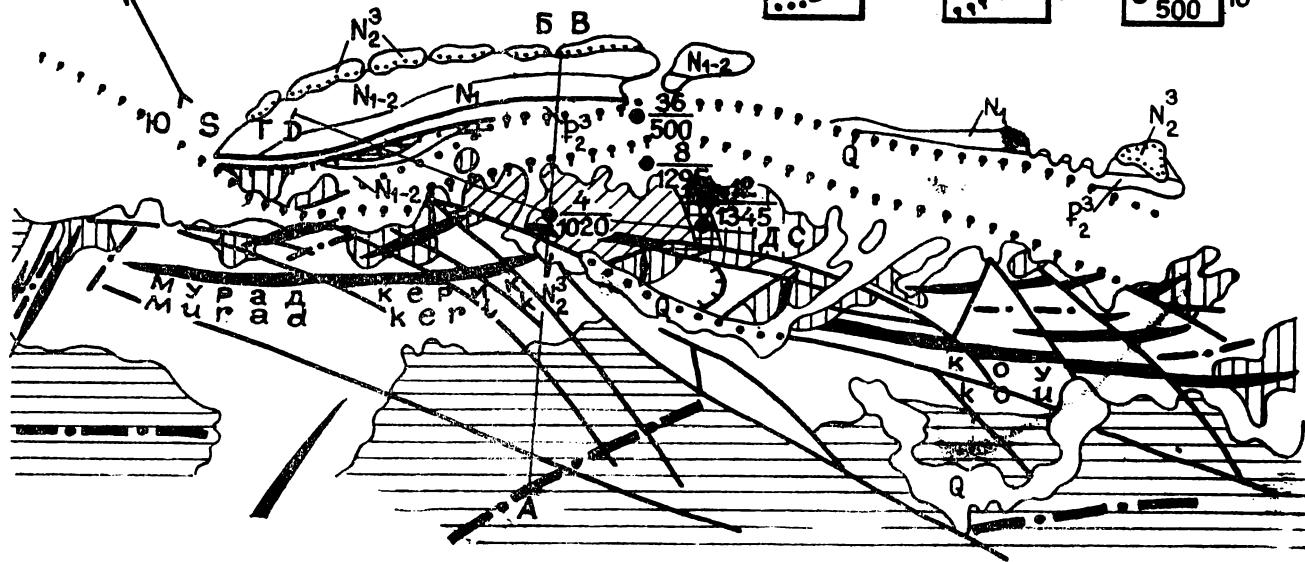
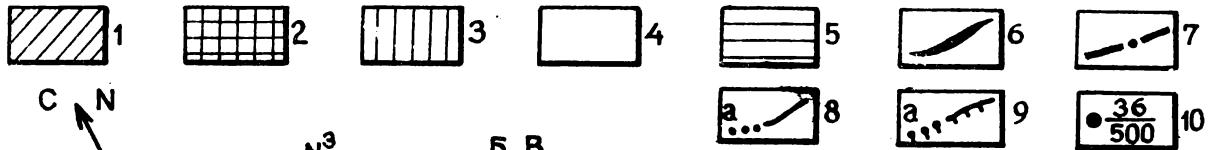
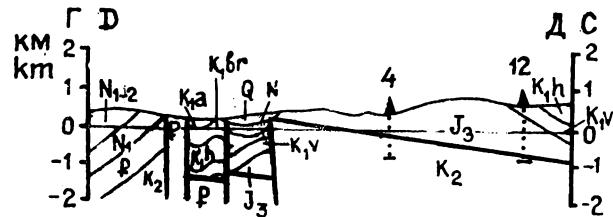
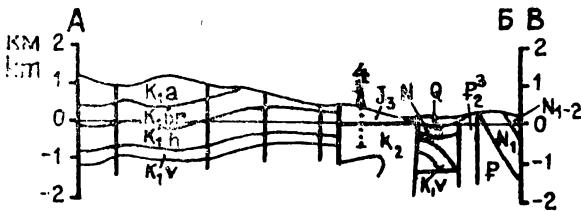


Рис. 5. ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА КОУСКОЙ
И МУРАДКЕРИКСКОЙ АНТИКЛИНАЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО
КОПЕТДАГА

Fig. 5. GEOTECTONIC SCHEME OF THE KOU AND MURAD KERIK ANTICLINES OF CENTRAL KOPET DAGH

- 1 — верхняя юра, — известняки, мергели, доломиты, гипсы, ангидриты.
Upper Jurassic: limestones, marls, dolomites, gypsum, anhydrites.
- 2 — валанжин — песчаники, алевролиты.
Valanginian: sandstones, aleurolites.
- 3 — готерив — песчаники, известняки.
Hauterivian: sandstones, limestones.
- 4 — бериас-баррем — известняки, мергели.
Berriasan — Barremian: limestones, marls.
5. — апт — алевролиты, песчаники, мергели.
Aptian: aleurolites, sandstones, marls.
- 6 — оси антиклиналей.
Anticline axes.
- 7 — оси синклиналей.
Syncline axes.
- 8 — взбросо-сдвиги.
Thrust-slip faults.
- 9 — надвиги.
Overthrusts.
- 10 — буровая скважина, в числителе ее номер, в знаменателе — глубина.
Boreholes, over the fraction bar — number, below the fraction bar — depth.

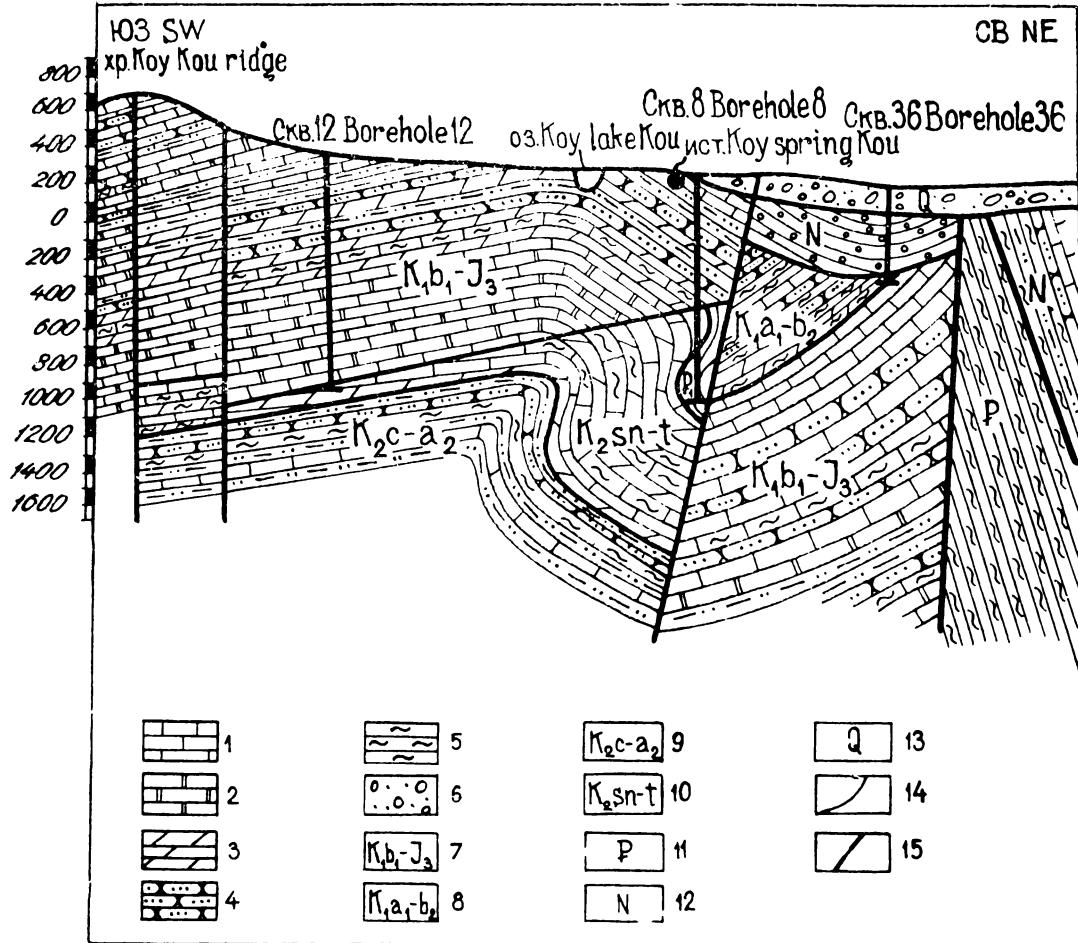


Рис. 6. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ БАХАРДЕНСКОГО
ПОДЗЕМНОГО ОЗЕРА

Fig. 6. HYDROGEOLOGICAL SECTION OF THE BAKHARDEN
UNDERGROUND LAKE

- 1 — известняки. Limestones.
- 2 — доломиты. Dolomites.
- 3 — мергели. Marls.
- 4 — песчаники. Sandstones.
- 5 — аргиллиты. — Argillites.
- 6 — пески и гравий. Sands and gravels.
- 7 — мальм-неокомский водоносный комплекс. Malm-Neocomian aquifer.
- 8 — нижний апт — верхнебарремский водоупор. Lower Aptian-Upper Barremian aquifuge.
- 9 — апт-сеноманский водоносный комплекс. Aptian-Cenomanian aquifer.
- 10 — сенон-туронский водоупор. Senonian-Turonian aquifuge.
- 11 — палеогеновый водоупор. Paleogene aquifuge.
- 12 — неогеновый водоупор. Neogene aquifuge.
- 13 — водоносный горизонт четвертичных отложений. Quaternary aquifer.
- 14 — границы водоносных комплексов и водоупоров. Aquifer-aquifuge boundaries.
- 15 — разломы. Faults.

Legend.

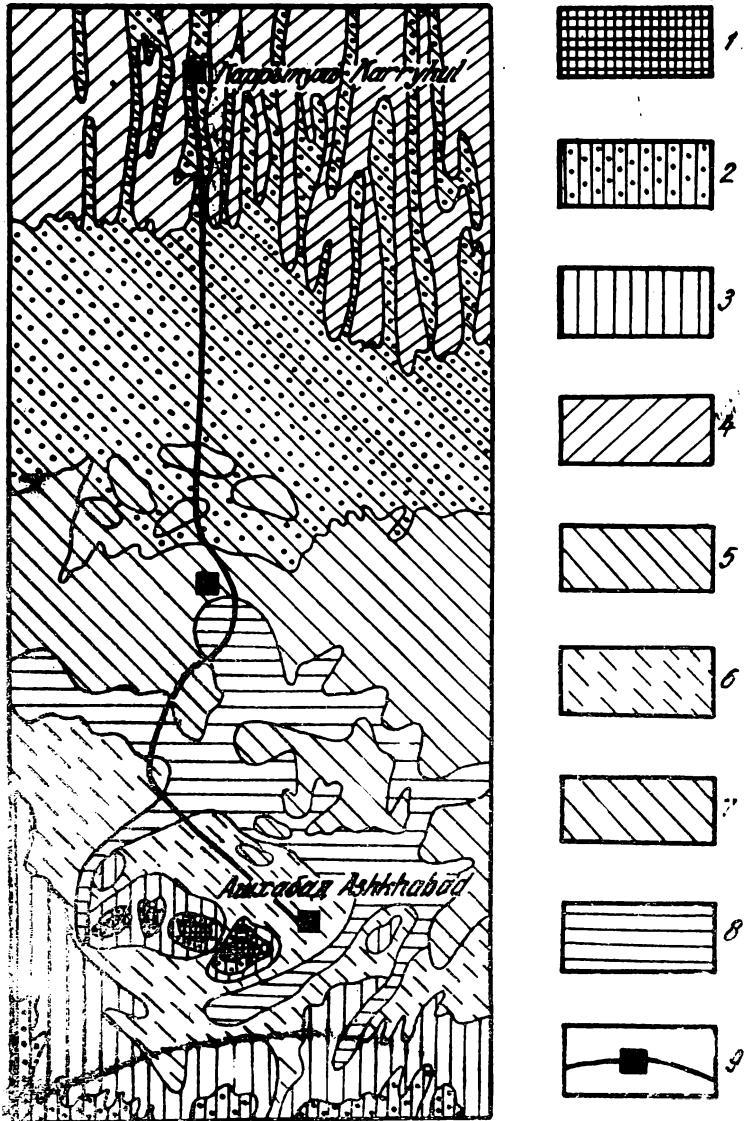


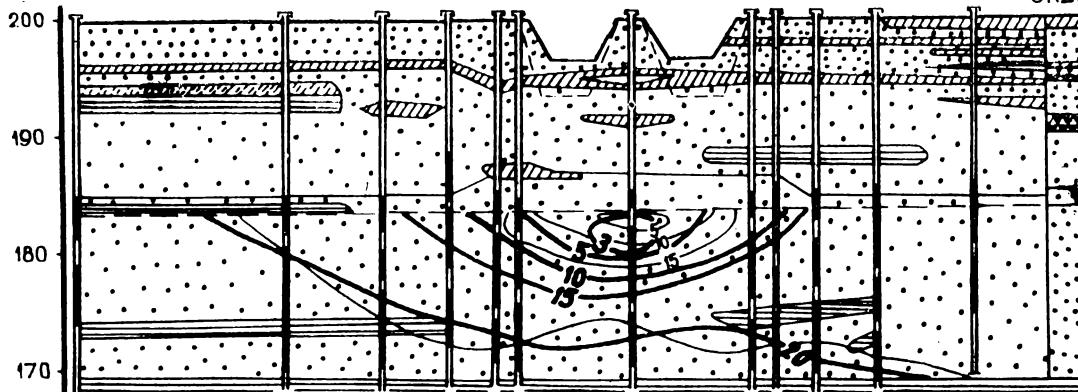
Рис. 7. СХЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ РАВНИН ПО МАРШРУТУ АШХАБАД—КАРЫКУЛЬ

