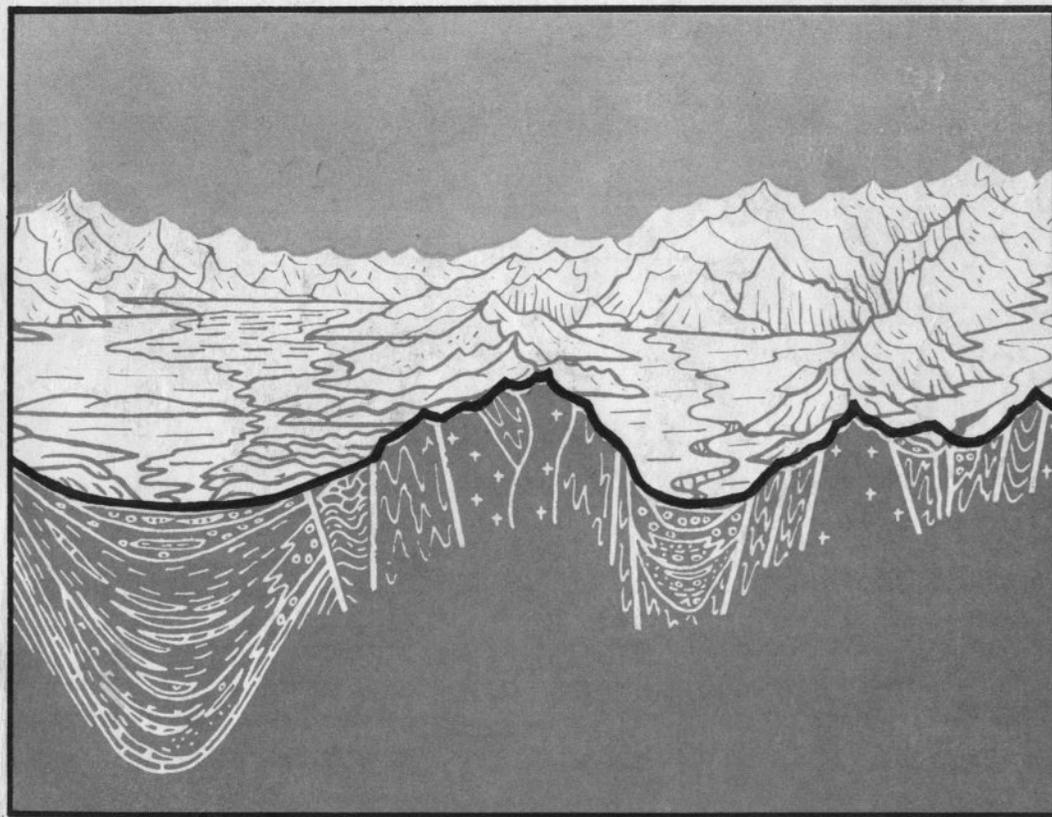


Академия наук СССР

В. И. Макаров
НОВЕЙШАЯ
ТЕКТОНИЧЕСКАЯ
СТРУКТУРА
ЦЕНТРАЛЬНОГО
ТЯНЬ-ШАНЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

В. И. МАКАРОВ

НОВЕЙШАЯ
ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
ЦЕНТРАЛЬНОГО
ТЯНЬ-ШАНЯ

Труды, вып. 307



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1977

Academy of Sciences of the USSR
Order of the Red Banner of Labor Geological Institute

V. I. Makarov

THE NEOTECTONIC STRUCTURE OF THE CENTRAL TIEN-SHAN

Transactions, vol. 307

Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня. Макаров В.И. Труды ГИН АН СССР, вып. 307. М., "Наука", 1977 г.

Работа посвящена всесторонней характеристике новейшей тектонической структуры обширной и наименее изученной части Тянь-Шаня, расположенной между Иссыккульской и Таримской котловинами и ограниченной на западе Ферганским хребтом, а на востоке — горным узлом Хан-Тенгри. Даны систематическое описание и анализ морфологии новейших структурных элементов, закономерности их пространственного размещения, изменения и взаимоотношения друг с другом. Рассматриваются закономерности связи новейшей тектонической структуры Центрального Тянь-Шаня с его палеозойской структурой, строением земной коры и сейсмичностью. Продолжая давнюю дискуссию относительно природы хребтов и впадин Тянь-Шаня, автор приводит данные и соображения о большой роли в их формировании тангенциальных напряжений, особенностях их проявления в новейшей структуре и возможностях изучения.

Рассмотренные вопросы имеют большое значение для познания региональной тектоники Тянь-Шаня и затрагивают общие теоретические аспекты эпиплатформенного орогенеза. Илл. 73. Библ. 230 назв.

Редакционная коллегия:

академик *A.B. Пейве* (главный редактор),
В.Г. Гербова, В.А. Крашенинников, П.П. Тимофеев

Ответственный редактор

В.Г. Трифанов

Editorial Board:

Academician *A.V. Peive* (Editor-in-Chief),
V.G. Gerbova, V.A. Krashennikov, P.P. Timofeev

Responsible editor

V.G. Trifonov

М 20802-200
655(02)-77-227-77

© Издательство "Наука", 1977 г.

ВВЕДЕНИЕ

В 1948 г. была опубликована книга С.С. Шульда "Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня". Вместе с известной статьей В.А. Обручева "Основные черты кинетики и пластики неотектоники", вышедшей тогда же, эта работа, по существу, завершила период становления "новейшей тектоники" — новой отрасли тектоники Земли. С тех пор новейшая тектоника Тянь-Шаня в различных своих аспектах анализировалась во множестве работ, которые дали огромное количество новых фактов, интерпретаций и помогли понять многие явления, связанные с процессами горообразования.

Мощные горообразовательные движения, начавшиеся на территории Тянь-Шаня в олигоцене, охватили область уже завершённой складчатости, находившейся в режиме, близком к платформенному. В условиях более или менее консолидированного субстрата они привели к деформациям, отличающимся как от геосинклинальных, так и от платформенных. Своеобразие этих деформаций является причиной давнего спора относительно природы и механизма их образования. Основное разногласие возникает по поводу вопроса, являются ли новейшие деформации Тянь-Шаня результатом глыбовых вертикальных перемещений земной коры или они в своей основе складчатые и связаны с тангенциальным сжатием. По-разному определяется морфология этих деформаций, нет единства мнений о применимости ряда широко распространенных в геологической литературе терминов, возникших при изучении геосинклинальных областей и платформ, к структурам областей эпиплатформенного орогенеза.

Эти и многие другие вопросы, по-видимому, еще далеки от окончательного решения. Да и материалы по новейшей тектонике отнюдь не исчерпаны. В частности, не все районы Тянь-Шаня изучены достаточно полно. Активное хозяйственное освоение северных и западных районов Тянь-Шаня и прилегающих к нему равнин привело к тому, что именно здесь были проведены тщательные геологические исследования с большим объемом геофизических и буровых работ. Обширная же территория Центрального Тянь-Шаня, расположенная между Иссыккульской и Таримской впадинами и ограниченной на западе Ферганским хребтом, а на востоке горным узлом Хан-Тенгри¹, остается все еще слабо изученной и наименее освоенной. Вместе с тем она является одной из наиболее благоприятных областей для изучения новейшей тектоники. Новейший структурный этаж и его деформации выражены здесь предельно отчетливо и достаточно хорошо датируются. Широкое распространение и хорошая сохранность предороженной поверхности выравнивания и отложений орогенического комплекса позволяют наблюдать и изучать эти деформации непосредственно и производить их детальное картирование. Кроме того, на территории Центрального Тянь-Шаня возможно сравнительное изучение особенностей проявления новейшей тектоники на участках земной коры с различными геологической предысторией и структурой, что представляет большой интерес при решении вопросов о генетической и структурной связи новейших и древних деформаций.

¹ Таким образом Центральный Тянь-Шань противопоставляется Северному, Западному и Восточному. Такое разделение соответствует орографическим и структурно-фациальным особенностям развития Тянь-Шаня в мезо-кайнозое.

ОБЗОР РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКЕ ТЯНЬ-ШАНЯ

Сведения о молодых тектонических движениях и соответствующих отложениях Тянь-Шаня приведены уже в работах первых его исследователей — П.П. Семенова, Н.А. Северцова, И.В. Мушкетова, К.И. Богдановича и других. Они были описаны также участниками иностранных экспедиций в Центральную Азию и Тянь-Шань конца XIX — начала XX столетий (Ф. Столичка, М. Фридрихсен, В. Дэвис, Э. Хентингтон, Г. Мерцбахер, Г. Кейдель, Г. Принц, П. Грёбер, К. Леукс, Ф. Махачек и др.).

