Записки Ленинградского горного института, VIII, 1934
Annales de l'Institut des Mines à Leningrade, vol. VIII, 1934

Современные представления о тектонике Средней Азии

Проф. Д. И. Мушкетов

Neue Vorstellungen über die Tehtonik von Zentral-Asien

D. I. Muschketow.

Чрезвычайное развитие геологических исследований территории среднеазиатских советских республик за последние годы вызывает громадное накопление материала, позволяющего и требующего делать общие выводы, несравненно более отчетливые, чем ранее. Не говоря уже про классический синтез Эдуарда Зюсса (*Лик земли*, том III), несмотря на всю свою устарелость все еще сохраняющий большое значение, и значительно более новые подобные же (К. Леукса — 1916, Е. Аргана — 1922, Л. Кобера — 1922 и Р. Штауба — 1927) сейчас не удовлетворяют (в особенности наших) геологов. Все эти синтезы основаны почти исключительно на старой, довоенной русской литературе, и то далеко не полно и не достаточно критически использованной иностранными авторами, к тому же несвободно владеющими русским языком. Наши же геологи, по непонятным причинам, почти совершенно не дают обобщающих работ несмотря на обилие скопившихся в их руках ценнейших материалов. Не дают равным образом и работ тематических, в особенности по тектонике.

Между тем ни одна из проблем геологии Средней Азии как теоретического, так и глубоко практического порядка (металлогения и ее зоны, распределение угленосных и нефтеносных свит, минеральных вод, газов, сейсмичность и многое другое) удовлетворительно не разрешается без знания не только тектоники данного района, но и основных региональных тектонических представлений.

В этом году исполнится четверть века с начала систематического геологического изучения Средней Азии, изучения весьма плодотворного, и каждый новый исследователь обязан уже учитывать результаты его и ими руководиться в своих работах. Однако ознакомиться с этими результатами, и главным образом с выводами из них, крайне трудно, особенно начинающим, молодым геологам: так мало сводной литературы и так трудно она доступна. В особенности это относится к местам более отдаленным, недавно возникшим культурным и геолого-разведочным центрам, совершенно лишенным даже прежней русской литературы, не говоря уже про иностранную.

Невольно ввиду этого молодые авторы часто или обнаруживают в своих работах большую неподготовленность, открывают давно открытые америки, цитируют неверно, из третьих рук, или переоценивают значение взглядов устарелых, автоматически отпавших. Мне лично неоднократно приходилось и приходится бороться с усвоением моих же старых взглядов, которые имели значение в известный период, но для меня самого уже утратили его.

Все указанные соображения привели меня к мысли о необходимости подытожить еще раз, на данный момент (1933 г.), как все вообще имеющиеся представления о тектонике Средней Азии, так и лично мои, в свете всего пока известного фактического материала, частично даже неопубликованного, по известного мне по сообщениям моих товарищей. Я излагаю его довольно подробно, в историческом разрезе накопления идей и фактов, в особой работе, выполненной по поручению Среднеазиатского геолого-разведочного треста, а здесь даю лишь выводы тематического порядка, преимущественно собственные, к которым я пришел за последние пять лет. Они, как легко видеть каждому, значительно отличаются от последней из моих тематических сводок, доложенной Третьему геологическому союзному съезду в Ташкенте в 1928 г. и напечатанной в его «Трудах», не говоря уже про предыдущие (1912, 1915, 1917, 1924, 1926). Многое отпало, многое видоизменилось, но многое, как мо[illegible] увидеть внимательный читатель, сохранилось, получив бо́льшие обоснования.

[illegible]опление материала и изменение наших основных теоретических представлений на[illegible]ящее время идут с такой быстротой, что нужно давать собственно ежегодно «Обзоры наших знаний по тектонике Средней Азии», так же как и вообще по геологии всех частей СССР Такие „Обзоры" посильны лишь большому, квалифицированному коллективу, но в той части, которая мне пока быть может доступнее, чем другим, я пытаюсь это делать. С этой только точки зрения и надо рассматривать данную статью, но отнюдь не как исчерпывающую монографию.

Основная цель, которую я преследовал ею, была посильная помощь моим молодым товарищам, исследователям Средней Азии, а также студентам, оканчивающим Горный институт и занимающимся региональной геотектоникой. Поэтому мне казалось уместным и помещение ее в возобновленных „Записках Горного института"

Сначала перечислим кратко главные идеи и вопросы, накопившиеся по настоящее время, указав их авторов, или вернее лиц, наиболее отчетливо впервые их поставивших, сформулировавших или давших им новое освещение.