Fig. 7 SIMPLIFIED MAP: PLAINS OF DIFFERENT AGE DEVELOPED IN TNE AREA BETWEEN ASHKHABAD and KARRYKUL

- 1 — Позднеплиоценовая аллювиально-пролювиальная равнина.
Late Pliocene alluvio — proluvial plain.
- 2 — Раннеплейстоценовая приподнятая аллювиально-пролювиальная равнина. Early Pleistocene elevated alluvio-proluvial plain.
- 3 — Среднеплейстоценовая слабо приподнятая аллювиально-пролювиальная равнина. Middle Pleistocene faintly elevated alluvio-proluvial plain.
- 4 — Среднеплейстоценовая дельтовая равнина р. Теджен. Middle Pleistocene deltic plain of the river Tedzhen.
- 5 — ранне- и среднеплейстоценовая пролювиально-озерная равнина. Early and Middle Pleistocene proluvio-lacustrine plain.
- 6 — плеистоценовая аллювиально-пролювиальная равнина.
Late Pleistocene alluvio-proluvial plain.
— позднеплейстоценовая пролювиально-дельтовая равнина.
Late Pleistocene proluvio-deltic plain.
- 8 — голоценовая аллювиально-пролювиальная равнина.
Holocene alluvio-proluvial plain.
- 9 — направление маршрута и остановки. Excursion route, stops.

H, m Height, m

CxB7 Borehole7



№ Сверла Borehole number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Расстояние, м Distance, m	108.0	59.0	33.0	18.0	8.0	3.0	0.0	3.0	2.0	18.0	33.0	58.0
Ур. воды, м Water level, m	15.31	15.30	15.30	15.20	15.30	15.20	15.30	15.29	15.30	15.20	15.25	15.21

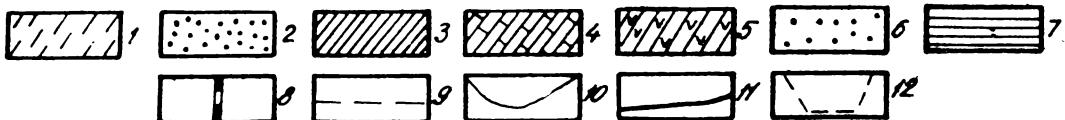


Рис. 8. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО ПОПЕРЕЧНИКУ
1—1 НА УЧАСТКЕ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ЛИНЗ
ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ТАКЫР КАРРЫКУЛЬ

Fig. 8. LITHOLOGICAL CROSS-SECTION (1—1): TEST-SITE
OF THE ARTIFICIAL FRESH UNDERGOUND WATER
RESERVOIRS TAKYR KARRYKUL

- 1 — супесь легкая. Light-weight sandy loam.
- 2 — песок мелкозернистый. Fine-grained sand.
- 3 — суглинок легкий. Light-weight loam.
- 4 — суглинок с гипсом. Loam with gypsum.
- 5 — суглинок тяжелый. Heavy loam.
- 6 — песок крупнозернистый. Coarse-grained sand.
- 7 — глина. Clay.
- 8 — фильтровая часть скважин. Filter section, of water wells.
- 9 — уровень подземных вод. Underground water level.
- 10 — граница зон разной минерализации на сентябрь, 1967 г.
Boundary of zones with different salination, September 1967.
- 11 — граница зон разной минерализации на май 1969 г.
as above, May 1969.
- 12 — выемка грунта. Excavations.

**INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS
XXVII SESSION**

USSR MOSCOW 1984

**TURKMEN
SOVIET SOCIALIST REPUBLIC**

Excursion 096

G U I D E — B O O K

PUBLISHING HOUSE „TURKMENISTAN“

ASHKHBAD 1984

CONTENTS

TIME-TABLE OF EXCURSION	62
INTRODUCTION (E. S. Parnikel, O. M. Panasenko)	63
1. HISTORY OF GEOLOGICAL INVESTIGATIONS (Ya. A. Khodzhakuliev, A. N. Davidov, E. S. Parnikel)	64
2. STRATIGRAPHY (R. F. Yuferev)	66
3. TECTONICS (A. M. Panasenko)	69
4. MINERAL DEPOSITS (Ya. A. Khodzkakuliev, E. S. Par- nikel)	74
5. ROUTE TO THE VICINITIES OF THE UNDERGROUND LAKE KOU (M. S. Zhmud, S. Z. Tovbina, R. F. Yu- ferev, M. R. Milkis)	78
6. MAIN ORIENTATIONS OF RESEARCH OF THE DESERT INSTITUTE OF THE TURKMEN SSR ACADEMY OF SCIENCES (N. S. Orlovsky)	88
7. KARA-KUM CANAL NAMED AFTER V. I. LENIN (M. M. Batyrsin)	90

TIME-TABLE OF THE EXCURSION 096

- 1 st day* — Arrival in Ashkhabad from Moscow
- 2 nd day* — Reception by the Governing body of the Turkmen Republican Organising Committee of the XXVII International Geological Congress (IGC), reviewed lectures on geology and mineral deposits of the Turkmenistan, visit to the Geological Museum of the Turkmen geological prospecting research Institute (TurkmenNIGRI) of the Turkmen SSR Geological Board.
- 3 rd day* — Bus trip to underground Kou lake, acquaintance with the Kou anticline geology, overview of the Upper Jurassic (Oxfordian-Tithonian) and Lower Cretaceous (Berriasian-Valanginian) outcrops.
- 4 th day* — Reception in the Presidium of the Turkmen SSR Academy of sciences, visit to the Desert Institute, familiarization with its activities. Travel to the Kara-Kum Canal named after V. I. Lenin.
- 5 th day* — Excursion to the research point of the Geological Institute, Turkmen SSR Academy of sciences; familiarization with the system(method) of local atmospheric waters harvesting by means of their storing in subterraneous natural collectors.
- 6 th day* — Familiarization with the carpet-making factory of the „Turkmenkoveor“ Amalgamation, visit to the Turkmenistan People's economy Exhibition, museums in Ashkhabad. Reception by the Governing body of the Turkmen Republican Organising Committee of the XXVII IGC, discussion and summing up the results.
- 7 th day* — Flight from Ashkhabad to Moscow

INTRODUCTION

The Turkmen Soviet Socialist Republic (TSSR or Turkmenistan) is situated between the Caspian Sea in the west and the Amu Darya river in the east. Only a small outlying part in the east of Turkmenistan lies on the right bank of the Amu Darya. The longest extension of Turkmenistan from west to east is 1100 km, from south to north — 650 km, the total area — 488.19 thousand square km. Population, as on January 1, 1983 — 3044,6 thousand. The Republic is divided into five administrative regions: Ashkhabad, Krasnovodsk, Mary, Chardzhou and Tashauz,

Turkmenistan enjoys diversity of natural features resulting from its geographical position though the prevailing landscape is that of the Kara-Kum desert. The climate of Turkmenistan is arid, sharp continental. Average July air temperature is 30°—32° C while soil surface gets heated up to 70°—80° C. The annual rainfall is about 100 mm in Kara-Kum and 300 mm through 400 mm in the mountain areas. Precipitation falls in winter and spring in the form of rain or rare snow. Amu Darya, the greatest river of Central Asia, flows in the eastern part of Turkmenistan. Other rivers (Murgab, Tedzhen, Atrek) and streams in Kopet Dagh are comparatively shallow. The main sources of water in Turkmenistan are, the Kara-Kum V I. Lenin canal and underground fresh water of the fans in the Kopet Dagh submountain plain.

During the Soviet period Turkmenistan has grown from a semi-feudal country into the country with advanced agriculture and industry, science and culture.

Here are developed production and processing of oil and gas, chemical and power industries, engineering, production of building materials, construction industry, local crafts (carpet-making), light and food industries. The Turkmen people are proud of Krasnovodsk oil refinery, Chardzhou superphosphate plant, Gaurdak sulphur plant, „Karabgazsulphate“ integrated works, oil and especially gas fields equipped with modern facilities. Commodities produced in Turkmenistan are delivered to all sister republics of the USSR and to 50 foreign countries. General industrial output has increased 33 times within the Soviet period.

Turkmenistan has scored big successes in irrigational construction. One of the remarkable achievements is a rapid construction of the over 1100 km long Kara-Kum V I. Lenin canal.

Principal branches of agriculture are cotton-growing and sheep-breeding. Turkmenistan is the second among cotton-growing republics of the USSR, Turkmen astrakhan is world-known.

Turkmenistan occupies a considerable part of the vast Turanian epipaleozoic platform and adjacent from south-west the Alpian structures of the Mediterranean belt. The main elements of the western platform part are represented by a group of large structures with a high hypsometry position of basement. They include the Kara Bogas arch in the west and the Central Kara-Kum arch in the east separated by the Porsokup-Upper Uzboi system of interarch disturbances. The northern platform is characterized by negative elements of which only the Daryalik-Daudan depression lies completely in Turkmenistan. The eastern platform part has a deeply downwarped basement and is occupied chiefly by vast depressions: the Zaunguz depression in the north, the Murgab one in the south. In the north-east, the Ismail-Kara Bekaul trough separates depressions in the north-east from the sub-Amu Darua terraced slope of Southern Tien-shanids. An epiplatform orogene is distinguished at the south-eastern margin of epipaleozoic platform involved in modern movements. Manifestations of this orogene are the spurs of Hissar ridge in the extreme east of Turkmenistan and the extreme western pericline of Bangi-Turkestan system in the south. The south-western margin of the Turanian plate is overlapped by marginal plunging system, represented from west to east by the Krasnovodsk depression, the North Balkhan and Re-Kopet Dagh troughs. The system has a disjunctive joint against the folded mountain area of Alpides.

Alpine orogene in Turkmen territory embraces the Kuba Dagh upland, Bolshoi Balkhan anticlinorium, Kopet Dagh meganticlino rium (up to the State frontier) and the eastern flank of the South Caspian intermontane depression.

1. HISTORY OF GEOLOGICAL INVESTIGATIONS

In pre-Soviet period not a single deposit of commercial value has been discovered in the country. There was a primitive oil production in Nebit Dagh and Cheleken fields only. Of the other mineral resources were known hard coal outcrops in Tuarkyr, lacustrine salt deposits and some building materials (gypsum, granite, limestone, sandstone). Development of the Kara-Kum sulphur deposit discovered in 1881 turned out to be a failure.

Detailed geological study of oil deposits in South-Western Turkmenistan was initiated by W W Weber and K. R. Kalitsky in 1907-through 1909.

When, in 1924, the Turkmen Soviet Socialist Republic was proclaimed profound changes have taken place. They determined rapid development of productive forces. USSR Academy

of Sciences have met with a keep response the demands and needs of young republic, and took an active part in study of Turkmen mineral resources. Expeditions under the guidance of academicians A. E. Fersman, D. I. Shcherbakov, I. M. Gubkin started the planned investigations of Turkmen subterranean resources.

In the 1903 s—1940 s a number of important studies concerning oil deposits have been completed by the USSR Academy of Sciences and the All-Union Oil Institute (VNIGNI). Among them should be mentioned investigations by V. B. Porfiriev, Yu. A. Kosygin, M. I. Vorontsov, A. V. Danov and others.