Этими исследованиями были заложены некоторые основы современных представлений о поздних этапах развития Тянь-Шаня. В различных районах его было отмечено широкое развитие древней поверхности выравнивания и ее значительные деформации. Возраст этой поверхности в Центральном Тянь-Шане Дэвис и Хентингтон считали дотретичным (Davis et al., 1905).

Изучение геологического строения обширной территории Атбашинской, Арпинской, Чатыркельской и Западно-Аксайской впадин и их горного обрамления, по существу, впервые было проведено К.И. Аргентовым (1911а, б, 1913, 1916). Большой интерес представляют его наблюдения над тектоникой изученной им области. Некоторые закономерности рельефа позволили ему сделать предположение о наличии здесь поперечных разрывных дислокаций и в ряде случаев подтвердить их непосредственными полевыми наблюдениями. Однако, описав пространственную связь элементов рельефа с деформациями палеозойских толщ, К.И. Аргентов не сделал вывода о молодом возрасте этих тектонических нарушений, по крайней мере их части.

В рассматриваемый период наместились два противоположных взгляда на природу молодой тектоники Тянь-Шаня. К.И. Богданович, В. Дэвис, Г. Кейдель, Г. Принц, Д.И. Мушкетов, В.А. Обручев, К. Леукс, Ф. Махачек и некоторые другие исследователи считали, что хребты и впадины Тянь-Шаня являются различно поднятыми глыбами древнего пенеплена и что в складчатости участвуют лишь породы кайнозойского покрова. К. Леукс отметил также, что поднятые массивы всегда надвинуты на опускающиеся депрессии (Leuchs, 1930).

И.В. Мушкетов (1886, 1906) высказал представление о складчатой природе поднятий и впадин Тянь-Шаня, связывая их образование с "горизонтальным стяжением". Разрывы же являются деталями складчатости. Анализируя пространственные закономерности расположения хребтов и впадин Тянь-Шаня, И.В. Мушкетов пришел к выводу о пересечении в Тянь-Шане структур двух направлений, из которых северо-восточное отражает простирающиеся, созданные палеозойскими тектоническими движениями, а северо-западное связано с третичными и послетретичными движениями.

Большое влияние на взгляды исследователей Тянь-Шаня оказала работа Э. Аргана "Тектоника Азии" (1935), в которой, по существу, было заложено представление об эпиплатформенном орогенезе. Он писал, что целые цепи огромной высоты и со значительными шарьяжами образуются без геосинклинали, в массивах земной коры, ранее уже испытавших складчатость, более или менее "замороженных, затвердевших" и эродированных. В этих условиях новые

тектонические движения уже не могли создать сжатых складок геосинклинального типа и проявились в образовании широких волн, которые Э. Арган назвал складками основания. К их форме приспособляется несогласно лежащий на них покров. Деформации последнего отражают складки основания, либо, подчиняясь им, связаны с самостоятельными движениями (скольжениями) пород покрова, образуя "складки покрова". Плоскости, разделяющие структурные этажи земной коры и различно относящиеся к деформациям, по мнению Э. Аргана, реагируют как слои и облегчают складчатость, допуская скольжение. Старые же складки и батолиты являются пассивными элементами структуры, вместе с тем гетерогенность древнего основания должна особым образом влиять на распределение самих складок основания.

Касаясь механизма складчатости, Э. Арган считал, что в поднятиях и опусканиях нет чисто вертикальных движений, которые можно было бы выделить из складкообразовательного процесса, неотделимого, по его мнению, от горизонтального сжатия (чем больше складки суживаются, тем больше они поднимаются или опускаются). Но проявляясь более очевидно в морфологических, топографических и стратиграфических явлениях, вертикальный элемент деформаций часто вырывается из "непрерывного целого" и рассматривается как независимый.

Относительно разрывных нарушений Э. Арган писал, что "нет речи о том, чтобы отказаться от сбросов, но надо поставить их на место в непрерывной их охватывающей деформации... Попробуйте воспроизвести все эти глубинные складки и вертикальные разломы в их действительных пропорциях, без преувеличения вертикального масштаба и Вы увидите, что перемещение по самому большому сбросу падает до уровня незначительных подробностей в огромных, широко изогнутых структурах... Эти последние деформации, а не мелкая, в конце концов, трещиноватость, играют главную роль. Вторая поглощает гораздо меньше энергии, нежели первая, и может оказаться результатом действия деталей основных сил. Это впечатление особенно усиливается, когда мы допустим, что изгибание и трещиноватость — современники" (Арган, 1935, стр. 10).

Планомерное изучение геологии Тянь-Шаня, проведенное в 20–30-е годы Таджикско-Памирской и Киргизской комплексными экспедициями, в которых участвовали многие известные советские геологи (Д.И. Мушкетов, Д.В. Наливкин, В.А. Николаев, А.В. Пейве, В.И. Попов, С.С. Шульц и др.), имело важные практические и теоретические результаты и прежде всего — составление геологической карты Средней Азии, литологической карты Киргизии и ряда других обобщающих документов. Именно в этот период были сделаны важные выводы по стратиграфии, тектонике, истории развития Тянь-Шаня и о проявлениях молодых тектонических движений, которые уже тогда С.С. Шульц (1936, 1939) предложил отнести к "новейшей тектонике". Из исследователей Северного и Центрального Тянь-Шаня в этом отношении, кроме С.С. Шульца, назовем В.А. Николаева, В.Г. Мухина, О.И. Сергунькову, П.А. Грюше, С.В. Калесника, В.Н. Огнева, А.В. Пейве, Н.М. Сеницына, Б.А. Федоровича, С.В. Эпштейна, Д.И. Яковлева.

Уже в первых сводных работах по геологии Средней Азии Д.В. Наливкин (1926, 1928, 1936) сделал предположение, что хребты Памира созданы в конце эоцена, Алай-Кокшальская система поднятий — в конце олигоцена и в неогене, поднятия Северного Тянь-Шаня являются четвертичными. Как и И.В. Мушкетов, он развивал представление о сближении хребтов Тянь-Шаня и Памира в связи с давлением, направленным с юга на север.

В.А. Николаев (1928, 1930), изучая северные дуги Тянь-Шаня, подтвердил вывод И.В. Мушкетова и Э. Аргана, что основным типом послетретичных дислокаций являются складчатые формы. Аналогичные данные были приведены впоследствии другими исследователями и для других районов Тянь-Шаня.

Некоторые итоги изучения Тянь-Шаня были подведены на III Всесоюзном съезде геологов в Ташкенте в 1928 г. Участвовавший в его работе Г. Штилле после экскурсий в горные цепи Западного Тянь-Шаня пришел к выводу о германотипном характере молодой тектоники этих гор. Вместе с тем он отметил и существенное отличие внешних форм ее выражения от соответствующих областей Центральной Европы, предположив в качестве причины возможно мень-

шую консолидацию фундамента в варисийской Средней Азии. В связи с этим он выделил молодую складчатость Тянь-Шаня особым наименованием — "яккартская складчатость" (Штилле, 1964; Stille, 1930).

А.В. Пейве (1937, 1938) разделял складки мезозойских и кайнозойских отложений Тянь-Шаня на два типа. Первый тип образован в результате куполообразного вздутия палеозойского основания, иногда осложненного продольными разломами, второй связан с движениями палеозойских массивов, иногда сдвигающихся навстречу друг другу и при этом сминающих мезо-кайнозойские отложения в мелкие складки, которые при удалении от массива постепенно затухают. Кроме складчатых деформаций А.В. Пейве отмечал большую роль и разрывных нарушений. Близкие взгляды на молодые деформации Тянь-Шаня высказывали А.С. Аделунг, Н.М. Сеницын, В.Н. Огнев.