1. Антитеза, противопоставление северных цепей южным (Рихтгофен, И. Мушкетов, Д. Мушкетов, Д. Наливкин, В. Николаев).

2. Виргации среднеазиатских хребтов (Э. Зюсс, И. Мушкетов, Арган, Д. Мушкетов, А. Марковский).

3. Двойственность направлений складчатости (И. Мушкетов, Вебер, Гребер, Вильзер).

4. Нарастание Ангарского материка (А. Борисяк, Леукс, Д. Наливкин).

5. Положение Тетиса в Средней Азии (Столичка, С. Никитин, Гайдн, Д. Наливкин, В. Ренгартен, де-Терра).

6. Дугообразность складчатых цепей Памира (Д. Иванов, Гайдн, Д. Наливкин, Д. Мушкетов).

7. Связь Тянь-Шаня с Алаем, роль и генезис Ферганского хребта как сигмоидальной перемычки между ними (Д. Мушкетов).

8. Связь Памира с Алаем и Тянь-Шанем (Я. Эдельштейн, Д. Мушкетов, Клебельсберг, А. Марковский).

9. Роль и история вертикальных поднятий (Девис, Махачек, Мерцбахер, Д. Мушкетов, Б. Федорович, В. Попов).

10. Характер надвигов и чешуй и роль их в различных частях Средней Азии (Леукс, К. Богданович, Клебельсберг, Д. Мушкетов, А. Марковский, Е. Иванов, В. Николаев).

11. Древние массы «плиты» — Усть-Урта, Сериндии и др. (А. Архангельский Арган, Леукс).

12. Происхождение брахитектоники Восточной Ферганы и Ташкентско-Чимкентского района (Д. Мушкетов, Е. Иванов).

13. Ориентация движений масс или анти- и дивергентность, изменение их во времени и пространстве. «Перестройка» варисцийских тектонических элементов альпийскими движениями (Д. Мушкетов, В. Николаев, Стилле, де-Терра, А. Марковский).

14. Наклоны и изогнутия древних поверхностей сноса (Дэвис, Пемпелли, Д. Мушкетов, В. Вебер).

15. Сюнорогения неогеновых и четвертичных конгломератовых толщ молассового типа Ферганы, Кашгарии и Дарваза (Хентингтон, В. Попов).

То же мезозойских (І. Мушкетов).

16. Каледонская сюнорогения пластических толщ (А. Марковский).

17. Проявление альпийских дислокаций в Среднем и Северном Тянь-Шане (В. Николаев, Е. Иванов, Н. Грюше, Д. Яковлев, С. Шульц).

18. Соотношение вулканизма и тектоники, контектоничность интрузий (В. Николаев), их влияние на нарушение тектонического плана, изменение простираний (Д. Мушкетов).

19. Молодой (мезо-кенозойский) (К. Богданович, Д. Мушкетов, Юдин) и дилювиальный вулканизм (де-Терра, Клунников), как результат тектонического омоложения.

20. Диференциальные вертикальны движения окраин хребтов (Пемпелли, В. Вебер, Д. Мушкетов, С. Шульц, Б. Федорович).

21. Роль эпейрогении в создании Тянь-Шаня — Алая — Памира и в частности Ферганской сигмоидальной перемычки (А. Стилле, Д. Мушкетов, В. Николаев).

22. Различие очертаний Тетиса в Европе и Азии (атлантичные и пацифичные), как причина различия и общего плана альпийских сооружений (Ф. Коссмат).

23. Связь тектоники Средней Азии с расположением ее гравианомалий (Д. Мушкетов, А. Борн, Ф. Коссмат).

24. Связь тектоники Средней Азии с ее сейсмичностью (И. Мушкетов, Д. Мушкетов).

25. Роль Индии и в частности упора, клина, «синтаксиса» Джелама в общем плане строения Средней Азии (Э. Зюсс, Д. Мушкетов, Ф. Коссмат, Д. Вадия).

К этим главным темам присоединяется громадное число второстепенных, но, с другой стороны, они сами могут быть сгруппированы в основные четыре:

I. История, направление, место проявления орогений и, исходя из этого, внутренние связи среднеазиатских горных сооружений (сюда относятся из предыдущего перечня темы 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 17, 18, 19 и 25).

II. План среднеазиатских горных сооружений — его постоянство, единство или изменения и причины, характер этих изменений — различные направления складчатостей, виргации, перегибы (2, 3, 12, 18, 22).

III. История и проявление эпейрогений и связанных с ними процессов — сюнорогении моласс различных возрастов, четвертичные и современные движения, морфогенезис, история оледенений, гравианомалии и сейсмика (9, 14, 15, 16, 20, 21, 23, 24).