In 1938 the Turkmen Geological Department was organized and in 1941—Geological Institute (nowadays TurkmenNIGRI), attached to the Turkmen branch of the USSR Academy of Sciences. At that period much attention was paid to discovery of underground water resources for development of distant pasture of livestock-raising and water supply of settlements. Large-scale regional stratigraphical studies were aimed at working out stratigraphical schemes as a basis for geological prospecting of natural deposits, oil and gas especially. Greatly contributed to stratigraphical and lithological studies N. P. Luppov, G. Ya. Krimhols, K. K. Mashrykov, O. S. Vyalov, P. I. Kalugin, A. A. Ali-Zade, S. N. Simakov and others.

Expansion of geological prospecting and exploration of oil was promoted by the government's resolution adopted in 1948 „On Turkmenistan Oil Industry Subsequent Development“. Within a short pace of time were investigated and put into commercial use such oil deposits as Kotur Tepe (1948), East Nebit Dagh (1949), Monzhykli (1949), Cheleken (1949), Kyzyl Kum (1951).

Resolution of the USSR government „On the intensifing of geological exploration of oil and exploration of gas in western part of Central Asia“ (1956) has marked the beginning of a qualitatively new stage of geological exploration: an accelerated development of regional and detailed geological and geophysical investigations, drilling projects for oil and gas. Board of Geology of Turkmenistan, „Turkmenneft“ and „Turkmengasprom“ corporations have forwarded complex prospecting and exploration programme in a poorly studied areas of the Turanian plate.

Greatly contributed to development of Turkmen oil and gas resource base V. V. Denisevitch, N. N. Alifan, K. K. Babenko, V. V. Semenovitch, M. K. Mirzakhanov, A. A. Bakirov, V. Ya. Sokolov, V. V. Smaragdov, G. A. Gabrielants, G. Kh. Dickenstein, L. N. Smirnov, Ya. A. Khodjakuliev, Z. B. Khusnutdinov, M. A. Ashirmamedov, A. N. Davidov, N. N. Kamyshev, A. A. Nikolaev, V. A. Spikin, M. E. Essenov and others.

Regional geophysical exploration directed by Yu. N. Godin commenced study of the deep structures of the Earth crust and

upper mantle. Dr. Godin has worked out the bases of modern tectonical zonation of Turkmenistan.

There are medium-scale geological, hydrogeological and other specialized maps for the whole Turkmen territory, used in prospecting of natural resources. Stratigraphical support for regional geological survey was provided by N. P. Lupov, N. P. Kheras-kov, S. N. Simakov, G. Ya. Krimholz, P. I. Kalugin, O. S. Vy-lov, K. K. Mashrykov, K. N. Amanniyasov, V. A. Prosorovski, L. N. Smirnov, T. R. Rozyeva and others. Greatly contributed to geological study of Turkmenistan A. A. Allanov, O. M. Pan-a-senko, M. Sh. Tashliev, Ch. M. Paitykov. Discovery of large fresh and industrial water resources has become possible due to the efforts of V. N. Kunin, P. I. Kalugin, G. Ya. Ryabchinski, N. G. Shevchenko, M. M. Batyrshin and other geologists.

Academician A. E. Fersman put down the bases of systematic work in the field of hard mineral deposits geology and geochemistry, successfully continued by V. V. Danov, V. P. Mirosh-nichenko, Kh. Mamedov, E. S. Parnikel, V. P. Sedletski. Turk-menistan has a sound base of building materials due to the ef-forts of K. P. Berkeliiev and others.

2. STRATIGRAPHY

The ancient basement is represented by the Upper Protero-zoic (?) schistose gneisses revealed in the Gaurdak area below the Middle Jurassic.

The Middle Paleozoic rocks of the basement are studied best of all in Tuarkyr where they compose shaly strata with silicified and jaspidean intercalations and lenses (200 m). In Kubatau they are represented by various schists intruded by granites (200 m).

The Upper Paleozoic is represented in Tuarkyr by the Aman-bulak formation composed of tuffs, conglomerates, aleurolites and argillites (3300—3400 m). Its dating is Permian.

The Triassic is identified in Tuarkyr as the Indien stage, comprising conglomerates, sandstones, aleurolitic-clayey materials, and the Olenek stage is represented by carbonate accumulations (717 m).

The Jurassic beds crop out in the mountains of Tuarkyr, Kuba Dagh, Bolshoi Balkhan, Kopet Dagh, Gaurdak and Kugitang. In other areas Jurassic beds are buried beneath the younger sedi-ments and are known from drilling in more than 150 localities. The Lower Jurassic section in Tuarkyr comprises a group of variegated sediments (40 m), the Middle Jurassic is represented by coal-bearing sandy clays and sands (800 m). The Upper Ju-rassic is composed of the Callovian greenish-grey clays and the Lower Oxfordian light silicified limestones (36 m). Jurassic sec-tion in Bolshoi Balkhan begins from the Bajocian. It is repre-

sented by hard grey argillites (2200 m). The Bathian stage is composed of sandy-clays (up to 1900 m). The Upper Jurassic from Bolshoi Balkhan and Kuba Dagh includes terrigenous, carbonate and gypsum-anhydrite sediments (up to 600 m). In Kopet Dagh the Upper Jurassic outcrops only in Kou and Kelyatin ridges, where Oxfordian-Tithonian carbonates are developed. The Upper Jurassic sediments from boreholes in Kara-Kum and those from Tuarkyr are similar as they belong to the same Central Turkmenistan structure-facial zone.

In Eastern and South-Eastern Turkmenistan all the three Jurassic divisions have been revealed by drilling in Pre-Amu Darya district. The Lower unit includes the Toarian quartzitic and inequigranular sandstones and the Aalenian coal-bearing sediments (400 m). The Middle division is represented by marine terrigenous material (500 m), the upper one occurs as a 1000 m thick stratum consisting of carbonate, evaporate and redrock formations.

The Lower Cretaceous exposures are known in the mountains of Tuarkyr, Kuba Dagh, Bolshoi Balkhan, Kopet Dagh, Kugitang. In Tuarkyr and Pre-Karabogazie the Lower Cretaceous is composed of variegated rocks, limestones and marine terrigenous sediments (up to 500 m thick). In Bolshoi Balkhan and Kuba Dagh the Lower Cretaceous is divided into two parts: the lower, mostly carbonate (Berriasian-Lower Barremian) and the upper terrigenous (Upper Barremian-Albian). All the main Kopet Dagh ridges are composed of the Lower Cretaceous represented by marine and partly lagoonic sediments (3000 m).

The Lower Cretaceous was identified in many boreholes in Central Kara-Kum. Here terrigenous-to-carbonate, carbonate, sandy-aleurolitic sediments and marine clays have a thickness of 770 m. In the platform eastern part of Turkmenistan the Lower Cretaceous is represented by a thick strata of terrigenous and carbonate sediments of marine and lagoonic-continental origin (up to 1200 m).

The Upper Cretaceous of North-Western Turkmenistan is represented by carbonate-terrigenous rocks, marls, white limestones and variegated marls (500 m). In Kopet Dagh there occur terrigenous, terrigenous-carbonate and carbonate sediments (1200–2100 m). In Nizmennie and Zaunguz Kara-Kums the Upper Cretaceous is composed of two strata: the lower terrigenous and the upper carbonate. In Mary-Bairam-Ali the Upper Cretaceous is revealed by drilling. It occurs as a thick succession of terrigenous and carbonate sediments of marine origin (1200 m). In Pre-Amu Darya area the Upper Cretaceous is known from boreholes and comes to the surface only in Pitnyak, at Kabakli uplift. It is represented by monotonous, 1000 to 1300 m thick, strata composed of grey sands, sandstones, aleurolites and clays. In Gaurdak-Kugitang area the Upper Creta-

ceous is represented by a thick (1000 m) sequence of essentially terrigenous marine sediments.

The Paleogene sediments crop out in Krasnovodsk peninsula, Tuarkyr, Bolshoi Balkhan, they are known from escarpments („chinks“) in Aibuguir, occur in Kopet Dagh, Badhyz, Gaurdak, Kugitang. In the rest of the country they are known from boreholes.

In Western Turkmen depression the Paleocene is represented by limestones, calcareous sandstones and marls (150 m). The Eocene is composed of variegated rocks, white marls and carbonate clays (200 m). The Oligocene section consists of clays (over 300 m). In Central Turkmenistan the Paleogene is represented by clayey—carbonate sediments, variegated and red marls, clayey limestones and clays (620 m). The Paleogene in South-Western Turkmenistan is represented by grey and greenish marls, variegated limy and clayey marls comprising fish beds, clay and marl interbeds, also by blue, red—brown, green grey, brown and dark grey clays (2800 m). In Kopet Dagh the Paleogene is represented by marls, quartzy sandstones, greenish clays, terrigenous-carbonate rocks, aleurolites (up to 1140 m).

In Badhyz the Paleogene is manifested as the Bukhara, Suzak, Alai, Turkestan formations of terrigenous, carbonate and volcanogenic facies (1000 m). Three Paleogene units are distinguished in Mary-Bairam-Ali area; they comprise carbonate, carbonate-terrigenous, gypsiferous sediments (545 m). In Pre-Amu Darya and Gaurdak-Kugitang area the Paleogene is represented by clays, marls, gypsiferous limestones, sandstones and variegated material (610 m).

The Neogene is developed on the most of Turkmen territory. In West Turkmen depression are distinguished the Middle (Tortonian) and the Upper (Sarmatian) subseries of Miocene. The former is represented by terrigenous-carbonate material (500 m), and the latter consists of carbonate-terrigenous sediments (250 m). The Pliocene is composed of carbonate-terrigenous, variegated, lacustrine-palustrine and terrigenous-carbonate sediments (400 m).

The Neogene of Krasnovodsk peninsula and Chilmamed Kum is divided into the Miocene (recognized as Tortonian and Sarmatian) and the Pliocene (760 m). In Usturt and South Mangys-hlak plateau the Neogene is marine, in Central Tuarkyr continental, on the rest of the territory — both continental and marine. (500 m). In the west of North-Eastern Turkmenistan the Miocene is marine and in the rest of the country the top of the Miocene and the Pliocene are composed of continental sediments. Miocene is up to 450 m thick. In Nizmennie Kara-Kum there occur red-rocks of the Lower Middle Miocene (286 m) and marine sediments of the Middle and Upper Miocene (up to 85 m). The Upper Miocene-Middle Pliocene is represented by the red-rocks (up to 900 m), the Middle-Upper Pliocene sediments are con-

tinental (500 m), the Upper Pliocene is represented by Akchagyl (400 m), Apsheron (40 m) and Keshiny Bair (225 m) formations. In Western Kopet Dagh the Neogene is composed of carbonate-terrigenous sediments of marine origin. East of Archman the Neogene becomes continental, it contains essential amounts of conglomerates.

In Badhyz, Kara Bil and South-Eastern Kara-Kum the Neogene is represented by continental clayey-sand material (from 400 to 1500 m thick). Only in the north-west there are the marine Akchagyl sediments.

The Neogene of north-western Gaurdak-Kugitang area is composed of terrigenous sandstones, aleurolites, clays, red conglomerates (500 m).

The Quaternary sediments are characterized by mixed lithological composition. The most complete sections of the Lower-Middle Pleistocene are reported from Pre-Baikhan and Keimyr-Chikishlyar areas of Western Turkmenistan. In Krasnovodsk peninsula and along the Kara Bogaz Gol shores the Khvalyn and Novocaspian deposits are developed. In the valley of Uzboy and in Nismennie Kara-Kum are exposed sediments of the Kara-Kum formation. Aeolian formations are widespread all over Turkmenistan. The Lower Pleistocene is represented by the Turkan formation (up to 250 m thick). Marine sediments outcrop in Pre-Balkhan area, Cheleken, Krasnovodsk peninsula, Western Kopet Dagh, westward of Nizmennie Kara-Kum (up to 600 m thick). In the west of Turkmenistan the Middle Pleistocene is represented by marine sediments and in the southern, central and eastern regions the Middle Pleistocene includes proluvial and deluvial pebble beds, conglomerates and loams. The Upper Pleistocene is represented by marine sediments in the west and in other regions it contains proluvium, deluvium and also alluvial and deltaic accumulations of the rivers Tedzen, Murgab, Amu Darya. Marine sediments of the Novo-Caspian formation compose the Holocene. They are represented by proluvial, alluvial, lacustrine and shore accumulations.