Новейшая тектоника Тянь-Шаня наиболее полно была проанализирована в работах С.С. Шульца 1936–1948 гг. Так же как Э. Арган и В.А. Николаев, он делает вывод, что основными в новейшей тектонике Тянь-Шаня являются складчатые деформации палеозойских массивов, "складки основания" разных порядков. Широко развитые молодые разрывные нарушения не определяют облик новейшей тектоники и являются производными складок основания. В целом Тянь-Шань представляет, по мнению С.С. Шульца, крупную виргацию складок основания, которые никак не могут быть следствием глыбовой тектоники. С.С. Шульц установил, что залегание, распределение фаций и мощности кайнозойских моласс обусловлены развитием "складок основания" и характеризуют последние как структуры конседиментационные. Им подчинены складки мезо-кайнозойского покрова, которые образуют иногда довольно напряженные, дисгармоничные по отношению к изгибам фундамента структуры. Многие из складок покрова, относимых С.С. Шульцем к постседиментационным, связаны, по его мнению, с самостоятельными движениями мезо-кайнозойских осадков под действием сил гравитации, которым он придавал большое значение.

Обобщив материалы по новейшим отложениям Тянь-Шаня, С.С. Шульц предложил унифицированную схему стратиграфии верхнетретичных моласс Тянь-Шаня. Он выделил два больших комплекса — киргизский красноцветный (Тг — Ср?) и вышележащий тяньшанский орогенический, объединяющий палеоцветные неогеновые и нижнечетвертичные отложения ($Q_1 - N$). Эта схема получила широкое распространение среди геологов. Однако названия подразделений не были удачными. Красноцветные отложения должны были не противопоставляться орогеническому комплексу, а включаться в него в качестве составной части. В своих более поздних работах С.С. Шульц к орогеническому отнес уже весь комплекс горных пород, связанных с горообразованием (Шульц, 1958б).

Интересные заключения были сделаны В.И. Поповым в "Истории депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня" (1938). Одними из основных являются его выводы о непрерывности тектонических движений и волновом характере опусканий и поднятий. Большой интерес представляет также раздел этой книги о механизмах роста поднятий. В этой и затем более обстоятельно в поздних своих работах В.И. Попов (1955, 1956) исследовал условия образования различных генетических типов кайнозойских моласс Тянь-Шаня, распространение фаций и закономерности смещения фациальных зон в процессе развития горного сооружения. Установленные С.С. Шульцем и В.И. Поповым закономерности являются основой для палеогеографических и палеотектонических реконструкций.

Новый большой и важный этап в изучении геологии Тянь-Шаня начался после Великой Отечественной войны. Хозяйственное освоение Средней Азии потребовало проведения разнообразных съемочных и тематических работ, резко повысился интерес к новейшей тектонике и сейсмичности Тянь-Шаня. Эти работы развернулись широким фронтом по всему Тянь-Шаню. Среди них отметим специальные исследования мезо-кайнозойских отложений и новейшей тектоники Северного и Центрального Тянь-Шаня, проведенные Б.А. Петрушевским, В.В. Поповым, Б.С. Соколовым, С.С. Шульцем, В.Н. Щербиной и другими исследователями.

Б.С. Соколов (1949) предложил дробную схему расчленения третичных отложений Нарынской и Атбашинской впадин, в основу которой была положена

идея цикличности эрозионной деятельности и седиментации, связанных с тектоническими движениями. Но применение этой схемы ко всем межгорным впадинам Тянь-Шаня, как предлагал Б.С. Соколов, оказалось затруднительным, и она не получила распространения.

В 1958 г. Ташкентское стратиграфическое совещание рекомендовало в качестве унифицированной для всего Тянь-Шаня схему, предложенную Б.А. Петрушевским (1955). В ней кайнозойские молассы разделены на усунскую ($Pg_3^2 - N_1^1$), карлукскую ($N_1^2 - N_2^1$) и каракитайскую ($N_2^2 - Q_1^3$) серии, из которых усунская отвечает киргизскому красноцветному комплексу, а карлукская и каракитайская — тяньшанскому орогеническому комплексу С.С. Шульца. На основании анализа большого фактического материала по обширной территории Б.А. Петрушевский (1955) также развивал представление о складчатой природе хребтов и впадин Тянь-Шаня и подчиненном значении дизъюнктивных нарушений. Подчеркивая сложность строения многих поднятий и впадин, состоящих из более мелких структурных форм, их линейную выдержанность и большую ширину, Б.А. Петрушевский назвал такие поднятия мегантиклиналями, а впадины — мегасинклиналиями. Касаясь механизма горообразования, он предполагал, что особенности новейшей структуры Тянь-Шаня не могут быть объяснены только вертикальными напряжениями. Большое значение имела, по его мнению, и горизонтальная составляющая. Анализируя сейсмичность Тянь-Шаня, Б.А. Петрушевский сделал вывод об отсутствии прямой связи между процессами, вызывающими землетрясения, и степенью интенсивности "геоморфологически выраженных (т.е. фиксируемых на поверхности) современных движений". Более важными, с его точки зрения, являются историко-геологические особенности развития той или иной области.

В.В. Попов (1954; Попов, Резанов, 1955), в противоположность Б.А. Петрушевскому и С.С. Шульцу, основную роль в новейшей структуре Тянь-Шаня придавал разломам. Он считал, что ведущими здесь являются вертикальные движения земной коры (колебательные и направленные), сопровождающиеся "складкообразовательным вспучиванием" жестких масс протерозоя и палеозоя, их раскалыванием на блоки и смятием мезо-кайнозойских отложений во впадинах. В осевых частях пологих "вспучиваний", вследствие растяжений, формировались широтные тектонические депрессии.

В.В. Поповым (1954; Попов, Резанов, 1955) для Северного и Центрального Тянь-Шаня и Д.П. Резвым (1955) для Туркестано-Алая были впервые составлены схемы новейшей тектоники, на которых с помощью изолиний обозначено современное положение некогда единой поверхности выравнивания. В.В. Попов и И.А. Резанов (1955) сделали попытку дать количественную оценку интенсивности и скоростей движений как за весь неотектонический этап, так и для отдельных его отрезков. При анализе сейсмичности они развивали представления, во многом близкие к представлениям Б.А. Петрушевского (1955). Большой интерес вызывает их попытка разделить новейшие структуры (в частности зоны контрастных движений) на разные порядки, соответствующие разной глубине заложения и характеризующиеся разной силой возможных землетрясений.

В начале рассматриваемого периода были опубликованы работы Н.А. Беляевского (1948), В.М. Сеницына (1957, 1959), Л.Б. Вонгаза (1956), К.Н. Кравченко (1957, 1958) и В.А. Фараджева (1958), посвященные геологическому строению южных склонов Центрального Тянь-Шаня, Восточного Тянь-Шаня, Западного Куэнь-Луна, а также Таримского массива. Значительная часть этих работ освещает распространение здесь мезозойских и кайнозойских отложений, геоморфологию и неотектонику.

В.М. Сеницын показал, что крупные "альпийские" поднятия Центрального Тянь-Шаня (Терской-Алатау и Кокшалтау) не заканчиваются в горном массиве Хан-Тенгри, а продолжают структурно и орографически далеко на восток (соответственно, хребты Нарат и Хальктау).

Отметив неоднородности строения Каракорума и Гималаев, а также южной окраины Тянь-Шаня, В.М. Сеницын сделал заключение о существовании крупных поперечных нарушений ("опусканий и сопровождающих их разломов"), ко-

торые связаны с блоками сиалического основания, разделенными глубинными разломами. Материалы по новейшей тектонике и палеогеографии зарубежной части Тянь-Шаня и Центральной Азии в целом обобщены В.М. Сеницыным в ряде монографий (1957, 1959, 1965, 1966).

К этому же времени (1948–1960 гг.) относятся работы Н.М. Сеницына по тектонике главным образом Западного Тянь-Шаня. Придавая большое значение разрывным нарушениям, он считал хребты Тянь-Шаня глыбовыми поднятиями. От смежных впадин последние отделены, по его мнению, "краевыми" разломами, среди которых по глубине заложения, длительности существования и другим признакам следует различать региональные и локальные.

Н.М. Сеницын, как и В.М. Сеницын, развивал идею о пересечении в Тянь-Шане двух основных направлений складчатости. В отличие от В.Н. Огнева, В.А. Николаева, Л.Б. Вонгаза и ряда других исследователей, он отрицательно относился к представлениям о наличии сколько-нибудь существенных горизонтальных перемещений в Тянь-Шане, в частности, к сдвигу по Таласо-ферганскому разлому. Важное значение имеет работа Н.М. Сеницына (1948), посвященная древним денудационным поверхностям Тянь-Шаня.