IV Возможность существования «плит», «жестких масс» внутри среднеазиатских горных сооружений, в частности и особенно вопрос о Серипдии (10 и 11).

К этим четырем основным темам относятся по существу все, накопленные за полвека материалы по строению Средней Азии, отнюдь однако еще не достаточные для их окончательного разрешения. Различные наведения и предположения отдельных авторов, наряду с нашими собственными, мы попытаемся сформулировать, предпослав этому однако еще некоторые соображения.

По теме I, после того как Д. Мушкетовым в 1922 г. окончательно было сформулировано и выдвинуто значение южного орогенического молодого комплекса «Памирид», с общим движением масс с юга на север, началась длительная дискуссия о северной границе этой северной ориентации, вергентности, проводившейся то по южному склону Алайского хребта, то по северному, то по северной окраине Ферганы и вплоть до Александровского хребта, т. е. уже северного Тянь-Шаня. Наиболее внимательно и критически отнесся к этому вопросу В. Николаев, правильно указавший, что нельзя стремиться обязательно подогнать все формы в одно направление, что не только могут, но и должны быть движения (четуй) разной ориентации, так как она зависит от разных причин. Помимо еще ранее установленного «правила Леукса», т. е. надвигания на депрессии их краев [1]), я полагаю, могут быть и другие обстоятельства, как например: 1) взаимное сталкивание и встречный наклон отдельных горстовидных глыб, 2) наличие препятствий и 3) обратное опроки-

[1]) Очень хорошо это видно на небольших внутригорных тектонических котловинах, подобных Наукатской, южнее Оша, в Алайском хребте.

дывание, подворачивание тектонических элементов. Последнее приобретает местами региональный, закономерный характер; так например в крайних юго-западных ветвях Таджикской впрягации, западнее меридианов Кобадиана — Сталинабада — Каратага, мы везде после резкого заворота складок из широтного простирания имеем обратное опрокидывание их и парадоксальное, на первый взгляд, общее надвигание на NW и W, т. е. навстречу движению Памирской системы внутри ее самой. Наконец даже в Заалайском хребте (в 1932 г.) констатировано надвигание чешуй на юг, объясняемое общей веерообразностью хребта. Таким образом не только отдельные дислокации, но даже целые зоны их, как бы нарушающие общую картину движения масс на север, по существу ее не нарушают и объясняются при внимательном рассмотрении одним и тем же процессом. Опрокидывание и наклон отдельных структурных элементов (складок, чешуй) происходит обычно по линии наименьшего сопротивления, и его нельзя смешивать с основным движением, смещением всего сооружения. [1]) Это основное смещение, по мнению В. Николаева и Ф. Коссмата, уже с каледонской орогении шло с юга на север. По мнению Ф. Коссмата, это движение с юга доказывается и расположением фаций верхнего мела. В варисцийской структуре, например Алайского хребта, мы не видим однако полной определенности: если, с одной стороны, много складок палеозоя как бы опрокинуто на юг, то значительное число их направлено на север, равно как и все надвиги; интересен в этом отношении крутой, надвигающийся северный фронт большого Алайского батолита (хорошо обнаженного в долинах Ат-арт — Ак-тюя — Карагай), свидетельствующий об южном давлении во время его контектонического образования.

Быть может настолько же неправильным окажется утверждение об общем движении с юга, как и первоначальная идея Э. Зюсса о создании всей Средней Азии двигавшимися с севера Алтаидами и их позднейшими наследниками и продолжателями. Сначала южное движение было недооценено; причина этого понятна, — настоящие геологические исследования начались и двигались с севера на юг, а на севере деформирующее влияние юга можно было найти и понять лишь после ознакомления с самим югом. Это ознакомление, как мы видели, произошло весьма еще недавно, так как, если наблюдения и идеи Д. Иванова о Памире полвека назад и были правильны, то понять эту правильность удалось лишь в 1917 г. (работы Гайдна, Д. Наливкина, синтезированные Д. Мушкетовым), а более уверенно — лишь в этом году. Теперь мы можем впасть в другую крайность — переоценить южное движение, признав активность лишь за Индией. Возможно, что активны и юг и север, или эта активность чередуется между ними? Этим вопросом я закончил свою статью в 1923 г., но и теперь, несмотря на большое пополнение новыми данными, не вижу возможности дать на него удовлетворительный ответ. Допущению монополии южного давления противоречит больше всего двоякая изогнутость среднеазиатских дуг, изменяющих ее на параллели Ферганы и Алая. Отдельные структуры может быть и прете пели «перестройку» южным давлением, которая выразилась собственно лишь в раскалывании чешуями, направленными в другую сторону, чем было направление движения варисцийских складок. Перестройка эта была произведена альпийской орогенией, но германотипно. Однако изменения общего горизонтального плана, основного изгиба складчатых комплексов очевидно не произошло, так же как под влиянием натиска формировавшихся Альп не изменился план европейских варисцид. Правда, в настоящее время раздаются немногочисленные голоса за полное уничтожение следов прежних орогений последующими, их полное «переваривание» и ассимиляцию, за невозможность сохранения остатков предыдущих орогенических структур, но я считаю такие утверждения противоречащими всему, что мы знаем по геотектонике, как бы они теоретически (или вернее гипотетически) и не казались хорошо обоснованными.