3. TECTONICS

A vast epi-Paleozoic craton of Central Asia and Kazakhstan is occupied chiefly by the Turanian plate distinctly separated into two parts by the Mangyshlak-South Tien Shan structural contour. Northern and southern parts of the plate differ greatly. The southern part stretches eastward, it is a continuation of the Scythian plate and belongs to the Mediterranean belt. The northern part is formed by the south-eastern protrusion of the Russian platform effected by Palaeozoic tectogenesis, and southwestern curve of the Ural-Mongolian belt. The northern half of the Turanian plate lies almost entirely within the Turkmen ter-

ritory and occupies its larger northern part. Smaller southern part of the plate belongs to the Apline structures of the Mediterranean belt.

Basement of the Turanian plate comprises Paleozoic and possibly more ancient metamorphites and granitoids. Basic intrusions are much rare, ultramaphic — occur only sporadically. The folded basement is composed chiefly of disturbed to a various degree ortho — and parageosynclinal volcanogenic — sedimentary, chronologically discrete formation rocks of the Middle Paleozoic age. Laterally discontinuous, volcanogenic — molassic orogen dated in deep troughs as presumably the Upper Paleozoic-Triassic and characterized by the largest thicknesses, separates consolidated basement from the platform cover. Orogen successions reduced to a various degree down to complete omission, are known in the largest uplifts.

The Alpine geosynclinal and platform units of Turkmenistan are characterized by similar facies and comparatively modest differences in thickness. They comprise the Jurassic-Paleogene miogeosynclinal and level the Neogene-Anthropogene orogenic one. The latter corresponds to the synchronous molassic unit which crowns the platform cover.

The northern margin of Turkmenistan comprises by elements of the South Mangyshlak trough and comprises the entire Darjalyk-Daudan trough. Southward are situated structural elements with elevated basement: the Kara Bogaz arch in the west and the Central Kara-Kum arch in the east. These are separated by the Porsokup-Verkhni Uzboy system of interarch dislocations, from west to east builded of ramparts alternating with troughs, all of north-western trend excluding the submeridional Verkhni Uzboy trough.

In the Kara Bogaz arch, over 150×400 km in size, the platform mantle of a reduced thickness begins from the Aptian and rests directly on the crystalline rocks of the basement. Submeridionally elongated the Central Kara-Kum arch, 400×200 km in size, occupies the central part of Turkmenistan. It is also characterized by reduced though more stratigraphically complete succession of the platform sediments from Middle Jurassic to Anthropogene.

In the discussed part of the Turanian plate there occur discontinuous basal, terrigenous coal-bearing and carbonate facies of the topmost Lower Jurassic-Oxfordian, followed upwards by carbonate-terrigenous, grey terrigenous and clayey-terrigenous Cretaceous facies, terrigenous-carbonate and clayey-terrigenous Paleogene facies. The top of the section is represented by Neogene-Anthropogene molassoids. The total thickness of the platform cover ranges from 1 to 3 km and only in the south-east it extends 6 km. Considerable eastern part of the craton within Turkmenistan has a deeply buried basement and consists of two

large depressions: the Zaunguz in the north and the Murgab in the south. Basement has here a distinct block structure. Thus, the elements that form and complicate this part of the craton, occur as steps, monoclines, fault troughs, superfracture and near-fracture ramparts and troughs. The Repetek sublatitudinal superfractional rampart separates the Zaunguz and Murgab depressions.

Along the north-eastern margins of the Zaunguz and Murgab depressions for almost 500 km stretches out the Izmail-Kara Bekaul trough, 4 to 9 km deep. Between these structures lies the Bagadzha rampart. A terraced south-western slope of the buried southern Tien Shanids lies north-eastward.

All the named structural elements are clearly distinguished on the basement, and in structure, facies and thicknesses of sedimentary cover. On the basement their bounds are confined to the deep-seated faults, the main of which penetrate into the cover. In the discussed part of the region the Upper Paleozoic basement lies at depths of 3 to 15 km. The maximum depths are reported from the axial zones of the Zaunguz and Murgab depressions. It is assumed that the Late Hercynian orogeny here has a considerable thickness and the platform cover is from 7 to 8 km thick. Continuous succession of the sedimentary deposits includes besides those structures which have been mentioned in the western cratonic part of the region, also the Kimmeridgian-Tithonian evaporite facies (1000 m) and the Thithonian-Barremian red-rocks with the maximum thickness of about 500 m in the Murgab depression.

The Alpine epigeosynclinal orogeny bounds the Turanian plate from the south-west. These structures are separated by a linear system of marginal foredeeps which are, from west to east: the Krasnovodsk platform trough basin, North Balkhan and Pre-Kopet Dagh troughs. The North Balkhan trough is narrow and shallow (the basement level is less than 3000 m), it has a suture junction with the Bolshoi Balkhan anticlinorium.

The Pre-Kopet Dagh trough extends from north to west for 700 km and has a width of 30—40 km in the west and up to 120 km in the east. Its outer slope is broad and low-angle while the inner slope is narrow and steep. The trough is separated from Kopet Dagh by a set of fractures of the South Turkmen marginal suture, represented by faults, upthrusts and upthrusts-overthrusts. The Pre-Kopet Dagh trough-Turanian plate boundary is conventionally drawn along the regional North Pre-Kopet Dagh fault. In the west, the trough terminates against the Bolshoi Balkhan anticlinorium, eastward it continues through into the Murgab depression. The Pre-Kopet Dagh trough comprises, from south-east to north-west, the Tedzhen (Dushak), Kaakhka, Ashkhabad and Kazandjik depressions. Their block links are conjugated with submeridional faults. The deepest part of the axial zone occurs

between Bakharden and Gyaurs. Here is assumed the deepest position of the Jurassic bottom (more than 10 km) and the crystalline basement (exceeds 15 km).

The extreme south of Turkmenistan comprises northern marginal elements of the eastern Mediterranean Alpine belt: the Kuba Dagh suture-block uplift, the Bolshoi Balkhan anticlinorium, the Kopet Dagh meganticlinorium and the eastern slope of the South Caspian depression. The latter is infilled with thick sedimentary cover. In the Turkmen part of the South Caspian depression only the Cretaceous-Anthropogene deposits are known positive. At the bottom of the Alpine megacomplex the South Caspian depression consists of large blocks stepping out of the mountain framing into the Caspian sea.

Kuba Dagh, Bolshoi Balkhan and Kopet Dagh form a single structural chain confined to the South Turkmen marginal suture. This chain, continuing the tectonical lineage of the Great Caucasus, is separated from the southern, the Elburz-Aladagh-Binalud chain of the Turkmen-Horasan anticlinoriums, by the South Caspian depressions and the Quchan-Meshed trough. The southern chain is situated entirely in Iran and continues eastward through Paropamisus to Hindu Kush. Its northern flank faces a platform involved in modern tectonic activity in the east and the epimio geosynclinal orogeny of Kopet Dagh in the west.

Kuba Dagh, the western Alpine structure, is composed of the Palaeozoic-Triassic magmatogenes and represents a multistep horst in the Pre-Alpine basement. The northern slope consists mainly of the Mesozoic deposits, in the southern slope the ancient igneous rocks are overlapped by the Neogene and Anthropogene. It is assumed that during the Alpine geosynclinal stage of development the Kuba Dagh suture-block uplift was a small marginal block involved in modern orogenesis. The Bolshoi Balkhan anticlinorium represents an isolated Alpine inverted trough infilled with miogeosynclinal accumulations of over 5000 m thick. The Jurassic and Cretaceous deposits occur with angular disconformity. The northern limb of the structure has a suture flexure character, the southern limb is characterized by comparatively gentle dipping. Inter-Balkhan saddle separates Kopet Dagh from Bolshoi Balkhan.

In the frontal Western and Central Kopet Dagh the composite Frontal zone is distinguished. It comprises a set of folded elements and faults. South of the Frontal zone are distinguished the Major, Rabat-Khoner Dagh, Kuilyar, Danata-Malyi Balkhan and Eastern Kopet Dagh folded zones. The Major zone is situated in Iran and only its Gornyi Badihyz pericline lies in the Turkmenistan.

The Pre-Alpine basement lies in Western Kopet Dagh at a depth of about 20 km. The South Turkmen marginal suture is manifested as longitudinal basal blocks succeeding each other in

echelons and steps. Here the thickness of the strata till down the basement ranges from 5 to 10 km. The Basement within the Pre-Kopet Dagh trough has a general dipping towards Kopet Dagh. Near Kizyl Arvat the basement may be expected to be at a depth of 5–6 km and in Kazandjik depression — at 7 km. The basal rocks outcrop in Kuba Dagh suture-block uplift, to the east they dip towards Bolshoi Balkhan, where the basement plunges south-eastwards to a depth from 1 to over 3 km.

South Turkmen suture zone together with adjoining structures may be correlated with the Junction zone of the Arabian and Eurasian plates, their spreading responsible for Palaeozoic eugeosynclinal activity. Subsequent getting the plates together resulted in Hercynian collision folding and orogeny, completed at the end of Triassic. No plate spreading happened during the Alpine epoch though this zone was involved in intensive downwarping and structural plan reconstruction: in contrast to the diagonal Hercynian reefogenic eugeosyncline, the Kopet Dagh miogeosyncline has gained sublatitudinal strike and spread out far westward into the South Caspian depression and eastward into a newly-formed platform and through the axian zone of the Murgab depression. The Alpine orogeny was most pronounced in the Hercynian collision zone of the Arabian and Eurasian plates which kept being mobile. Consequently, general structural plan of the Alpine orogen does not, probably, correspond to that of the miogeosyncline in full.

Orogenic Neogene-Anthropogene level consists of molasses, essentially continental in the east and marine in the west. They infill piedmont troughs (foredeeps) and the South Caspian depression. Continuous succession of the orogenic and underlying facies is recorded and assumed in the central parts of the troughs while on the rest of the territory they occur with angular and stratigraphic disconformities. The latter are recorded also from the orogenic level, dividing it into two parts — two structural stages: the Middle Miocene-Middle Pliocene and the Upper Pliocene-Anthropogene. The upper stage is practically undisturbed. In the inland areas of the South Caspian depression the thickness of the Alpine orogenic unit totals 6000 m.

Within Turkmenistan the earth crust is continental. Only in the south-west, within the eastern slope of the South Caspian depression with reduced thickness of „granitic“ layer, the type of the earth crust is, possibly, transitional to oceanic.

The Mohorovicic and Conrad discontinuities are in agree. The largest thicknesses of „granitic“ layer and consolidated crust correspond to the Ashkhabad depression of Pre-Kopet Dagh trough and especially to the southern part of the Murgab depression (over 42 km). „Basaltic“ layer is the thickest in the Central Kara Kum arch where its thickness exceeds that of „granitic“, layer, though reversed relations of these layers have been also described.

Design of the Moho-d coincides with the major structural elements of consolidated crust. Position of the Moho-d is the highest in the Kara Bogaz arch and South Caspian depression (-30 km). Its comparatively high position is recorded for the Porsokup-Verhni Uzboy system of interarch disturbances and the Central Kara-Kum arch. Isohypse of -35 km cutlines the Kara Bogaz arch together with the above-named system of disturbances, frames the Central Kara-Kum arch which is separated, however, in the west, by submeridional depression, corresponding to Verhni Uzboy trough, where the Moho-d descends to the depth of 38-40 km. More deep hypsometric position of the Moho-d is known east of the Central Kara-Kum arch, in the Zaunguz depression (from -40 to -45 km). It coincides with the data for the axial zone of the Murgab depression. (below -45 km).

At the joint of the Turanian plate with the Alpine mountain folded area the Moho-d is characterized by a relative lowering to 5-10 km. Its topography gains linearity coincided with structural plan of the Alpine suture zone. A remarkable feature is a higher position of Moho-d in Kopet Dagh in comparison with Pre-Kopet Dagh trough. In Turkmenistan general depth of the mantle surface and hence the thickness of the earth crust ranges from 300 to 50 km and corresponds to those of the continental platforms or to the least values for epigeosynclinal and epiplatform orogenes.

4. MINERAL DEPOSITS

Turkmenistan has oil and gas fields, fresh underground water resources, native sulphur deposits, potash and rock salts, industrial iodo-bromine waters, natural sulphates of strontium, sodium and magnesium, cement and other raw materials for the building industry.