Большой объем специальных работ, посвященных новейшей тектонике и сейсмичности Тянь-Шаня, был выполнен Институтом физики Земли АН СССР (Г.А. Гамбургер, М.В. Гзовский, А.В. Горячев, В.Н. Крестников, Н.Н. Леонов, И.Л. Нерсесов, И.А. Резанов, Г.И. Рейснер и др.). Центральный Тянь-Шань был охвачен этими работами лишь частично (район Нарынской впадины и хр. Молдо-тау). Важным вкладом в изучение неотектоники Тянь-Шаня стал анализ глубинного строения земной коры по данным ГСЗ и сейсмогеологическим материалам. Продолжалось изучение количественных характеристик неотектонических движений (их скорости и градиентов скоростей). Карты новейшей тектоники Тянь-Шаня и отдельных его областей, в которых в изобазах была отражена суммарная деформация "донеогеновой" поверхности выравнивания, дополнялись картами градиентов скорости движения. Последние были положены в основу выделения зон контрастных тектонических движений разных порядков, определяющих, по мнению авторов, уровень сейсмической активности.

В связи с этими исследованиями была организована сеть сейсмических станций, данные которых существенно расширили сферу сейсмогеологического анализа. В этом же направлении велась работа отдела сейсмологии АН Киргизской ССР (Розова, 1950, 1956, 1959; Розова, Грин, 1955; Грин, 1958; Фесенко, 1960; Джанузаков, 1964; и др.).

Наряду со специальными работами большой объем сведений о проявлениях новейшей тектоники и отложениях орогенического комплекса был получен в результате геологической съемки территории Киргизии, гидрогеологических, инженерно-геологических и других работ разного масштаба, проведенных, начиная с конца 40-х годов, Управлением геологии Киргизской ССР при участии АН КиргССР, ВАГТа, ВСЕГЕИ, МГУ и ряда других организаций. Результаты этих работ были обобщены в т. XXV "Геологии СССР" (1972). Значительно раньше (в 1965 г.) была опубликована Обзорная геологическая карта Киргизской ССР.

Необходимо отметить, что во всех этих исследованиях территория Центрального Тянь-Шаня (особенно ее восточная и южная части), наиболее удаленная, высокая и наименее всего в Тянь-Шане освоенная, во многих отношениях оставалась и остается до сих пор наименее изученной. Сравнительно хорошо охарактеризованными являются здесь новейшая тектоника, геоморфология и кайнозойские отложения лишь Нарынской впадины, где были проведены специальные исследования (А.А. Луйк, Н.В. Александрова, А.А. Степанова, О.Н. Кондрашкина, К.В. Курдюков, Ш. Кыдыров, А.В. Мишина).

Новые данные и представления, появившиеся в литературе начиная с 50-х годов, не устранили разногласий по основным вопросам неотектоники. По-прежнему геологи расходятся во мнениях о природе и типе новейших деформаций. Идеи А.В. Пейве (1956а, в) о глубинных разломах и Н.М. Сеницына (1960) о краевых разломах и их значительной роли в тектонике Тянь-Шаня, развиваемые в работах многих исследователей, привели к представлению о глубинно-

глыбовой природе структуры Тянь-Шаня (Кнауф, 1962, 1965; Помазков, 1962). Что же касается новейшей структуры верхних структурных этажей, то все большее распространение среди геологов получает точка зрения о складчатоблоковой или сводово-глыбовой ее природе. Однако под этими определениями скрыты весьма различные представления. В связи с этим, очевидно, С.А. Захаров заметил, что "понятие о складчато-глыбовых дислокациях не является выражением какой-либо четкой тектонической идеи; в большинстве случаев этим термином и понятием пользуются из боязни высказать достаточно определенно собственное мнение, о чем идет речь: о складках, осложненных разрывами, или о глыбовых движениях земной коры, сопровождаемых смятием близ границ блоков" (Захаров, 1970, стр. 34).

Наряду с широко распространенным представлением о длительном, консидиментационном развитии складок основания возникла и точка зрения об инверсионном характере развития некоторых поднятий (Турбин и др., 1964; Мишина, 1964а, 1965; Турбин, Конохов, 1967). В первую очередь это относится к внутридепресссионным поднятиям с поздним геоморфологическим оформлением. Указанные исследователи считают, что подавляющее большинство внутридепресссионных складок основания являются инверсионными, образовавшимися в результате резкой смены знака движений. В основе этих представлений находятся представления о том, что в неогене происходило общее погружение гор Тянь-Шаня, и факт резкого усиления скорости роста поднятий в конце плиоцена и начале плейстоцена (Гзовский и др., 1959, 1960а; Крестников, 1962).

В качестве доказательств инверсионности молодых поднятий приводятся сходство неогеновых отложений, развитых на их крыльях, тонкий механический состав, отвечающий центральному частям аккумулятивных депрессий, позднее появление в рельефе. Однако эти признаки не являются достаточными для заключения о позднем заложении этих поднятий как структурных форм, так как соотношения скорости роста поднятий и скорости аккумуляции осадков и денудации могут быть весьма различными (Шульц, 1948; Шульц, Брунс, 1955; Николаев, 1962; Костенко, 1972). Примеры "скрытого" развития поднятий весьма многочисленны и описаны в различных частях Тянь-Шаня и других областей многими исследователями. И поэтому важно, как отмечал С.С. Шульц, не смешивать заложение структурных форм с началом их развития как форм рельефа. Кроме того, было показано, что расширение площадной аккумуляции и "трансгрессивный" [трансконитный, по О.С. Вялову (1953)] характер залегания неогеновых отложений (в связи с этим, по-видимому, возникло представление об общем погружении гор Тянь-Шаня в неогене) могут связываться не только с ростом площадей тектонического прогибания, но и с активизацией роста поднятий, изоляцией впадин и увеличением скорости заполнения их обломочным материалом (Костенко и др., 1970).

Пристальное внимание и увлеченность, с которыми в последнее десятилетие геологи относятся к проблеме происхождения и значения рифтовых поясов в структуре земной коры, привели к соответствующей эволюции взглядов относительно природы горных сооружений Средней Азии. В.И. Попов (1972, 1974; Попов и др., 1974) высказал представление о том, что все эпиплатформенные горные сооружения Азии, объединенные Д.В. Наливкиным (1936) в Фергано-Саянский "пояс молодых глыбовых поднятий", в том числе Тянь-Шань, имеют рифтовую природу. Не вдаваясь в детальный разбор этой точки зрения применительно к Тянь-Шаню (для этого потребовался бы целый раздел), отметим лишь, что факты, их анализ и рассуждения, приведенные в защиту этой гипотезы (Попов и др., 1974), в значительной своей части не могут быть признаны доброкачественными и сколько-нибудь убедительными. В настоящее время это представление о Тянь-Шане нельзя считать достаточно аргументированным.

Таким образом краткий и далеко не полный обзор представлений о новейшей тектонике Тянь-Шаня показывает, что с самого начала его изучения и до сегодняшнего дня развиваются достаточно различные, нередко противоречивые и взаимно исключают друг друга воззрения о формах новейших дислокаций, их природе, механизме и путях их развития, а также связанных с ними явлениях.

**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ НОВЕЙШЕЙ
ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ¹**

Известно, что своеобразие той или иной геоструктурной области определяет и комплекс методов, применяемых для ее изучения. В процессе изучения Тянь-Шаньской области горообразования также выработался определенный комплекс методов, как общепринятых, так и оригинальных. Они охарактеризованы в большом количестве работ разных исследователей Тянь-Шаня. Из наиболее ранних отметим работы С.С. Шульца (1948, 1958а; Шульц, Брунс, 1955), К.К. Маркова (1947), Ю.А. Скворцова (1941). Идеи этих исследователей, а также известные положения В. Дэвиса (1962) о возрасте и стадийности развития рельефа и В. Пенка (1961) о непрерывно-неравномерном характере тектонических движений при формировании "предгорных лестниц" получили развитие в работах Н.П. Костенко (1960, 1963, 1964а,б, 1966, 1970, 1972). В процессе многолетних исследований горных сооружений Средней Азии ею работан и практически реализован комплекс геолого-геоморфологических методов анализа истории развития горных сооружений и морфологии тектонических элементов.