Следовательно возможны такие положения:

А. В течение старых орогений, до конца киммерийской, активность принадлежала северу, т. е. „Ангаре“, причем, чем дальше на юг, влияние ее воздействия ослабе-

[1]) Случаи обратного движения, встречного надвигания на юг, наблюдаются и в Европе; при общем надвигании например Альп на север мы имеем надвигание на юг вдоль южного края Богемской массы, в швейцарской Юре, в профиле Вейссенштейна и т. п.

вало, но лишь до той широты, на которой оно встретило сопротивление Гондваны и притом прежде и сильнее всего на меридиане ее крайнего северного, джеламского выступа. Чем дальше от него была активная орогеническая зона, надвигавшаяся с севера (в каледонскую орогению), тем слабее была реакция Гондваны; чем ближе, тем сильнее. В варисцийскую орогению она уже была значительной, достигнув максимума в альпийскую. Дальше мыслимы два случая: 1) Гондвана сохраняла пассивность, и все наблюдаемые в Памиридах движения масс на север есть лишь в общем „обратное падение" их от ее упора. 2) Гондвана перешла в наступление в связи с предполагаемым (по гипотезе Вегенера) ее расползанием, в то время как север — Ангарская масса — окончательно стабилизировался, утратив собственную активность и инициативу, или и Гондвана и Ангара перешли каждая в свою противоположность, и этот переход произошел во всех структурах всей Средней Азии.

Памирская орогения сменилась современным как бы эпейрогеническим периодом, лишенным определенной ориентации, что вытекает из сущности этих движений и было правильно отмечено В. Николаевым для послетретических дислокаций Средней Азии.

В. Во все орогении активность принадлежала обеим сторонам — Ангаре и Гондване, причем однако последняя в конце преодолела первую и с альпийского времени стала доминировать. Соответственно изменяются и выводы.

В обоих положениях мы можем говорить или вместе с Д. Мушкетовым (прежние работы) и Ф. Коссматом [1]), что альпийские складки примкнули к древним и в них постепенно заглохли, или же, наоборот, скорее о все большем проникновении южного молодого влияния на север и оживлении им старых структур. Это два принципиально также различных взгляда, имеющих и большое практическое значение (сейсмичность, металлогения, термо- и газоносность). Эти же рассуждения неизбежно сопрягаются и с определением зон, районов проявления собственно альпийских движений, т. е. альпинотипных, и границы между ними и германотипными того же возраста.

Иначе говоря, имеем ли мы в пределах нашей Средней Азии сооружения, вышедшие из альпийской геосинклинали, часть Тетиса, подлинные „Альпы", или имеем лишь их северное обрамление? Даже сейчас еще трудно ответить на это. Я полагал, что Памир относится к Тетису, но многие (В. Ренгартен и др.) в этом сомневаются. Поводами не видеть здесь „Альп" являются три основных признака:

1) отсутствие интенсивной складчатости с большими горизонтальными перемещениями и значительным сближением фаций;

2) отсутствие интенсивного метаморфизма, обусловленного последней орогенией, и

3) отсутствие связанных с нею же значительных интрузий. Правда, нахождение молодых (меловых?) гранитов на Памире как будто уже говорит за другое, тем более что возраст интрузий Алайского и Ферганского хребтов тоже не вполне ясен.