Oil. Oil deposits and oil industry are concentrated in the western part of Turkmenistan. Since the Great October Socialist Revolution tens of oil fields have been developed and a modern town of Nebit Dagh, the capital of oil land, has been founded. West Turkmen oil deposits make the basis for oil refinery in the city of Krasnovodsk. Oil industry is the main branch of economy in Krasnovodsk, the west-most region of Turkmenistan. Known oil resources are concentrated in the Pre-Balkhan and Gogran Dagh-Okarem anticline zones. The bulk of oil production comes from the Pre-Balkhan oil and gas area. By present, here are developed and put into industrial use 7 oil and oil-gas deposits (oil-fields Nebit Dagh and Kum Dagh, oil and gas fields Kotur Tepe, Barsa Gelmes, Burun, Kuidjik, Boya Dagh). Most of the fields have several productive horizons. They are confined to the zones of substantial plunging of the Neogene sediments and are connected with reservoir sands of 1000 to 4000 m deep

red-rock strata of the Akchagyl and Apsheron stages of Pliocene. In Cheleken oil is received from sediments underlying the red-rock strata.

Large productive zones are discovered in the Gogran Dagh-Okarem gas and oil area. Here the bulk of the resources is concentrated in four predominantly gas deposits, with minor oil margins (Kamyshldzha, Okarem, Gogran Dagh, Keimir). All established reserves, are confined to the lower red-rock formation. Oil occurrences with limited reserves have been discovered in the Turkmen offshore sector of the South-Eastern Caspian (Livanov, LAM, Gubkin, Zhdanov and other fields).

Gas. The main gas resources of Turkmenistan are concentrated in Central and Eastern Turkmenistan, in the Amu Darya gas and oil province. Here are known about 50 fields.

The Turkmen gas industry makes a quick progress. Gas output has increased from 1200 mln cub. m in 1965 up to 67000 mln. cub. m in 1982 and in the next few years the volume of production would grow. Discovery and development of the Amu Darya gas and oil province have changed once uninhabited arears of the South-Eastern and Zaunguz Kara-Kum. Nowadays, there are big townships at the oil fields (Gazachak Shatlyk and others). Gaz makes the basis for power stations of Mary and Bezmein (Ashkhabad). Gas condensate and methane homologs (ethane, propane, etc.) processing chemical plants are under construction. Alongside with domestic consumption considerable amounts of Turkmen gas comes to the central regions of the European part of the USSR. Turkmenistan ranks second after Western Siberia of the RSFSR in all-union gas production. Present-day level of geological knowledge allows to distinguish several gas and oil regions within the Amu Darya oil and gas province. These are the Beurdeshek-Khiva, Zaunguz, Chardzhou, Murgab, Karabil-Badhyz regions.

Gas deposits of Beurdeshek-Khiva region are confined to a twide range of sedimentary rocks from the Aptian (Achak, Naip) through Middle Jurassic (Naip). The Achak field has 15 productive horizons, their total thickness is about 800 m, depth ranges from 1500 to 3000 m. They are composed mostly of sandstones, aleurolites, limestones. Productive horizons of the Kirpichli field are represented by "rotten" limestones, 60—70 m thick.

In the beginning of 1970 s large gas deposits have been explored in Zaunguz gas region (Zaunguz Kara-Kum). In the Bagadzha and Eastern Unguz uplifts were discovered gas fields of Bagadzha, Malay, Sakar, Gagarin. Productive horizons lie at depths ranging from 2900 to 3600 m. They consist of the Callovian-Oxfordian subsalt limestones.

In Chardzhou region, gas deposits are confined chiefly to the Callovian-Oxfordian carbonate sediments. The only productive horizon is known in Farab, Saman-Tepe, Kushtuvan, Sundukly

and Metedahan fields. It is represented by a member of massive limestones and anhydrites, and lies at the depths from 2500 to 3600 m. In the north-west, the saliferous zone is missed and gas is found in the interval from the Albian through Lower-Middle Jurassic (Northern Gugurtli). Gas-containers are sandstones, limestones and anhydrites. There are only gas and gas condensate deposits in the region, with the exception of Farab field where gas pool has a small oil margin.

A large gas zone is located in the south of Turkmenistan (South-Eastern Kara-Kum), in Murgab depression. There are 20 fields of which Dovletabad-Donmez and Shatlyk are the largest in Central Asia. In Murgab region chiefly Cretaceous gas-producing level has been explored. Natural gas flow of economic interest has been received from the Lower Cretaceous sandstones of the Shatlyk horizon (Bairam Ali, Uchadzhi, Seirab, Maiskoye, Shatlyk and others). Large Shatlyk deposit of condensate liquids has been discovered in 1968 and put on stream in 1974. This field is complicated by two domes. Gas comes from the depths of 3220 to 3350 m. It consists mostly of methane, includes stable condensate liquids and none of sulphur.

The Badhyz-Karabil oil and gas province in terms of tectonics unites the step of the same name and the Kushka uplift zone in the extreme south of Turkmenistan. A large number of discovered gas-bearing structures enables favourable assessment of gas prospects of Badhyz-Karabil step, by far the most elevated area of the Murgab depression. According to geological evidence the thickness of sedimentary cover in this depression sharply decreases, succession consecutively deprived of the Jurassic and partly of the Lower Cretaceous sediments. The northern slopes of the step are characterized by steep monocline bedding with consecutive increase of the stratigraphic completeness of the succession as it proceeds towards the Murgab axial zone. Such a setting predetermined substantial gas occurrences associated with traps of unstructural type.

A very large Dovletabad-Donmez pool of unstructural type is associated with wedging out of the regional zone of Jurassic terrigenous and saliferous sediments. Commercial gas is found in sandy rocks of the Lower Cretaceous Shatlyk horizon at the depths from 2884 to 3622 m. Further prospects of this field are connected with assessment of oil and gas regional productivity of Jurassic layers. Promising perspectives of gas presence in different regions of Eastern Turkmenistan enables subsequent consideration of Turkmen gas resources as the primary important basis for Central Asia-the Centre pipelines.

Metallic mineral resources of Turkmenistan are represented by manifestations of nonferrous and rare metal ores (lead, zinc, mercury, molybdenum) and forming with the exception of celestine (strontium), by small deposits (Kugitang group). The Arikan

and Sakyrtmin celestine deposits are developed in the extreme south-east of Turkmenistan. They are confined to Paleocene limestones and dolomites and belong to sedimentary genetic type with superimposed hydrothermal-metasomatic mineralization. A limestone-dolomite member with disseminated celestine mineralization is 20 m thick. A seam (0.1—0.2 m) of essentially monomineral (73—95%) celestine occurs in the middle of the member.

Nonmetallic industrial raw materials Proved resources of native sulphur, potassium and rock salts, limestones and industrial waters of the West Turkmen depression, brines of the Kara Bogaz Gol Bay make the sound bases for the chemical industry.

The Gaurdak sulphur plant produces sulphur in lumps and delivers it to the other republics of the USSR. This product is also used to manufacture phosphate fertilizers at Chardzhow superphosphate plant. Iodine and bromine are extracted from industrial waters. Kara Bogaz Gol brines give sodium and magnesium sulphates and these commodities come almost completely from Turkmenistan to other republics.

Chemical industry of Turkmenistan is essentially based on local natural resources. It is second in Turkmenistan economy after fuel and power industries.

Sulphur. Native sulphur deposits of infiltrational-metasomatic type have been developed in Gaurdak-Kugitang sulphur region (Gaurdak, Kizyl Tummuk-Karluk deposits) and in Central Kara Kum (sulphur knobs). There are numerous manifestations of native sulphur in those and other areas (Badhyz, Kopet Dagh, Krasnovodsk peninsula). Only the Gaurdak deposit is operated nowadays sulphur production from the Kara-Kum occurrences has been ceased in 1961.

Gas sulphur. Sulphur in the form of hydrogen sulphide is identified in ten fields (Saman Tepe, Metedzhan, Gugurtli, a. o.). Total sulphur reserves of these deposits are comparable with proved reserves of native sulphur, inferred reserves surpass them considerably.

Potashs. Central Asian basin of potassium salts (the Upper Jurassic) is situated in south-east of Turkmenistan. The upper half of the common salt strata (400 m thick) comprises up to 18 sylvinitic-carnalite seams. Proved reserves (Karluk, Karabil, Gaurdak and other deposits) secure the development of potash industry for many decades.

Rock salt deposits (Gaurdak, Hodjakym and others, halite content is over 96%) are of use for food and chemical industries. The Uzunsu Neogene salts from Kopet Dagh are fit for complex development (halite, mirabilite, thenardite, astrakhanite). Common salt is found at the Caspian shore (Kuulisal), in the dry bed of the river Uzboy (Baba Hodja) and in vast drainless depressions (Er Oilanduz, Kara Shor, Sultan-Sandzhar).

Bentonitic clays. Production comes from the Oglanly mont-

morillonite deposits (Bolshoi Balkhan), represented by volcano-sedimentary stratiform steeply dipping body (up to 30 m). Physical and chemical properties of clays determine a wide range of applications. They are used in drilling muds, for nodulizing of iron concentrate pellets, as binders, bleachers and so on. Kopet Dagh, Badhyz, Gaurdak and Pitnyak are the promising areas for bentonitic clays.

Quartz sandstones and dolomites. Sandstones of the Shaly Paleogene formation and the Upper Jurassic dolomites of Kopet Dagh make the resource base for the Ashkhabad Glass Plant.

Building materials. Deposits of limestones, clays, gypsa, anhydrites, limnocalcites used in production of binders and crude ceramics, are numerous. Their proved reserves meet the industrial requirements in full. Sawn stone is received from organic limestones of the Akchagyl (Krasnovodsk, Kizyl Arvat deposits), Paleocene (Mukry deposit) and Maastricht (Kabakly). There are organic limestones, dolomites (Bolshoi Balkhan, Kopet Dagh, Gaurdak) and igneous rocks (Kuba Dagh) which can be used as facing materials. Igneous rocks (Kuba Dagh, Kuba Tau), carbonate sediments (Balkhans, Kopet Dagh, Gaurdak, Kugitang) and products of their destruction (gravel and sand) are used as concrete components and road-building materials. About 50 such deposits have been explored. Easy-melting expansive clays of Paleogene age from Kopet Dagh, of the Upper Cretaceous from Gaurdak and Pitnyak and argillites of the Bajocian from Bolshoi Balkhan are used in production of light-weight aggregates. Turkmenistan is rich in sands of alluvial, near-shore and aeolian origin and self-sufficient in building materials.

Fresh underground water storage is of the utmost importance for the economic and social life of Turkmenistan. The country has desert natural and climatic conditions and both drinking and industrial waters are supplied almost completely from underground sources. Proved resources of fresh underground water allow to meet all the needs of urban and rural settlements in Central and Eastern Turkmenistan. In 1983, Krasnovodsk region, comparatively poor in fresh underground water, has received it from the river Amu Darya through the Kara-Kum V. I. Lenin canal. This year Amu Darya waters will come to the city of Krasnovodsk.

3rd day of excursion

ROUTE TO THE VICINITIES OF THE UNDERGROUND LAKE KOU

This leg of the excursion has for an object a firsthand acquaintance with geology of Ashkhabad surroundings, in particular, with the Frontal mountain chain of Kopet Dagh and the vicinity

ties of the underground lake Kou, the cave and the lake itself. There will be two short stops on the way to Kou.

The road from Ashkhabad to destination — the underground lake Kou — comes through Pre-Kopet Dagh foredeep, its axial zone situated north of Ashkhabad. South of the city one can see elevations (ba'irs) of the Keshinyn-Ba'ir anticline composed of the Upper Pliocene continental sediments. Folds have sublatitudinal striking. Dipping of limbs is gentle, 7° to 9° . Against the back ground one can see the uppermost part of the Soviet Kopet Dagh — the Gaudan ridge, an anticline with heights up to 3000 m. Its northern limb is formed by the Lower Barremian limestones inclined at an angle of 10° . The Yablonovskaya syncline, consisting of the Aptian sediments, conjugates with the Gaudan Anticline. Through much of the syncline comes the oblique shear of the Harvarian thrust-slip fault, separating Kopet Dagh from the foredeep. Westward it is replaced by the Vanovian syncline, its, northern limb represented by the Ginduvar ridge. The Markou frontal brachyan-anticline (14 x 6 km) with elevations up to 1543 m stretches out further north-eastward. A limb of anticline composed of the Barremian rocks with a low-angle dipping (up to 35°) faces north. It thrusts over the southern slope of the Pre-Kopet Dagh trough and is complicated by a small syncline. Westward, the Markous brachyan-anticline gives place to a small Gingol fold strongly dislocated with faults and thrust-slip faults. The Uli Depe frontal anticline comes next. Its gentle dislocated limb composed of the Lower Cretaceous and Upper Jurassic rocks faces north, over-thrusting the folded slope of the Pre-Kopet Dagh trough. Against the frontal surface of the thrust the piedmont Kelyatin ridge stretches out. It exposes the Eocene-Middle Pliocene and the Upper Pliocene rocks, separated by pronounced angular disconformities. The Kou anticline is situated further north-westward, also thrusted over the southern slope of the piedmont trough. In the Ak Tepe ridge, flanking the northern slope of the Kou anticline, outcrops the Eocene-Pliocene sediments. They are dislocated to the same degree as those from the foregoing Kelyatin ridge.