Эти методы наряду с общеизвестными геологическими и геоморфологическими и применялись автором данной работы в процессе полевых и камеральных исследований. Не останавливаясь сколько-нибудь подробно на описании уже известных теоретических положений, а также практических приемов и методов исследования, кратко охарактеризуем лишь некоторые особенности и возможности изучения новейшей структуры в условиях Центрального Тянь-Шаня.

Главной задачей данной работы является характеристика результатов тектонических движений, произошедших за весь новейший этап, т.е. итоговых (суммарных) деформаций. Отсюда вытекает задача выявления опорной поверхности, которая отражала бы эти деформации. Поскольку обширные территории Центрального Тянь-Шаня лишены покрова отложений орогенического комплекса², использование в качестве базиса какого-либо стратиграфического горизонта не представляется возможным. Кроме того, выделение и сопоставление друг с другом различных геофизических отражающих горизонтов в толще кайнозойских моласс, выполняющих впадины, в настоящее время произведено далеко не везде и не всегда является уверенным. Последнее, как показало бурение в Нарынской впадине, справедливо даже в отношении наиболее надежного репера, каковым является кровля палеозойского фундамента. Эта кровля в большинстве случаев соответствует предороженной поверхности, которая наиболее всего пригодна для решения поставленной задачи.

Поэтому мы, вслед за большинством предшественников, за опорную поверхность принимаем предороженный пенеппен, поверхность крупнейшего структур-

¹ Некоторые особенности и возможности изучения новейших структурных форм в условиях Центрального Тянь-Шаня.

² В данном случае в расчет не принимаются маломощные фрагментарно развитые покровы четвертичных отложений.

ного несогласия, которая срезает сложнислоцированные образования древних (доорогенных) структурных этажей. Морфология широко развитых в пределах Центрального Тянь-Шаня останцов предороженной поверхности выравнивания позволяет считать, что эта поверхность к началу орогенного этапа была относительно ровной, нередко совершенно плоской. Поэтому можно сделать вывод, что современный рельеф некогда плоской поверхности доорогенного выравнивания с достаточной степенью приближения фиксирует ее деформацию за этап горообразования.

Изображенное с помощью изогипс современное высотное положение предороженной (предолигоценовой) поверхности и является основным содержанием карты новейшей тектоники (см. рис. 15). Чтобы перейти от нее к карте изобаз суммарных поднятий и опусканий, т.е. к абсолютной количественной характеристике амплитуд вертикальных движений, необходимо ввести поправку за первичное превышение этой поверхности над уровнем океана, которое, как предполагается большинством исследователей, достигало 500 м, хотя в настоящее время эта величина не может считаться достаточно определенной.

Карта изобаз суммарных деформаций, как структурная карта, количественно отражает главным образом вертикальную составляющую тектонических движений за новейший этап (A_2O на рис. 10), в то время как горизонтальная составляющая (A_1O), также включенная в сложный рисунок новейшей структуры, не получает равноценной количественной характеристики. В этом отношении карта новейшей тектоники представляет несколько одностороннюю характеристику новейших движений. Столь же полная, как и для вертикальных движений, количественная оценка и поиски способов графического изображения горизонтальной составляющей горообразовательных движений, имеющей, с нашей точки зрения, немаловажное значение, представляет собой сложный объект будущих исследований.

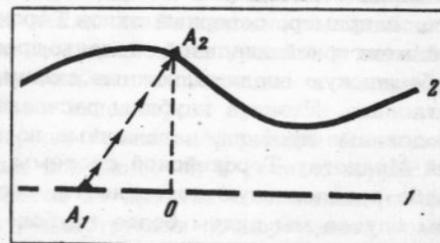
Тем не менее анализ закономерностей пространственного размещения, морфологической и генетической взаимосвязи (парагенеза) новейших складок и разрывов, проведенный на основе структурной карты с учетом геологических, геофизических и сейсмологических данных, позволяет с той или иной степенью достоверности зафиксировать проявление горизонтально ориентированных движений. Это как раз подтверждает, что карта новейшей тектоники отражает и горизонтальную компоненту тектонических движений.

Различные условия развития частных структурных элементов, происходящего на фоне общего воздымания (конэрозивно) или на фоне общего прогибания (конседиментационно), предопределяют существенные различия в методах их изучения.

В условиях общего воздымания интересующая нас предороженная поверхность, а также и более молодые поверхности, которые могли бы характеризовать неотектонические складки основания, в настоящее время являются в той или иной степени разрушенными. Поэтому для целей анализа требуется их предварительная "реставрация". Здесь главную роль приобретают геоморфологические методы.

Структурно-геоморфологические исследования включали выявление и картирование останцов предороженной поверхности выравнивания, а также более молодых (орогенных) эрозионно-денудационных ступеней рельефа, изучение строения речных долин (деформаций террас, мощностей и фаций аллювия, морфологии террас и русел и т.д.), анализ рельефа по топографическим картам различного

Рис. 10. Горизонтальная (A_1O) и вертикальная (A_2O) составляющие перемещения материальной точки (A_1A_2) в процессе складчатой деформации поверхности. Положение предороженной поверхности выравнивания: 1 - исходное, 2 - современное



масштаба (закономерностей распределения высот, характера и рисунка эрозионной сети и т.д.). Они сопровождались изучением аэрофотоснимков всей рассматриваемой территории и анализом специальных геолого-геоморфологических профилей, составленных по методике Н.П. Костенко (1963). Было составлено около 80 профилей (продольных и по несколько поперечных для всех основных поднятий). Вместе с данными специального полевого картирования и проведенной ранее геологической съемки эти профили явились своего рода "каркасом", с помощью которого была произведена реконструкция современного гипсометрического положения предорогненной поверхности выравнивания.

Склоны поднятий характеризуются ступенчатым строением, на что обращали внимание многие исследователи горных стран начиная с В.Пенка. В Средней Азии этому вопросу посвящены работы Н.П. Костенко, Б.Л. Личкова, К.К. Маркова, Ю.А. Скворцова, и др.

Ступени, повсеместно наблюдаемые на склонах поднятий (выполненные участки склонов, разделенные более крупными склонами), имеют различную причину образования: они могут быть эрозионно-денудационными или тектоническими. Последние являются фрагментами единой поверхности выравнивания, различно поднятыми по разрывам. Амплитуда тектонического смещения в этом случае соответствует амплитуде рельефа, если ступени при этом не претерпели значительной эрозионно-денудационной моделировки. Поскольку это обычно происходит, такие ступени представляют по существу, новые поверхности выравнивания, которые, очевидно, должны относиться к категории эрозионно-тектонических.

Локализация выработки эрозионно-денудационных поверхностей в пределах той или иной тектонической ступени — весьма распространенное в Центральном Тянь-Шане явление. Линейность тектонических элементов, выраженных в рельефе, предопределила широкое развитие продольных речных долин, которые выработывались в строгом соответствии с тектонической дифференциацией синклинальных зон. В этом убеждают и наблюдения над четвертичными речными террасами. Их границы нередко фиксируются развивающимися разрывами. Поднятые блоки при этом являются своеобразными экранами, ограничивающими боковую миграцию реки. Основная же деятельность реки происходит в пределах опущенного блока. В качестве примера можно привести долину Карасая и Большого Нарына ниже устья Тарагая, а также позднечетвертичную долину Нарына в районе устья Малого Нарына и ниже его.

Морфологически сходная ступенчатость характерна и для склонов поднятий, не осложненных разрывами. В этом случае соответствие орографической и тектонической форм может быть различным (рис. 11).

Реконструкция предорогненной поверхности выравнивания облегчается достаточно широким распространением ее уцелевших фрагментов с нередко сохранявшимся чехлом красноцветных отложений. В этом отношении Центральный Тянь-Шань является весьма благоприятным объектом. Условия хорошей сохранности древних поверхностей выравнивания рассмотрены нами в ряде специальных статей (Иванова и др., 1973а, б; Макарова, Макаров, 1973; Макаров, Макарова, Соловьева, 1973; Макаров, Макарова, 1974).