По совокупности этих признаков мы должны повидимому подавляющую массу среднеазиатских горных сооружений отнести к типу паральпийских (Paralpin) в терминологии Ф. Коссмата, или яксартских (Стилле), или альпийского типа поступных (Э. Зюсса). Но, независимо от этого и решения вопроса о принадлежности Памира к Тетису, к „Альпам", остаются в силе два положения: 1) никакой определенной северной границы этих среднеазиатских Альп не существует, нет границы между Памиром и Алаем, или, так как последний есть южный Тянь-Шань, то и между Памиром и Тянь-Шанем [2]), и 2) все, хотя бы и германотипные чешуи и разрывы являются результатом скалывания, тангенциальных движений. Помимо общетектонических соображений, и данные по истории вулканизма Тянь-Шаня противоречат допущению исключительно вертикальных, молодых движений; эти радиальные движения, по своей природе глубокие расколы, должны были бы обусловить и молодые вулканические излияния на поверхность, чего мы однако нигде в Тянь-Шане не знаем. Разрывы же тангенциального происхождения, выполаживающиеся

[1]) Труды Сейсм. конференции. 1931 г.

[2]) В 1916 г. это доказал Д. Мушкетов, изобразив и на своей тектонической схеме, в 1932 г. окончательно А. Марковский. Весьма существенно также и установление В. Поповым варисцийской складчатости на Сев. Памире и П. Чихачевым в хребте Петра I.

на глубине, по существу своему много мельче. Вместе с тем такое альпинотипное проявление Памирской орогении даже в южных цепях (как Заалайская) и даже в мощных, рыхлых, слагающих их толщах может еще объясняться просто общей чрезвычайной сдавленностью всех элементов на Памирских долготах. Там, где было просторнее, происходили и горизонтальные перемещения большой амплитуды, как например открытый Е. Ивановым в 1932 г. шарриаж в Кара-тау, т. е. уже в северных дугах, происходивший в мезозое, в направлении с SW на NE. Этот факт, нуждающийся конечно еще в исследовании, может весьма изменить воззрения последнего времени. Другой, в сущности еще грандиознее — это ненормальное надвигание всего южного Тянь-Шаня (вместе с Памиро-Алаем) на северный по тектоническому контакту громадного протяжения (500 *км*), от Каратау через верховья Пскема, Чаткала, горы Узун-ахмата на Джумгол и быть может далее вплоть до района Хан-Тенгри. Важное значение этого контакта (часть которого была названа В. Николаевым „большим Таласским сбросом") все более выясняется (в 1913 г. Д. Мушкетовым на Мончаке, в 1928 г. В. Николаевым на Таласе, в 1930 г. Швецовым на Джумголе, в 1930—32 гг. Е. Ивановым в Пскемско-Угамско-Чаткальских верховьях, С. Машковцевым по Ангрену). В среднем Тянь-Шане такое же отсутствие переходных разрезов палеозоя отмечено еще Кейделем. Здесь граница северных и средних дуг Туркестана — не географическая, а структурная. По обе стороны этой линии различные фации и разрезы палеозоя, и величина тектонического сближения, происшедшего здесь в меридиональном направлении, весьма велика. Это сближение, надвигание всего южного Тянь-Шаня (вместо с Памиро-Алаем) на северный, которое можно назвать Сусамырским, с моей точки зрения находится в тектонической связи с ферганской сигмоидой, большими алайскими и заалайскими надвигами, общей изогнутостью памирских дуг к северу и синтаксисом Джелама. Все это происходит между меридианами 72° и 76° в. д. от Гринича. Наконец я считаю возможным поставить в связь с генезисом этого структурного комплекса и еще одно явление, которое кроме того, наряду с алайскими надвигами, может усилить доводы в пользу активного южного давления. Это — поперечные памирские дислокации. В центральной части Памира (пер. Марджанай и др.) наблюдаются поперечные, т. е. близкие к меридиональным разрывы (жилы), сдвиги и т. п.; в северных периферических памирских цепях они соответственно расходятся радиально (т. е в горизонтальном плане, к центру памирских дуг). Их расположение можно уподобить краевому растрескиванию лапы надвигающегося ледника; механически происхождение обоих явлений до известной степени может быть аналогично. Наконец еще одно небезынтересное наблюдение, могущее иметь отношение ко всему только что сказанному: ветви варисцийской виргации, Ташкентской, кулиссообразно отрезаются поперечными к ним третичными дислокациями.

Все только что сказанное приводит нас уже логически ко второй основной теме, т. е. к горизонтальному плану среднеазиатских горных сооружений. В нем прежде всего до сих пор, по недостатку данных и специальных исследований, несомненно не расчленяются границы фациальные и тектонические. Они далеко не всегда совпадают и даже нередко пересекаются, как например в Закавказье. Возможность этого намечается и в Алайской системе, но, повторяю, высказаться определенно в этом отношении еще нельзя.