Stop 1

Evidence of Central Kopet Dagh Geology

Central Soviet Kopet Dagh, where the route is coming is situated between meridians crossing Ashkhabad and Archman (120 km). Here the Lower Cretaceous and partly the Upper Jurassic sediments are exposed. The Hauterivian beds are lifted in places up to 2500 m. The larger southern part of Central Kopet Dagh comprises two gentle, elongated, arched in plan folded chains.

Eastward they conflow into the one chain, yet the southern Missinev-Gaudan anticlinal chain comes far ahead and near Ashkhabad its northern limb faces Pre-Kopet Dagh trough. Western segments of folds are dissected by oblique left-thrust-slip faults of latitudinal and north-eastern trend, eastern segments are affected by right thrust-slip faults of the north-western trend. Besides, the northern limbs of anticlines are complicated by smaller folds of oblique strike, genetically connected with right thrust-slip faults.

The northern marginal Central Kopet Dagh is distinguished as a frontal block anticlinal zone of essentially complex structure. Its plicative dislocations have different striking and character. North-westward the zone comprises sublatitudinal echelon folds. Eastward they give place to anticlinal chains of the north-western, sporadically sublatitudinal trend. All these structures are developed above the Frontal deep fault-the South Turkmen marginal suture consisting of structures of the platform cover. There is a genetic link between all the above mentioned structures. Frontal anticlinal zone is separated from trendig northward the Pre-Kopet Dagh trough by fractures of the north-western, sometimes sublatitudinal trend, right thrust-slip faults and over-thrusts. Here, the southern slope of the trough is lowered for over 6 km in relation to Kopet Dagh. In the western, Archman-Nukhur part of the Frontal zone, the fractures cut the eastern margins of the sublatitudinal folds at an angle of 50° , in the middle part of the Frontal zone they are subparallel to the frontal anticlines and in the eastern part they shear anticlines at a low acute angle. South of Ashkhabad, foredeep bounds the inner anticlinal chain of Kopet Dagh.

Sublatitudinal Archman-Nukhur brachyfolds are symmetrical, variously inclined in the limbs (from 10° to 40°), occassionally overturned and thrusted over towards the north. They are treated as outcomes of the Middle-Late Pliocene right slip along the South Turkmen marginal suture. At the same time discordance of the Kelyat-Dagermandji anticline with the rest of the Archman-Nukhur folds and its trending parallel to the inner folded chains of Kopet Dagh, points possibly to somewhat a different initial structure of the Archman-Nukhur part of the frontal zone affected by the Pliocene slip disturbances.

Block anticlines of the frontal zone have different patterns of striking. Numerous right thrust-slip faults, deviated to the south from the frontal Kopet Dagh faults, cut the anticline chain into blocks displaced to the right from first hundreds of metres through 5000 m. Therewith, the north-western striking of folds alternates with sublatitudinal. The southern limbs of anticlines are comparatively steep (from 18° to 40° through 80°), affected by minor thrust-slip faults and flexures. The northern limbs are low-angle (form 8° to 35°), disturbed by small sublatitudinal

folds and thrusted over towards north-north-west. The thickness of the overthrust ranges from 4 km to 6 km. In the frontal part of the thrusts the oldest Upper Jurassic sediments are exposed. They occur as plicated folds, overturned north or south, striking parallel to the overthrust. Rupture surface is steeply inclined (45° - 70) in the Ak Tepe overthrust (Kou anticline) and comes horizontally or with low angle dipping (0 - 12°) in Kelyatin overthrust (Uli Depe anticline). There are minor overthrust surfaces south of the major one, with hundreds of metres amplitude. That suggests imbricated structure of overthrusts. Boreholes situated at a distance of about 5 km south of the frontal faults of Central Kopet Dagh had revealed under-overthrust part of the section at the depths from 380 m through 2630 m. In contrast to the discussed pattern the north-western margins of the Kou and Murad Kerik anticlines have a box, almost symmetrical structure and a 20° to 40° dipping of limbs.

At longitudinal section the block anticlines are asymmetric. Their western periclines are sharper and higher, often transversed with sublatitudinal folds, associated with right displacements. Anticline arches have minor faults and fault troughs.

A present-day north-western striking of the frontal block anticlines slightly disagree with a striking pattern of the Jurassic and Cretaceous time. That may, possibly, indicate a somewhat different initial striking of anticlines, close to sublatitudinal, and its subsequent change in the Middle—Late Pliocene due to extensive right-slip movements.

Stop 2

Geological setting of the Kou anticline

The Kou frontal anticline (15X4.5 km) is one of the frontal units of Central Kopet Dagh, upthrusted and partly overthrusted towards the inner slope of the Pre-Kopet Dagh trough. Anticline trends roughly from north-west to south-east and is separated from adjacent plicated structures by the Germab group of diagonal and subcomformable right thrust-slip faults, bounding in the north-west and wedge-wise bounding its western asymmetric pericline. It is feather-fractured into longitudinal and diagonal blocks of different size and height, laterally displaced for hundreds of metres. North-western Kou anticline has a box form with a 40° to 45° dipping of limbs. The Upper Jurassic sulphate-carbonate sediments of the total thickness of about 900 m, outcrop in this most uplifted zone and open a pass to the Kou underground karst cave and a lake. The pericline is

represented by steep, plicated folds overturned north-west or south-east.

The larger south-eastern part of the anticline is composed from the surface by the Hauterivian and Barremian terrigenous-carbonate sediments and has a different form. Relatively steep and simple south-western limb is inclined at about 20° , north-eastern low-angle limb curves into undulated sublatitudinal folds (8° – 10°). The northern anticline limbs are steeper. Broad south-eastern pericline of latitudinal extend is cut by the Bakhchin thrust-slip fault. Plicated cross folds, graben and overthrusts with apparent displacement of about 1000 m, are associated with anticline arch and originate from right slip displacements.

On the evidence of geological survey the northern limb of the Kou anticline is upthrown and its western part is steeply thrusted north-westward over the inner slope of the Pre-Kopet Dagh trough. Boreholes located in the west of the northern limb have revealed the Upper Cretaceous and Paleogene deposits beneath the Upper Jurassic beds at the depths from 380 to 1245 m, have indicated a low-angle dipping (about 10°) of the overthrust plane yet did not show the total amplitude of the overthrust (more than 5 km).

Northward of the anticlinal Upper Jurssic exposure lies a narrow (about 1.5 km) Pantysh valley composed of the Pliocene-Anthropogene underlain by the Neocomean, revealed (borehole 36) at a depth of about 500 m. This trough valley lies between two large fault-overthrusts, the Bakhchin and Khankeriz, and separates the major part of the Kou anticline from the Ak Tepe ridge composed of the disturbed Hauterivian-Aptian deposits overlapping the Eocene-Neogene. Thus, splitting of a previously single overthrust by the Germab group of the Middle-Late Pliocene right thrust-slip faults have caused the present-day rugged topography of the Kou anticline and Ak Tepe ridge and temporal differentiation of the thrust-slip rocks. It is also assumed that prior to the right slip movements the adjacent parts of the Kou and Muradkerik anticlines belonged to a common sublatitudinal fold.

According to some other opinions, only the Jurassic part of the Kou anticline is thrusted over towards north-west and entirely associated with the Middle-Late Pliocene right thrust-slip faults.

Stop 3

Litho-stratigraphical account of the lake Kou sediments

The Upper Jurassic sediments exposed at the lake Kou and in the Kelyatin ridge are the most ancient outcrops in Soviet Kopet Dagh.

Garadjagainian formation (Lower (?) Oxfordian)

1. Grey, fine-grained and pelitomorphic dolomites with chert concretions, compact, with different range of stratification. 3 m.
2. Dolomites similar to described above, but with massive bedded structure. Cherty at the bottom. Stratified into thin bands. 12 m.
3. Grey, microcrystalline, stratified (medium stratification) dolomites. Form talus slopes. 4 m.
4. Grey, compact, massive dolomites with a band of thin-bedded dolomites. Cherty. 5 m 50 cm.
5. Grey, medium—to thinly bedded dolomite, fragmentated under weathering. 5 m.

The Mekhinsu formation (Upper Oxfordian)

6. Grey and dark-grey, dense, banded, strongly silicified dolomites. 20 m.
7. Grey and dark-grey, compact dolomites with medium stratification. 20 m.
8. Dark-grey dolomites with thin bedding and limestones with tiny calcite concretions. Interbeds have banded structure. The layer outcrops as a tristeped slope. 11 m.
9. Grey dolomits of unclear bedding. Outcrops are blouffy, with deflection holes. 12 m.
10. Light-grey dolomites and limestones, less compact. then the underlying, silicified, fragmentated under weathering. Massive bedded structure. Form stepped slopes and benches with weathering niches. 20 m.
11. Dark-grey, compact, fine-crystalline and pelitomorphic dolomitic limestones. Thick and even bedding. Form low-angle slopes. 30 m.
12. Grey, partly dark-grey and brown-grey, crystalline, massive, porous at surface dolomitic limestones. 50 m.
13. Grey dolomitic limestones with rare sheets of thinly bedded light-grey varieties. Massive. Angular fracture. Compact, with calcite veinlets. Weathering produces numerous niches and pockets. 90 m.

From the Nekhinsu formation are reported *Perisphinctes* ex. gr. *biplex* Sow., *P. cf plicatilis* Sow., *P. elisabetae* Rias., *P. aeneas* Gemm., *P. ex. gr. Orbigny* Lor., *P. lucingensis* Favre, *Gervillia cf. roederi* Lor., *Ptyctothyris andelotensis* Haas, *Lodoudothyris zieteni* Lor.

Uzynsyrt formation (Kimmeridgian)

14. Grey, clayey, lumpy, medium-to-thinly banded limestones. Occur as an abrupt bench-wall in topography. Regular. even stratification. 7 m.

15. Grey and yellow-grey, thin and laminated calcareous sandstones and aleurolites with bands of grey marls. In topography occur as gentle, turf slope covered with talus. 10 m.

16. Dark-grey, dense, thick-banded limestones with calcite veinlets. 7 m.

17. Gypsa developed from anhydrites, grey gypsum-bearing limestones with bands of sandstones. The layer is covered with low-angle, turf slope. Gypsa are white, grey, pink. Sandy limestones are light-grey. 22 m.

18. Dark-grey limestones with interbeds of sandy limestones, Compact, fragmentated in talus, with thick and massive bedding. 8 m.

19. Grey and light-grey limestones. Medium banding. Becoming sandy below. Finely porous at surface. Occur in gentle slopes. 18 m.

20. Dark to light grey limestones interbedded with clayey, aleurolitic sediments. Medium banding. Compact, angular, semi-conchoidal fracture. Occur in gentle slope covered with talus. 25 m.

The base of the Uzynsyrt formation contains brachiopod fauna of *Loboidothyris Zieteni* Lor., *Lophothyris subsela* Leym. In the upper beds occur Late Oxfordian *Rhaetorhynchia corallina* Leim., *Rh. pinguis* Roem., *Loboidothyris valfinensis* Lor., *Postepithyris bauchini* Et., *Petalloni Roll.*, *Juralina repeliniana* Orb., *J. bullingdonensis* Roll. The latter four species are indicative of the Kimmeridgian, though *Triosites* sp. is also reported from here.

The Ellyderi formation (Tithonian ?)

21. Grey and dark-grey, compact, thickly and massively banded limestones. Occur in bench. 9 m.

22. Limestones similar to those from layer 21, make up turf slope covered with talus. 10 m.

23. Light to dark-grey limestones, compact, massively bedded, with lumpy fracture. 40.

24. Light-grey, massive limestones with detrital interbeds. Chipping fracture. Sometimes lumpy. On the surface occur weathering niches. 46 m.