В районах активной эрозии эта реконструкция предорогненной поверхности представляет значительные трудности. Такие районы расположены, как правило, в зонах поднятий, пограничных с глубоко погруженными впадинами. Здесь в условиях больших уклонов рельефа процессы эрозии происходят весьма активно. Это, например, северный склон Терскёйского хребта, сопряженного с Иссыккульской межгорной впадиной, склоны древних поднятий, обрамляющих Нарынскую и Атбашинскую впадины, южные склоны Тянь-Шаня, обращенные к Таримской котловине. Разница глубины расчленения достаточно очевидна, если сравнить продольные профили, заложенные по водоразделам внутренних и внешних поднятий Молдотау-Терскёйской системы. В первом случае профиль характеризует слабо расчлененную поверхность, весьма близкую в древнему пенеплену. Во втором случае мы видим более глубоко и дробно расчлененную поверхность. Однако и в этом случае вершинная поверхность хребта весьма близка к древнему

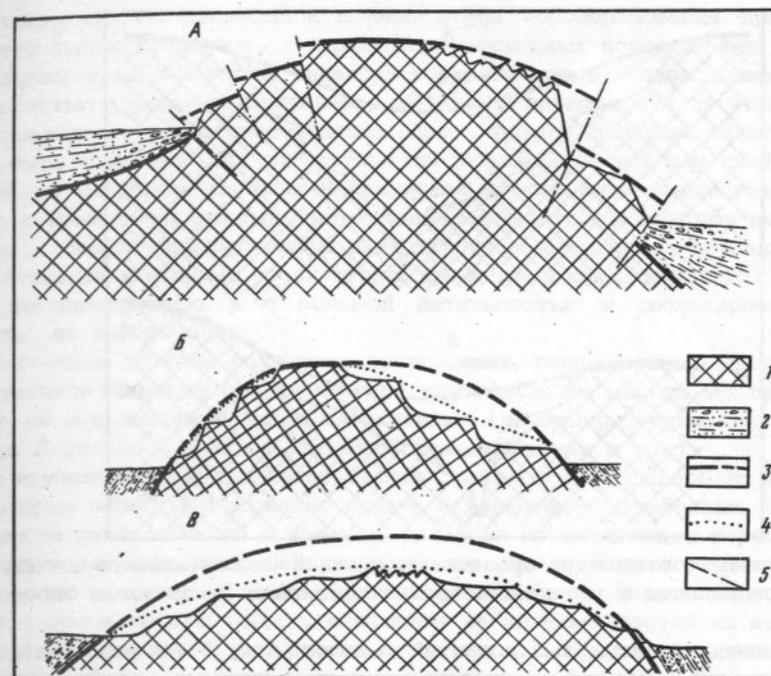


Рис. 11. Схемы соотношения орографической и структурной форм в условиях развивающихся поднятий

А — для сводово-глыбовых поднятий; Б и Б' — для сводовых поднятий при неглубоком (Б) и глубоком (Б') эрозионно-денудационных срезах

1 — палеозойский фундамент; 2 — кайнозойский осадочный покров; 3 — предорогненная поверхность выравнивания; 4 — обобщенный контур рельефа; 5 — разрывы

пенеплену. В этом нас убеждает целый ряд фактов. В частности, геоморфологический анализ склонов рассматриваемых поднятий приводит к выводу, что водораздельная вершинная поверхность по своему возрасту обычно соответствует предорогненной поверхности или наиболее древним из орогенных поверхностей. Выработка последних отвечает формированию отложений красноцветной формации, т.е. происходила в начале стадии орогенеза, когда контрастность рельефа не была столь значительной, как в современную эпоху. В связи с этим глубина эрозионно-денудационных врезов и величина снижения предорогненной поверхности были сравнительно небольшими. Это подтверждается анализом многочисленных продольных и поперечных профилей, построенных в разных частях Центрального и Северного Тянь-Шаня. Позднепалеогеновые врезы, как правило, не превышают 200–400 м. Эта величина близка к глубинам соответствующих врезов на Памире и в западных районах Тянь-Шаня, установленным ранее Н.П. Костенко (1961, 1964б, 1966).

Таким образом, самые древние поверхности, которые наиболее полно характеризуют суммарные деформации за этап горообразования, сохраняются обычно в основании склонов и в присводовой части поднятий и являются опорными при реконструкции мегантиклиналей. Мы не исключаем возможности ошибочного определения возраста высоких эрозионно-денудационных уровней и вершинных поверхностей. Однако эта ошибка при очень больших амплитудах и радиусах кривизны мегаскладок, измеряемых десятками километров, приводит к очень незначительному искажению их истинной формы. Анализ деформаций более молодых (орогенных) эрозионно-денудационных поверхностей и речных террас, кривизна которых последовательно уменьшается от древних к молодым, является качественной проверкой правильности реконструкции предорогненной поверхности.

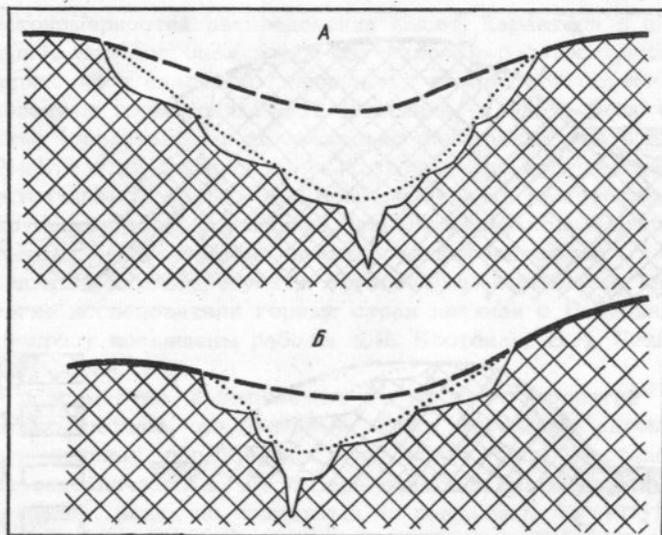


Рис. 12. Схемы соотношения эрозионных долин и синклинального изгиба предорогенной поверхности в условиях общего вздымания (в пределах систем поднятий)

А — в условиях равномерных поднятий смежных зон; Б — в условиях неравномерных поднятий и общего перекоса

Условные обозначения см. на рис. 11

Аналогичным является подход к изучению сравнительно узких долинообразных впадин, развивающихся в пределах систем поднятий (на фоне общего вздымания) и практически лишенных покрова отложений орогенического комплекса. Это, например, Ашултебинская, Сонкельская, Болгартская, Арабельская, Келлюйская впадины. Развитие деформаций в пределах таких впадин в течение большей части новейшего этапа происходило главным образом в условиях конэрозионных. Обобщенная кривизна таких форм рельефа больше или, реже, равна кривизне соответствующей тектонической формы. Кроме того, развивающиеся перекосы впадин, связанные с неравномерностью деформаций, вызывают последовательное боковое смещение эрозионных врезов: оси долин-синклиналей в молодых эрозионно-денудационных уровнях могут не совпадать с таковыми в более древних уровнях (рис. 12).

При изучении новейшей структуры прогибов, выполненных отложениями орогенического комплекса, большую роль приобретают общепринятые геологические методы — анализ фаций и мощностей (с составлением соответствующих карт), анализ условий залегания кайнозойского покрова, составление геологических профилей. При этом были использованы имеющиеся данные геофизических исследований (главным образом электротондирования) и бурения. Глубина залегания палеозойского основания в пределах впадин определяет некоторые различия в изучении их новейшей структуры. В этом отношении следует различать впадины с глубоко опущенным палеозойским фундаментом, перекрытым мощной толщей кайнозойских моласс (Нарынская, Атбашинская, Западно-Аксайская, Тоюнская впадины), и впадины с высоким положением фундамента, выполненные сравнительно маломощными отложениями орогенического комплекса (Каракуджурская, Тюлекская, Сарыджазская, Акшийракская, Восточно-Аксайская и тому подобные впадины).

Для расшифровки их новейшей структуры применяется комплекс геологических и геофизических методов. Меньшее значение имеют геоморфологические данные, характеризующие здесь главным образом четвертичные дислокации. Крупные впадины Центрального Тянь-Шаня осложнены многочисленными внутридепрессийными поднятиями. Кроме того, окраинные зоны впадин также оказались вовлеченными в восходящие движения. Неравномерность и различная ско-

рость тектонических движений в течение этапа горообразования привели к тому, что развитие внутри- и окраиннодепрессийных поднятий как орографически выраженных элементов началось в разное время и происходило с разной скоростью (Макаров, Соловьева, 1966). В зависимости от этого и от глубины эрозионного среза палеозойское ядро частных поднятий такого типа может быть вскрытым или оставаться погребенным на той или иной глубине. В пределах, например, Байбиче-Каратауской группы возвышенностей, на хр. Акшийрак (западном) рыхлый покров оказался смытым полностью на больших площадях, обнажив предорогенную поверхность выравнивания. Последняя еще мало затронута молодыми эрозионными процессами и представляет возможность непосредственно и с большой детальностью и достоверностью картировать ее деформации.