Старый вопрос о пересечении простираний складок разного орогенического возраста — варисцийской, „алайской", преимущественно широтной, и альпийской, северо-западной („ферганской") [1]),—имеет две стороны:

1) в отношении происхождения, заложения новых структурных элементов к предыдущим, ранее существовавшим, и

2) последующее их совместное развитие, механические деформации старых структур под влиянием движения новых, обратно—зависимость движения и формирования новых от старых. Эти внутренние связи планов структур различного возраста весьма сложны и лишь с трудом поддаются расшифровке даже в гораздо

[1]) У разных авторов различные терминологии. Преимущественно этим вопросом занимались И. Мушкетов, В. Вебер, Д. Мушкетов и Е. Иванов.

более исследованных областях, чем Средняя Азия, и то в значительной мере при содействии геофизических методов. Первая сторона дела, генетическая, заключает в себе вопросы расположения геосинклинали и развития из нее орогена, а также хода образования окраинных, фронтальных впадин. Если исходить из идей Коссмата, то эти впадины образовывались не там, где кончалось влияние альпийской складчатости, а там, где создавались достаточные условия для задавливания, подмятия прилегавшей зоны нагромождавшимися массами (альпийскими или преальпийскими, безразлично). Путем такого процесса, в зависимости от характера окаймлявших молодой ороген Азии с севера зон, возникла прерывная, кулиссообразная полоса фронтальных впадин, в противоположность непрерывной их европейской полосе и южному фронту азиатской, т. е. ирано-гималайскому. Ирано-гималайская сплошная зона фронтальных впадин отделяет складки Тетиса от дисгармоничной им древней структуры Индо-Африки (Гондваны), так же как дисгармоничен с Альпами их северный форлянд; в Туркестане же они гармоничны, т. е. переходят один в другой, сливаются вследствие сохранения единства общего плана развития. Но в деталях его могут быть и имеются несовпадения общего смещения зоны складкообразования, смещения в направлении с севера на юг, как я полагаю. Эти несовпадения особенно значительны в местах перегибов, виргаций и т. п. Здесь мы подходим к намеченной выше второй стороне вопроса. Результаты смещения плана лучше всего поясняются удачным примером [1]) (Коссмата) о сдвинутой с чертежа кальке. Совершенно ясно, что в целом ряде мест после такого смещения сохранится параллельность линий (в нашем же случае — тектонических направлений), но в другом ряде мест произойдет обязательное пересечение их. Если же мы теперь представим себе, что по такому смещенному плану возобновятся движения, которые одновременно будут и создавать по нему новые тектонические формы и оживлять старые, первоначальные, то взаимоотношение старых и новых орогенических элементов легко объяснится. Важно именно то, что отдельные, самых различных простираний, участки старой складчатости (например варисцийской) омолаживаются, оживают одновременно с проявлением новой (альпийской), но по своему первичному плану. Вместе с тем они же, эти старые структуры, деформируются еще и заново альпийским движением по каким-то новым уже направлениям, преимущественно однако уже дизъюнктивно, расколами, тогда как в первой категории дислокаций могли быть и усиления прежних складок. Из этих соображений ясна уже сложность вопроса. Попытки разрешения подобных же взаимоотношений сейчас делаются в Восточных Альпах (австрийскими геологами Р. Швиннером, Корнелиусом и др.). Здесь в ряде мест альпийский план, в силу уже указанных причин, наложен почти поперек на варисцийский. Последний выявляется анализом распределения зон аномалий силы тяжести, магнетизма и распространением сейсмических волн, парадоксально (если учитывать только альпийский план) более скорым, поперек простираний свит.

Эти же, различными методами проявляемые, поперечные отражения нижнего, варисцийского этажа всего сооружения проявляются и в нарушениях верхнего альпийского: в нем наблюдаются поперечные смятия, переломы, сигмоиды, сами по себе необъяснимые. Иногда эти поперечные элементы закладывались вероятно еще в самой геосинклинали, определяя ее бассейны отложения (по Р. Швиннеру). Значительные нарушения в нормальный тектонический план вносят и большие интрузии, батолиты, отклоняющие основные простирания варисцийских складок в любых направлениях; концентрическими пучками окружают они интрузии, доказывая этим и одновременность и тесную связь варисцийской орогении и вулканизма. Наиболее отчетливыми примерами являются большие интрузии южнее Чаткала (исследованные Махачеком, Д. Мушкетовым и В. Огневым) и в Алайском хребте, в верховьях рр. Турук, Кичик-Алай, Ак-тюя, Аг-арт, Гез-арт (Д. Мушкетов). Везде там, где вся конструкция развивалась свободнее, просторнее и где молодые ее части располагались рядом, параллельно припаиваясь к старым (как в ряде мест Азии), осложнений этих не возникает, все проще. Мы имеем в пределах Средней Азии ряд мест как параллельного расположения варисцийских и альпийских структур, так и различного их взаим-

[1]) Идею эту для удобства можно называть „правилом Коссмата“.