25. Limestones similar to described above (layer 24) but darker and more extensively banded. A bed of sandy limestones occur at the top. 22 m.

26. Grey limestones of different shades from dark to light. Massive, with interbeds of detrital limestones. Make up a low-angle armoured slope. 24 m.

27. Light-grey, compact, massive, sometimes detritic limestones. Semi-conchoidal fracture. Cryptocrystalline texture. 87 m.

Stop 4

Cretaceous System. Lower Series

Only the Berriasian-Lower Barremian deposits outcrop in the vicinity of the lake Kou. They consist of carbonate and carbonate-terrigenous sediments of marine origin, rich in fragments of numerous fossil invertebrates.

The Jurassic-Cretaceous boundary is conventionally fixed at the junction beds of Ellyderi dolomite formatoin and Kou marly-limestone formation, yielding faunal remnantes of berriasiain.

The Kou formation (Berriasian-Early Valanginian). 168 m.

Member I. In the bottom of the left slope of the Inzherli gorge outcrop dark marls, yellow-grey sandstones, clastic, detritic and pelitomorphic limestones. 49 m. *Septaliforia semenovi* Mois., *Toxaster granosus* Orb. var. *kouensis* Lobatch, *Arcomytilus couloni* Marcou and mono-debris of *Lopha rectangularis* Roem. characterize the member.

Extension of the outcrop is traced in the right slope of the gorge.

Member II. Dark to black clayey limestones and platy marls. At the bottom- band (2.2 m) of dingy dark-grey aleurolites, faintly clayey limestones with glauconite. 74 m. Richly fossiliferous: bivalves, gastropods, bryozoans, echinoids, etc.

The most characteristic and abundant are echinoids of *Toxaster granosus* Orb. var. *kouensis* Lobatch., *Arcomytilus couloni* Marcou, *Buchia volgensis* Lah., *B. terebratuloides* Lah., *Myophorella loewinsonlessingi* Renng.

Member III. Dark-grey, faintly brown limestones. 37 m. Numerous fossils. Most common are *Buchia cf. crassicolis* (Keis.), *Buchia volgensis* Lah.

Stop 5

The Indzherev formation (Valanginian — beginning of Hauterivian). 129 m.

Member IV. Calcareous aleurolites and calcareous, clayey, aleurolitic sandstones, dark, massive, occasionally with fine-fibrous banding. 35 m. Most common is *Lima* fauna, sometimes exclusive. *Lima dubisiensis* Pict. et Camp. and other species characterize the member. Assemblage includes *Buchia unschensis* Pavl.

Member V. Alternating calcareous, black, fine-grained sandstones, clayey aleurolites and oyster beds (0.4 — 1.1 m.) 23 m.

In addition to oysters, found in exclusive concentrations, the sequence contains bryozoans.

Member VI. Dark-grey, greenish, calcareous—clayey, quartzyglauconitic, friable-weathered aleurolites. Oyster bed in the middle. 51 m. Rare ammonites of the genus *Endemoceras*.

Member VII. Yellow-grey calcareous aleurolites are followed upward by calcareous aleurolitic sandstones, crowned by grey clayey aleurolites. 20 m. The bottom of the member is marked by horizon, containing *Pholadomya minuta* Lor. *Pholadomya gillieroni* Pict. et Camp.: Reported single *Endemoceras oxygonum* Neum. et Uhl.

Stop 6

The Bakharden formation (Hauterivian). 263 m.

Member VIII. Banded aleurolitic limestones. 53. m Lower-most marking horizon consists of essentially calcareous aleurolites with numerous remnants of brachiopods (*Belbekella acuta* Quen. and other species), bivalves and irregular echinoids. Occur *Leopoldia aff. castellanensis* Orb. and L. cf. *leenhardtii* Kil.

Member IX. Outcrops in cuesta crest. Grey and light-grey dolomitic limestones, massive, with solitary interbeds of dolomites, pelitomorphic and algal limestones. 68 m.

Members X and XI. Make up a monocline eastern slope of cuesta.

Member X. Alternating beds of limestones (1—8 m): hard dark, aphanitic, bituminous or detrito-clastic. 95 m.

Member XI. Grey oolithic limestones, oolitho-clastic and detrito-clastic, unidirectional cross-bedding, 47 m. This interval is characterized by echinoids and bryozoans found in matrix with algal oncrites, numerous *Belbekella kiparisovae* Moiss. and *B. kerisensis* Moiss.

Stop 7

The Khan Keriz formation (Late Hauterivian) 406 m.

In the channel of the gorge the clayey aleurolites of member XII sharply rest on the limestones of member XI. Member XII outcrops in the right slope of a gorge next to Inzherli from the east. Section is exposed through the whole slope to the very top. The basal beds are composed of grey-greenish-blue, yellow-grey clayey aleurolites or greenish-blue-grey, sometimes pinkish, cross-bedded sandstones. Pink sandstones have

ripple marks. The upper part is represented by rhythmic alternation of dark-grey aleuritic argillites with dark-blue-grey sandy, unidirectionally cross-bedded limestones. 130 m. Matrix of bryozoans and brachiopods with *Aetostreon tuberculiferum* Koch et Dunk.

Member XIII. Cross-bedded, oolithic, sandy limestones. 86 m. Rich in bryozoans, some beds are crowded with invertebrates *Cyclothyris multiformis* Roem., *C. kerisensis* Moiss., *Chlamys goldfussi* Desh., *Pleurotomaria borgueti* Lor. and others.

Member XIV. Outcrops in the right slope of the gorge second to Inzherli. Composed of strata with rhythmic alternation of green-grey and blue-grey argillites, calcareous aleurolites and sandstones. 46 m. The basal part comprises a bed of shelly limestones with remnants of brachiopods *Belbekella lata* Orb., *Sellithyris sella* Sow., etc., bivalves *Modiola reversa* Orb., *Pholadomya gigantea* Sow. and echinoids *Toxaster retusus* Lam., *Pseudoplopodia transcaspia* Renng.

Member XV Occupies the crest of cuesta-like ridge. Represents alternating massive or thick-plated limestones, oolitic argillites and interbeds of limestones with bryozoans and algal remnants and dolomites. 58 m.

Member XVI. Composed of grey, oolithic, aphanitic, thick-plated limestones with velets of cross-bedded limestones and sandstones. 46 m.

Members XIV—XVI are outcoped in the slopes of the two next cirque-like gorges composing plicated folds. The eastern slope of the second "cirque" comprises the Lower Barremian limestones. Its apparent thickness is about 200 m, the uppermost part is concealed by overburden. In the section prevail grey oolithic or clastic limestones, occur pelitomorphic, aphanitic and detritic varietes. According to prevalent varieties there are distinguished four litho-stratigraphical members: from XVII to XX. They are rich in faunal remnants, detritus, algalconcretions. Characteristic of these beds are large foraminiferas *Orbitolina delicata* Hens., *Dictyoconus walnutensis* Carsey, bivalves *Turkmenia balkhanensis* Krimh., *Rudistae*, *Neithea morrisi* Pict. et Camp., echinoids *Heteraster renngarteni* Poretzk.

Stop 8

The underground lake Kou

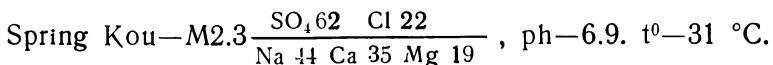
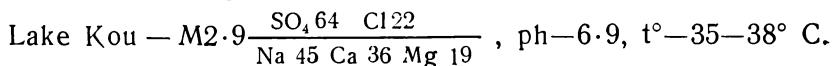
The lake and spring of the same name occur in a single block of the Upper Jurassic—Lower Cretaceous sediments bounded by two crossfaults, The distance between the lake and the spring is 800 m, they both have the same absolute marks. There is an aquifuge between the Jurassic water-bearing sedi-

ments with a lake inserted in them, and the Hauterivian accumulations comprising the spring. Hence, direct hydraulic link of these two water units is possible through the fault zone, intersecting the whole block from the north-east.

The lake Kou is situated in a cave of carst origin, inserted into the Upper Jurassic limestones with gypsa lenses. The cave was formed under the influence of warm (35° to 38°) sulphur waters rising along the fissures of the „thermal zone“ It opens to the surface in three windows.

The largest window (2.5X5 m) is used to enter the cave. This cave is 230 m long, 50 m wide and 15—20 m high. Roof is rough, there are numerous overhanging limestone blocks. Floor of the cave gradually lowers south-eastward and is covered by fallen limestone blocks and a thick coat of guano (bat excrements). The lake is 72 m long, 22 to 30 m wide, 7 to 12 m deep. Its water level is 60—62 m below the cave entrance. Water in the lake is transparent with a greenish tint.

Chemical composition of water is as follows:



After visiting the cave and underground lake the group returns back to Ashkhabad.

4th day of excursion

6. MAIN ORIENTATIONS OF RESEARCH OF THE DESERT INSTITUTE OF THE TURKMEN SSR ACADEMY OF SCIENCES

In January 1962 the Desert Institute was created within the Turkmen SSR Academy of sciences. Since time of its foundation the Director has been and now is A. G. Babaev, Corresponding Member of the USSR Academy of sciences, doccor of geography, outstanding specialist of deserts who gained fame in our country and abroad by his scientific works.

The desert Institute carries out and coordinates researches in the following main fields:

— Elaboration of the scientific foundations for the rational use, reproduction, protection and transformation of the desert biosphere on the basis of comprehensive research and natural regionalization.

— Study of the laws governing the formation, regime, balance and distribution of surface and underground fresh and

mineralized waters in deserts, and substantiation of their wide-scale use.

— Study and rational use of the land and climatic resources of deserts in connection with the transfer of part of the flow from Northern and Siberian rivers.

— Elaboration of remote sensing techniques for studying natural conditions and making inventories of the deserts natural resources.

— Elaboration of the scientific foundations for afforestation and agricultural development of sandy deserts based upon a use of high productive sprinklers.

— Elaboration of the ecological foundations for strengthening of the fodder base of deserts and evaluation of its quality.

— Elaboration of phytomeliorative and technical means for combatting wind erosion of sands and sand drifts around various national economic objects.

— Study of the biological productivity of the desert and its dominant factors (photosynthesis, biomass, water-balance, drought- and salt-resistance of plants).

— Evaluation of the economic efficiency of different methods used in desert areas development.

— Analysis and generalization of the world experience in deserts study and development.

In the Institute, Repetek sandy desert research station, Nebit-Dagh agricultural and afforestation experimental station and 4 research points work 121 scientific workers including 3 Corresponding Members and 2 Academicians of the Turkmen SSR Academy of sciences, 62 candidates and 9 doctors of sciences.

At present the Institute contains 4 departments covering 19 research laboratories.

I The department of sands:

1. the laboratory of shifting sands
2. the laboratory of phytomelioration of sands
3. the laboratory of applied geography
4. the laboratory "Environment"
5. the laboratory of agricultural development of sands

II The department of pastures:

6. the laboratory of pastures ecology
7. the laboratory of fodder resources

III The department of land and water resources:

8. the laboratory of land resources
9. the laboratory of water resources
10. the laboratory of deserts biogeochemistry
11. the laboratory of mineralized water use

12. the laboratory of climatology
13. the analytical laboratory
14. the laboratory of economic problems of the transfer of the Middle region waters

IV Scientific — organization department:

15. the laboratory of aerocosmic methods
16. the laboratory of economics of deserts development
17. the laboratory of nature conservation
18. the laboratory of scientific and technical information
19. the laboratory of international scientific projects

More than 80 % of the investigations carried out by the institute are of All-Union significance being dealt with Middle Asia and Kazakhstan deserts. The ones include compilation of the deserts pastures and hay meadows map, elaboration of scientific principles of building up of perennial autumn-winter pastures in deserts, phytomelioration and agricultural development of sands; study of wind-sand flows movement regularities aimed at elaboration of engineer means of protection of industrial and agricultural objects against sand drift and their blowing out.

A number of scientists from the Institute, who had worked out the theory and technology of the desert pastures enrichment, introduced the ones into a wide-scale practice of the Middle Asian astrakhan sheep breeding, were awarded the USSR State Prize in 1981.

Within the Institute there was organized the Scientific Council on the problem „Multiple—purposes study and development of desert areas of the Middle Asia and Kazakhstan“ which entered 39 prominent desert-scientists of our country. The Scientific Council coordinates the work of over 80 Research Institutes engaged in the USSR deserts study, conducts the annual co-ordination meetings and every 5 years All-Union Conferences in order to sum up the results of the investigations carried out on this problem as well as reveal the forthcoming objectives and discuss methodical questions.