Аналогичные условия создаются во впадинах, выполненных сравнительно маломощными осадками орогенического комплекса, во многих местах прорезанного на всю мощность речными долинами (например, Тесыкская, Акшийракская, Восточно-Аксайская, Узенге-Бозджалпакская и т.п.).

Для изучения характера четвертичных движений и создаваемых ими структур, которые позволяют косвенно судить о характере погребенных структур поверхности палеозойского основания, ранее не проявлявшихся в рельефе седиментационных депрессий, большое значение имеет комплекс геолого-геоморфологических методов изучения строения речных долин (закономерностей изменения ширины и высоты террас, изменения фаций и мощностей их аккумулятивного покрова, изменений в строении русла и т.д.). Полученные данные нередко позволяли выявить и деформации более древних уровней, которые могли остаться незамеченными в силу тех или иных причин, в частности из-за разрушенности этих уровней или неблагоприятных условий их изучения. Мы не останавливаемся на характеристике этого круга вопросов, достаточно подробно рассмотренных в целом ряде статей и специальных монографий разных авторов. В Средней Азии вопросы геолого-геоморфологического анализа речных долин с целью выявления новейших движений наиболее полно рассмотрены в работах Н.П. Костенко.

Нами учитывалось также и то обстоятельство, что, по-видимому, далеко не все особенности строения четвертичных образований предопределены непосредственно тектоническими движениями. Наряду с ними существенное влияние имели климатические изменения, различная эрозионная способность рек в разных частях Тянь-Шаня и т.д. Например, как мы уже отмечали раньше (Костенко и др., 1970), аккумуляция тонких, почти исключительно глинистых осадков резко увеличенной мощности в долине р. Нарын (в районе устья Алабуки), происходившая в начале позднего плейстоцена, была связана, очевидно, с существованием достаточно глубокого и протяженного озерного водоема. Он возник в результате резкого усиления притока талых вод, который был связан с регрессией обширных среднечетвертичных ледников и не компенсировался стоком через узкое ущелье в хр. Акшийрак. Последний выполнял роль тектонической плотины. В данных условиях, таким образом, нет необходимости рассматривать фации и мощности этих отложений как показатели нисходящих движений в этой части Нарынской впадины или резкого вздымания хребта-плотины, хотя последнее вовсе не должно исключаться.

Несколько иную сторону соотношений тектоники и осадконакопления характеризует пример впадины оз. Чатыркель. Здесь на большой высоте (около 3500 м) и в непосредственной близости от высоких, крутосклонных, подверженных интенсивной эрозии хребтов в течение позднего плейстоцена и голоцена накапливаются также очень тонкие и однообразные отложения.

Эти примеры из четвертичной истории Центрального Тянь-Шаня, которые можно было бы умножить, заставляют осторожно подходить к тектонической интерпретации факта широкого распространения тонких, в том числе хемогенных, отложений большой мощности во впадинах Тянь-Шаня. В частности, нам не представляется однозначным сделанное на основании этого заключение о нивелировке Тянь-Шаня и даже нисходящих движениях здесь в неогене (Крест-

ников, 1962; Мишина, 1964а, 1965; Турбин, 1966). Характер неогеновых отложений, их распространение, мощность и тонкий состав не исключают наличия горного обрамления в эпоху их аккумуляции. Напротив, именно интенсивный рост хребтов, приводивший к образованию замкнутых или полузамкнутых котловин, мог создавать условия для интенсивной аккумуляции обломочного материала, в том числе тонких, а также хемогенных осадков. Эти условия могли сохраняться или возникать и в случае, когда та или иная впадина вместе с обрамляющими ее хребтами испытывает общие и довольно значительные восходящие движения (например, котловины озер Сонкель и Чатыркель). К тому же, как показали исследования Н.М. Страхова ("Методы изучения"..., 1957), основную массу отложений современных даже межгорных и внутригорных бассейнов образуют весьма тонкие глинистые илы. Это объясняется тем, что в формуле стока современных рек, не только равнинных, но и горных, резко преобладают механически взвешенные частицы тонкоалевритовой и пелитовой размерностей.

Весьма важным является также тот факт, что глубины эрозионных врезов не всегда отражают прямо интенсивность подъема того или иного района. Нередко оказывается, что максимальным амплитудам воздымания соответствуют минимальные глубины эрозионных врезов, минимальная разница высот разновозрастных врезов. Так, например, Арабельская впадина, испытывавшая вместе с окружающими хребтами стремительное интенсивное воздымание, характеризуется крайне малыми глубинами экзарационных врезов. Не менее выразительным примером является сравнение Нарынской впадины (с ее достаточно глубокими четвертичными врезами) и расположенными более чем на 1000 м выше впадинами Чатыркель-Аксайской системы. В последних относительные превышения четвертичных террас друг над другом очень малы, речные долины характеризуются плоскими и широкими днищами. Покровы морен, широко развитые на северных склонах впадин, отличаются удивительной сохранностью первозданных форм, что возможно объяснить только вялостью эрозионных процессов, происходящих здесь в автономных условиях с высокими местными базисами эрозии.

Эрозионно-аккумулятивные процессы проходили и проходят намного интенсивнее в Нарынской и Атбашинской впадинах, чем, например, в Сонкельской, Арабельской, Чатыркельской или Аксайской впадинах. И это несмотря на то, что последние в силу тектонических причин оказались более чем на 1000-1500 м выше первых.

Такая "инверсия" характера эрозионных процессов по отношению к амплитудам восходящих движений находится в прямой связи с явлением отрыва эрозионной сети того или иного района от основных базисов денудации, возможным вследствие значительного отставания скорости глубинной эрозии от скорости воздымания. Это обстоятельство имеет весьма существенное значение для развития рельефа Центрального Тянь-Шаня в целом и явилось благоприятным моментом для консервации древних форм рельефа, в том числе предороженной поверхности выравнивания.

Для выяснения общих и частных закономерностей неотектоники Центрального Тянь-Шаня важное значение имели данные о глубинном строении земной коры и сейсмичности, в частности, о распространении очагов землетрясений и их динамических параметрах (характере смещений и ориентировке осей напряжений), а также дешифрирования фото- и телевизионных снимков из космоса, методические вопросы и возможности применения которых были рассмотрены нами в специальных работах (Макаров, 1973; Трифонов и др., 1973; Макаров и др., 1974; Макаров, Трифонов, Щукин, 1974; Макаров, Соловьева, 1975, 1976). В комплексе с геологическими и геоморфологическими данными они помогают выявить или подтвердить ряд крупных тектонических нарушений глубинного порядка, а также являются необходимыми при тектодинамическом анализе новейшей структуры.

В общем, учитывая односторонность или неоднозначность характеристики проявлений неотектоники, которую дает тот или иной метод исследования, мы старались использовать комплекс методов, среди которых главными были геолого-геоморфологические.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Центральный Тянь-Шань является областью весьма интенсивных новейших движений, общий размах которых превышает 9000 м (наибольшее воздымание до 7500 м, максимальное погружение ниже -2000 м). В целом происходит увеличение амплитуды поднятий с запада на восток и с севера на юг.

Структурно-морфологические особенности, распространение фаций и мощностей отложений орогенического комплекса, история развития поднятий и впадин позволяют обособить в пределах Тянь-Шаня линейно вытянутые системы поднятий и разделяющие их системы прогибов¹. Это - Таласо-Кунгейская (северная), Молдотау-Терская (срединная) и Туркестано-Кокшальская (южная) системы поднятий, разделенные Иссыккульской и Нарынской системами межгорных прогибов. На севере Тянь-Шаньское горное сооружение обрамлено Чу-Илийской, на юге - Кучарской системами предгорных прогибов. На разных гипсометрических уровнях в более или менее развитой форме эти системы прослеживаются в широтном и восток-северо-восточном направлении на многие сотни километров при ширине не более 100 км и имеют продолжение в структурах Западного и Восточного Тянь-Шаня (рис. 13, см. вкладку). Необходимо отметить, что системы прогибов хорошо выражены морфологически в виде систем обширных впадин в конце палеогена и в неогене, а к настоящему времени в процессе интенсивного разрастания поднятий распались на ряд остаточных впадин, иногда очень небольших и изолированных, и не во всех частях отчетливо выражены морфологически, будучи втянутыми в поднятие.