ного пересечения. Последние особенно отчетливы в Восточной Фергане, в области ее сложной, но по существу закономерной брахитектоники, как мелкой, так и крупной, слагающей „ферганскую сигмоиду“ [1]). В дальнейшее развитие взглядов автора на ее происхождение и в связи с уже изложенными данными о вероятии большой „Сусамырской“ линии ненормального контакта, у него возникает теперь новое предположение, или скорее лишь новая формулировка прежних взглядов. Если Кара-тау и Александровский хребет — действительно западные продолжения Терскей-Алатау, то ферганская сигмоида может быть его южною ветвью, отщепляющейся в районе Джумгола и подмятой подобно тому, как южная часть Бетской Кордильеры в Испании, завернувшись на 80°, переходит Гибралтар, а затем, еще завернувшись на столько же, слагает цепи Рифа в С. Африке. Структура ферганской сигмоиды, исходя из развитых нами здесь взглядов, может представлять еще больший интерес для детального исследования, и на сделанную им трактовку автор просит смотреть лишь как на весьма грубо приближенный эскиз. Так как отдельные звенья сигмоиды выступают сейчас в виде палеозойских свидетелей из-под толщи неогеновых конгломератов, заполняющих Фергану, то ей в целом очевидно следует приписать варисцийское (а вернее и более древнее) морское и орогеническое образования. Иначе говоря, это не „древняя жесткая масса“, „плита“ и т. п., а внутри — складчатая впадина, депрессия среди виргаций, анологичная третичным бассейнам („Паркс“ в Скалистых горах) в С. Америке, задавленная, вмятая в глубь часть складчатого комплекса. За это говорят и крайне высокие (до — 190 [2]) у Андижана) отрицательные аномалии силы тяжести, иначе непонятные, тем более что даже в окружающих ее севернее горных массивах эти аномалии меньше, а далее на север в Казакстане исчезают и заменяются положительными значениями. Именно там на севере, где проходит граница аномалий отрицательных и положительных, или нулевая изогамма, можно видеть и северную границу всего мощного „Памирского поднятия“, именно поднятия, а не орогении, так как влияние последней несомненно распространяется гораздо дальше, различно отражаясь в старых структурах, как мы видим по сейсмичности северных частей Средней Азии.

Мы вошли уже в круг вопросов третьей из наших основных тем: истории и проявления эпейрогении. Все данные изучения морфогенезиса, оледенений и геофизические доказывают, что Тянь-Шанско-Памирская система в целом (и Куэнь-Лунь) испытала после завершения верхнетретичной орогении грандиозное поднятие, начавшееся в миоцене и особенно усилившееся в плиоцене. В вышедшей после написания этих строк заметке „Зона центральных поднятий средиземноморского орогена“ Д. Наливкин [3]) обращает особое внимание на зону поднятий, начавшихся в верхнем миоцене и отделивших сарматские северные опресненные моря от Южного океана. Он проводит эту зону через Куэнь-Лунь, Алайский и Заалайский хребет и хребты южного Таджикистана и северного Афганистана. Отдельные части системы конечно испытывали при этом различные диференциальные движения, амплитуда и скорость не были везде однородными. Зная величины депрессии снеговой линии, можно было бы подсчитать величины последних подвижек. Последние движения для Памира могли быть уже отрицательными, вызвав сильное исчезновение оледенения, а с другой стороны—выжимание подкоровых масс под Кашгарию. С другой стороны, опускание Алайского хребта может компенсироваться поднятием Ферганы: судя по сильному врезанию в дно ее речной сети, оно повидимому действительно происходит.

Из только что сказанного вытекает и четвертая наша тема — структурная природа Кашгарии, или, применяя термии Аргана, „Серипдии“ Стилле склонен видеть в ней жесткую плиту, которая вместе с Ферганой образует жесткую „фенно-синийскую перемычку“, соединяющую Фенно-Сарматскую и Северно-Китайскую плиты, разделяя Урал-Амурскую складчатую систему от Рено-Гондванид.

Из варисцийского строения Ферганы (не говоря уже про ничтожную ширину ее) и несомненной связи Тянь-Шаня с Алаем посредством ферганской сигмоиды уже

[1]) См. работы Д. Мушкетова и его тектоническую карту Вост. Ферганы — Труды Г. К., в. 169, 1928.

[2]) В редукции Фая.