Since 1967 the Institute has been publishing the All-Union Journal „Problems of desert development“, 6 issues per year. This one is the only periodical in the country dealt with researches and development experiences of desert areas in USSR and abroad.

7. KARA-KUM CANAL NAMED AFTER V. I. LENIN

The Kara-Kum canal (KKC) named after V. I. Lenin realizes the local people's long dream on developing of the poor-watered South Turkmenistan owing to the transfer of the part of the Amu Darya flow. Local water resources of this area permitted to irrigate less than 4% of the available lands. KKC crosses

ses the Murgab and Tedzhen river basins, western regions with developed industry which have far perspectives of its further development (oil and gas output, chemistry etc.), the one comes to an end in the dry—subtropical regions.

Since XVIII century the history had brought us numerous schemes of the Kara-Kum irrigation. This problem has stirred the politicians, scientists and engineers. Nevertheless the economic resources and technical possibilities of the country of that time did not permit to convert into a fact such grandiose an idea as the construction of a canal in desert is.

The Communist Party and Soviet Government had converted the age-old dream of the Turkmen people into a reality. The ample hydrotechnical construction had began in the Turkmenistan which resulted in marked expansion of the irrigated lands. Among the irrigation systems digged out the most remarkable was the Kara-Kum canal named after V. I. Lenin. With regard to both the degree of favorable changes and rate of its digging out the KKC has no equal in the world. Thus the KKC waters the vast area of the South Turkmenistan which equals the 1/3 area of the Republic. To-day the Amu Darya water is brought to the Murgab and Tedzhen oasis, pied Kopet Dagh plain and industrial regions of the Western Turkmenistan. The length of the KKC open water route from the head discharge points on Amu Darya river and Bassaga settlement to Kazandzhik town is about 1200 km. To water pastures and irrigate lands of Central Kara Kum the waters of KKC are brought through 100 km water conduit "Ashkhabad—Erbent". The 150 km conduit brings the Amu Darya water from Kazandzhik to Nebit-Dagh town thus changing radically the problem of this town water supply and irrigation.

As for geological aspect the area controlled by KKC is represented by Quaternary and Tertiary deposits, the latters being covered by the Quaternary deposits come to the day surface very rarely, they are, as a rule, out of the thickness of the canal's technogene impact. The Quaternary deposits cut by the canal are of continental type, the formation of which are related with the work of the fore-Amu Darya and northern-Afghan rivers (in the environs of the Obruchev steppe), the fore-Murgab, fore-Tedzhen, rivers and rivulets running from northern and western slopes of the Kopet-Dagh, the fore-Atrek. The Youngest surface deposits are formed under the man's impact (called as irrigational layer),

The hydrological situation along the KKC is characterized by everywhere presence of the ground waters of mixed mineralization ranging from fresh waters to highly mineralized ones. The underground waters following the canal are the part of the vast Kara-Kum underground flow which moves towards west at a rate of 1 to 1,5m/year, its average inclination varying from 0.006 to 0.0008. On the whole the irrigated massives are

confined to practically undrained area which demands the drainage practice to be carried out while being irrigated.

About 60% of the total population of the Republic live within the KKC belt, 65% of its industrial production is produced here, the contribution level of such branches as fuel, energetic, glass ones and that of building materials is even more higher (up to 90%). 2/3 of the agricultural production is produced here including the production of the most valuable varieties of the fine-fibre cotton: fruits, vine, vegetables and melons are grown here as well.

The largest towns of the Republic are located here: Ashkhabad, Mary, Tedzhen, Bezmein, Kizyl-Arvat, Kazandzhik, Nebit-Dagh.

The KKC had resolved a cluster of problems: irrigation of lands, water supply of rangelands, towns and settlements together with building up of the health resorts, agricultural local basis around the towns and development of fisheries, navigation.

At present the canal's water course is led as far as Kazandzhik town where the construction of the head water pumping stations and purification systems of the long water conduit „Kazandzhik-Nebitdag“ is completed through which the Amu Darya water is brought to the capital of the Turkmen oil-industry workers.

The construction of the KKC is now under way with final aim-to bring water to the waterless areas of the dry subtropics located in the extreme south-western portion of the Republic (the Atrek delta) and, through conduits, to Krasnovodsk and Cheleken towns.

According to the specialists' opinion the economic efficiency of the agricultural production grown within the belt controlled by the KKC is the highest in the Middle Asian Republics. But the role of KKC in grandiose changes in the way of life of about half of the Republic's population living in this belt is not limited by economic indices. Centres of the earliest civilizations go through the unprecedented rebirth: new cities, Soviet and collective farms, settlements are built up; both agricultural and industrial productions are created-the basis of the abundance for the welfare of the present and future generations of the Soviet people. That is why the KKC is the national prize of the Turkmen and all Soviet people.

5th day of Excursion

8. ROUTE TO KARRYKUL

(a field base of the Geological Institute, Turkmen SSR
Academy of sciences)

The objects of this route are geomorphology and modern geological processes in Central (Nizmennie) Kara-Kum and utilization of local waters in arid climate.

The route comes north along the piedmont plain of Kopet Dagh to Nizmennie Kara-Kum. It crosses Pre-Kopet Dagh foredeep and terminates at the southern slope of the Turanian plate

During Neogene-Anthropogene Pre-Kopet Dagh trough was a base level of erosion that stimulated the development of accumulation plains of different ages. It was favoured by discontinuous modern tectonic movements which caused raising of the trough's inner slope. Nowadays this slope represents an elevated piedmont plain slightly inclined to the north.

A low alluvial-proluvial plain formed in the Late Pleistocene-Holocene lies north of the elevated piedmont and its younger Holocene part is confined to the trough axis. From south to north the plain is getting younger due to corresponding displacement of Pre-Kopet Dagh trough axis which provoked sub-aerial river deltas migration in that direction.

A small sandy block upstands above a low alluvial-proluvial plain near the Ovadan Tepe hummock. This is an outlier of the Middle-Early Pleistocene plain, which has remained in sublatitudinal rampart-like uplift. North of the sandy block lies the Late Pleistocene proluvial-deltic plain. Here, one can see proluvial accumulations and also well-graded, finegrained sandy loessial and clayey sediments similar to deltoid accumulations of the river Tedzhen. It is assumed that here the Tedzhen delta conflow with Kopet Dagh alluvia-proluvial plain. This zone has a hummock-and-hollow topography. Hummocks are ridgy, anchored with vegetation. Hollow sides are essentially gentle. In the northern plain are clearly defined small sandy ridges.

The route proceeds along the Middle Pleistocene delta of the river Tedzhen. It has roughly ridged terrain which initially suggests influence of erosion and in the course of subsequent development up-to-now—actions of desert denudation, weathering, deflation. At modern stage terrain development is controlled by aeolian processes, provoked by arid climate. Construction of the Kara Kum canal has sharply changed the landscape. Large oasis came into being, its poorly hilled sandy lands adopted for irrigation farming. Here, technical crops, fruits and melons are successfully cultivated.

Stop 1

Against the background of piedmont plain one can clearly see short submeridional ridges, hollows and hills. The hollow floors are covered in places with lacustrine deposits. The depths of denudational dissection are 10–12 m. Submeridional collinear depressions crossing sand blocks are common, representing intermittent valley of paleorivers.

Stop 2

Karrykul is a pilot base for experiments on the efficient use of local drainage in deserts by creating artificial fresh underground water aquifers. The base is situated 60 km out of Ashkhabad, in southern Central Kara-Kum.

The terrain is roughly characterized by ridges. Ridges inliers of the Late Pleistocene deltic deposits of the river Tedzhen, are separated by takyrs. The ridges are assumed to be formed after Early through Late Pleistocene. At the end of the Middle Pleistocene Karrykul area has experienced upstanding. Prolonged denudation, chiefly erosion, to a lesser degree deflation, strongly dissected the territory and produced compound ridges and depressions. Late pleistocene is characterized by predominance of accumulation processes. At that time the interridge hollows have been infilled with deltic accumulations of the river Tedzhen, which later have become the floors of takyrs, Karrykul takyr among them. Ridges and interridge depressions were influenced by Holocene denudation processes, mainly aeolic. Sides and planes of ridges demonstrate deflection hollows, subsidiary ridges and hummocks. The surface of inter-ridge takyrs is splitted by moulds into separate blocks, which look like stretched out, flattened basins. Takyrs are covered with clayey or loam crusts, splitted into plates. As the clayey substance of takyr surface has a high water-retaining property takyrs serve as excellent water reservoirs. Since ancient times takyrs have been used by local inhabitants as fresh water hydrogeological objects. Domestic irrigation systems and waterworks existed in many of takyrs and provided water-supply storage.

Flattened surface of the Karrykul takyr favours the development of occasional freshets after heavy rains. Till the pilot station has been organized the catchment area of takyr was 3 square km. Since the training wall has been constructed the catchment area has decreased down to 1.75 square kilometres. West and east, takyr is bounded by sandy hills with barkhans at the tops. On the sides of ridges and in the periphery of takyr grow bushes and grass.

Capacity of recharge basin, constructed under water development project, was not enough to contain all water of freshets and much water concentrated in catchment area. It resulted in wetting of takyr surface and favoured growing of vegetation that, in turn, worsened the runoff conditions in takyr. Measures were taken to discharge water from the test site and to clear takyr of vegetation and sand at regular intervals. Takyr has a low lengthwise gradient from south-east to north-west ranging from 0.0006 to 0.0016. There exist also lateral gradient, resulting in running off water through branches. Aeration zone is represented by the Upper Pleistocene alluvio-deltic accumulati-

ons of the rivers Tedzhen and Fore-Amu Darya (Kara-Kum formation). Its total thickness is 15 m. Alluvio-deltic accumulations of Tedzhen are represented by beds of yellow, yellow-grey, fine-grained sands alternating with sandy loams, loams and brown clays. Clayey interbeds form lenses, their thickness ranges from 0.3 to 1.0 m. Soil heterogeneity in the zone of aeration produce changes of drainage coefficient through the strata from 0'2 to 2.5 m per 24 hours. Weighted average drainage coefficient for the whole zone of aeration amounts to 1.26 m per 24 hours. Moisture from the upper horizons (here the bottom of recharge basin) is sinking through the zone of aeration into the place of concentration (saline underground water level) thus affecting salt content in the soil which is assessed as 205 tons. Initial salinization of soil in the zone of aeration is of a sulphate-sodium type.

Zone of saturation (aquifer) is represented by deposits of the Kara-Kum formation, composed of fine-to-coarse-grained sands interbedded with clays and loams. Aquifer rests on the local aquifuge—a first comparatively thick bed of clays (2 m) situated at a depth of 30 m from the top of the section. Aquifer is about 15 m thick. This zone has a number of underground water reservoirs. Their existence allows to recharge and store water of the surface run-off from takyr.

Ground waters are very common in the discussed area, though have they different chemical composition, salt content and depth of occurrence. On the whole, water contains more than 20 g per litre of salts, it is of a chloride-sodium type and occurs at the depths of 14—15 m.

Prior to beginning of experiments ground waters in Karrykul had comparatively constant salt content, ranging from 20 to 21 grammes per litre and chloride-sodium chemical composition through the whole aquifer. Dipping of ground waters changed the salt content essentially. Pilot operations, by which surface run-off from takyr was added to underground natural reservoirs, have shown that it would be possible for a 3—4 year period to develop artificial water storage in underground lenses, large enough to secure water supply for stock-raising at distant pastures.

6th day of Excursion

Summing up the results of the Excursion, its participation reception by the governing body of the Turkmen Republican Organising Committee of the XXVII IGC.

7th day of Excursion

Flight from Ashkhabad to Moscow.

ТУРКМЕНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
ИНСТИТУТ

Путеводитель экскурсии А+С 096

Издательство „Туркменистан“

Редактор *Бердычкина О.*
Техн. ред. *Герасименко Е.*

Сдано в набор 9/IV-84 г. Подписано в печать 13/VII-84 г. Формат
 $60 \times 90^{1/16}$. Физ. печ. лист 6,0. Привед. печ. лист. 6,0. Учет.-изд. лист. 6,018.
Тираж 2000. ИТ № 03797. Заказ № 1356. Бесплатно. И-03797.

Издательство „Туркменистан“, Ашхабад, ул. О. Кулиева, 31
Дом печати, ул Атабаева, 20

Бесплатно.