Системы поднятий и системы прогибов состоят из более мелких структур антиклинального и синклиналиного типов, которые группируются также в весьма протяженные линейные зоны поднятий и впадин (рис. 14; см. рис. 13). Таким образом, системы поднятий и прогибов являются крупными и сложными образованиями. Учитывая и то обстоятельство, что они в общих чертах имеют антиклинальное строение и наследуют соответственно древние антиклинории и синклинории, системы поднятий и прогибов в структурном отношении условно могут быть отнесены к категории мегантиклинориев и мегасинклинориев.

Впадины, развивающиеся в пределах систем поднятий и, как отмечалось выше, существенным образом отличающиеся по условиям развития, морфологии, строению и характеру выполняющих их отложений от впадин межгорных прогибов, выделяются как внутригорные. Поднятия, развивающиеся в пределах систем прогибов, по условиям своего развития, особенностям строения и морфологии относятся к разряду внутридепрессийных.

Границами систем поднятий и прогибов во многих случаях являются крупные разломы краевого (по Н.М. Сянищину, 1960) типа, в том числе глубинные.

¹ Систематизация неотектонических структурных элементов Тянь-Шаня, зональность его новейшей структуры, принятая в данной работе, разработана автором совместно с Н.П. Костенко и Л.И. Соловьевой в статье "Новейшая тектоника" (Киргизской ССР), опубликованной в т. XXV "Геологии СССР" (1972).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты проведенного исследования можно выразить в следующих положениях.

1. Обобщение данных о строении верхнетретичных отложений, их корреляция с разрезами Северного Тянь-Шаня, Казахстана и Ферганы позволяют считать, что начало новейшего этапа в пределах Центрального и Северного Тянь-Шаня относится к концу эоцена - началу олигоцена. До тех пор слабоэрозионная денудационная равнина испытала в это время тектоническую дифференциацию, которая сопровождалась расколами фундамента и локальными излияниями базальтовых лав ($P_2^3 - P_3^1$). Дифференцированные тектонические движения, темп которых с течением времени возрастал, привели к формированию и образованию в рельефе поднятий и сопряженных с ними впадин, заполнявшихся продуктами разрушения поднятий.

2. Частные поднятия (или впадины), чаще всего кулисообразно смыкаясь друг с другом, группируются в весьма протяженные линейные зоны поднятий (или, соответственно, зоны впадин). Зоны поднятий и зоны впадин развиваются сопряженно на фоне структурных "волн" более крупного порядка - систем поднятий и межгорных и предгорных прогибов.

3. Главными типами новейших структурных элементов Центрального Тянь-Шаня являются мегаскладки (складки с радиусом кривизны в несколько десятков километров) и разрывные нарушения разных порядков. Мегантиклинали образуют линейно вытянутые зоны поднятий, мегасинклинали - зоны впадин. Системы поднятий (межгорных прогибов) представляют крупные сложные образования типа мегантиклинорий (мегасинклинорий). Анализ морфологии мегаскладок, возникших в консолидированном древнем основании, выявляет определенные закономерности изменения их различных качеств и параметров (степени сохранности складчатой формы, длины, ширины, характера замыкания, кривизны, асимметрии и т.д.) в зависимости от положения в региональной структуре, от структурно-литологических свойств фундамента, глубины его залегания и т.д.

4. Среди новейших разрывных нарушений важнейшая роль принадлежит краевым разрывам, развивающимся (но не повсеместно и не обязательно) на участках сопряжения систем или зон поднятий и впадин. Важная роль принадлежит региональным зонам секущих нарушений разрывно-флексурного типа, которые пересекают весь горный пояс Тянь-Шаня и в этом отношении могут быть отнесены к категории трансформных нарушений, в том числе планетарного порядка.

Менее значительные, локальные разрывные нарушения, осложняющие мегаскладки, являются отчасти следствием развития последних, отчасти связаны с более общими полями напряжений, в которых развивались и сами мегаскладки. Тип и морфология разрывных нарушений в большинстве своем закономерно связаны со складчатыми структурами. Продольные швы, как правило, являются взбросами и надвигами, диагональные швы, более крутые и прямолинейные, в большинстве своем имеют взбросо-сдвиговую природу. Поперечные разрывы носят характер структур растяжения (раздвигов, сбросов и т.д.).

5. Взаимное наложение друг на друга и геологически одновременное развитие структур разных направлений (широтных, северо-западных и северо-восточных) позволяют высказать представление об "интерференционном" характере новейшей структуры Тянь-Шаня. Закономерное размещение в пространстве складок и разрывов разных направлений и разного морфологического и генетического типа, их закономерное сочетание друг с другом позволяют рассматривать их как генетически единое "семейство", парагенез структур, образованных в условиях субмеридионального сжатия.

6. В Центральном Тянь-Шане широко развито явление полной унаследованности - наследование основных простираний и наиболее крупных складчатых форм (антиклинорий и синклинорий) древних структур. Наилучшая степень соответствия новейших структурных форм устанавливается по отношению к позднепалеозойским структурам.

7. Системы поднятий и прогибов являются, по-видимому, структурами глубинными, охватывающими всю мощность земной коры. Зоны поднятий и впадин, а также формы меньших порядков являются структурами коровыми и чаще всего, вероятно, не выходят за пределы "гранитного" слоя.

8. В сейсмической активности Центрального Тянь-Шаня, которая в общем является относительно пониженной по сравнению с окраинными зонами Тянь-Шаня, особое внимание обращает сейсмоопасность зон региональных секущих нарушений, особенно узлов их пересечения с наиболее крупными швами продольных краевых разломов. Эти узлы, вероятно, фиксируют местоположение очагов сильнейших и наиболее глубоких землетрясений, в том числе в пределах Северного Тянь-Шаня.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава первая	
ОБЗОР РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКЕ ТЯНЬ-ШАНЯ	6
Глава вторая	
ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ДОКАЙНОВОЙСКИХ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ИСТОРИИ ИХ РАЗВИТИЯ	12
Глава третья	
СТРОЕНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ НОВЕЙШЕГО ОРОГЕНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	24
Глава четвертая	
МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ	36
Глава пятая	
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР НОВЕЙШЕЙ ТЕКТониКИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ	43
Глава шестая	
АНАЛИЗ МОРФОЛОГИИ НОВЕЙШИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ	101
Глава седьмая	
О СВЯЗИ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТониКИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ С ЕГО ПАЛЕОЗОЙСКОЙ СТРУКТУРОЙ	136
Глава восьмая	
СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И СЕЙСМИЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ В СВЯЗИ С ЕГО НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ	141
Глава девятая	
К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ	151
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	160
ЛИТЕРАТУРА	162

CONTENTS

INTRODUCTION	3
Chapter the first	
REVIEW OF DEVELOPMENT OF CONCEPTS ON THE NEOTECTONICS OF TIEN-SHAN	6
Chapter the second	
THE MAIN CHARACTERISTIC FEATURES OF PRE-CENOZOIC STRUCTURES OF THE CENTRAL TIEN-SHAN AND HISTORY OF THEIR DEVELOPMENT	12
Chapter the third	
DEPOSITS OF THE RECENT OROGENIC COMPLEX	24
Chapter the fourth	
METHODS OF STUDYING THE NEWEST TECTONIC STRUCTURE	36
Chapter the fifth	
REGIONAL REVIEW OF THE NEOTECTONICS OF THE CENTRAL TIEN-SHAN	43
Chapter the sixth	
ANALYSIS OF MORPHOLOGY OF THE NEOTECTONIC DEFORMATIONS OF THE CENTRAL TIEN-SHAN	101
Chapter the seventh	
ON RELATION OF THE NEOTECTONICS OF THE CENTRAL TIEN-SHAN TO ITS PALEOZOIC STRUCTURE	136
Chapter the eighth	
STRUCTURE OF THE EARTH'S CRUST AND SEISMICITY OF THE CENTRAL TIEN-SHAN RELATIVE TO ITS NEOTECTONIC STRUCTURE	141
Chapter the ninth	
ON MECHANISM OF FORMATION OF THE NEOTECTONIC STRUCTURE IN THE CENTRAL TIEN-SHAN	151
CONCLUSION	160
BIBLIOGRAPHY	162