[3]) Известия ВГРО, LI, 1932, в. 82.

видна несостоятельность этой идеи. Кроме того „жесткие массы" прежде всего должны бы сказываться своим отклоняющим влиянием на последующее складкообразование, чего мы здесь совершенно не видим. Наоборот, вся конфигурация Ферганы обусловлена планом варисцийской и альпийской складчатостей, а на этом плане, в пределах восточной Ферганы, видно воздействие Памира и Пенджаба. Это воздействие объединяет все части данного сегмента Азии в один генетический комплекс. Сериндия вероятно такая же его часть, как и Фергана. Во всяком случае наличие внутри ее варисцийских и верхнетретичных складчатых структур почти несомненно (Грёбер, де-Терра). Правда, неясные еще намеки на наличие в ней положительных аномалий как бы противоречат этому. Вместе с тем возможно считать ее прямым продолжением Бей-Шаня, сложенного (по В. Обручеву) древними гнейсами. Иначе говоря, восточная часть этой древней глыбы быть может поднята и видна, а западная опущена, скрыта, будучи задавлена надвигающимися со всех сторон хребтами — Тянь-Шанем, Алаем, Памиром и Куэнь-Лунем. Это надвигание со всех сторон на Сериндию нам хорошо известно, но строение ее внутренних частей еще ждет своих исследователей.

Рассматривая различные, чисто-теоретические тектонические воззрения в приложении к нашей среднеазиатской конструкции, мне представляется небезынтересным попробовать применить идею Р. Чемберлена, названную им клиновой теорией (1928 г.), тем более что еще в 1915 г. в своей работе «Чиль-устун и Чиль-майрам» я[1]) подходил к подобной же концепции всего горообразовательного процесса Ферганы и Алая, не развив ее однако в стройную теорию. Анализируя взаимоотношения процессов орогенических и эпейрогенических и рассматривая первые как революционные перерывы, я писал, что «во время этих перерывов... содержимое ванн, менее плотное, чем рама, приспособляясь к своему новому, более тесному помещению, выпячивается вверх, поднимаясь только относительно, но не абсолютно, при этом напячивании. могут возникнуть все мыслимые формы дислокаций, как складчатых, так и дизъюнктивных; скорее всего можно предполагать, что истинные складки образуются по краям ванны, отграничиваясь от плотной, неподнимающейся рамы периферическими сбросами, тогда как в середине смятия масса разобьется на отдельные полосы, которые в виде клиньев будут перемещаться радиально... Движения орогенические и эпейрогенические, пликативные и дизъюнктивные, безразлично положительные или отрицательные радиальные перемещения, — все это только видоизменения одного и того же эволюционного тектонического процесса, действующего постоянно, лишь с разной интенсивностью, по одному и тому же унаследованному первичному плану» (стр. 111).

На основе построения величины смятия Аппалачских гор и Колорадо в С. Америке, Р. Чемберлен пришел к выводу, что форма затронутой деформацией части земной коры на глубину есть клин, треугольная призма, вершина которой, обращенная вниз, располагается около середины складчатой зоны. Эта призма отчасти соответствует и «орогену» Кобера.

Подсчет глубины клина Аппалач был сделан лишь на основе геологических фактов залегания, безотносительно к какой-либо теории, но скоро выяснилось, что его форма соответствует принципам деформации (с разрывом) под влиянием горизонтального сжатия, и потому возникла попытка применения клиновой теории к другим горным системам, прежде всего к Скалистым горам С. Америки. Рядом лиц ожидания автора подтверждены в поле, т. е. везде вдоль западного края Скалистых гор найдены чешуи и кливаж с падением на Е, т. е. под горы (на восточном склоне обратное положение было давно известно). Далее идея была проверена экспериментально особым аппаратом (сжатия клиньев). Для каледонской системы Европы глубина клина была найдена не более 110 *км*. Клинья обычно несимметричные, т. е. то один, то другой край их имеет большие надвиги, или в центре следовательно происходит как бы вращение клина; при этом возникают, естественно, генетически связанные с общим процессом поперечные разрывы, а не чуждые дислокации другого направления. Чем круче краевые над-

[1]) Труды Геологического комитета, вып. 100. Работа была представлена и защищена как диссертация в Горном институте 17 мая 1915 г.

виги, тем слабее движение и уже соответственное крыло клина, полагает Чемберлен.

Важны детали тектоники по краям клиньев. При возобновлении или усилении сжатия уже выпертого раз клина, хотя и происходит интенсификация смятия и усложнение тектонических форм внутри клина, но одновременно его границы на поверхности могут расширяться, т. е. влияние его будет захватывать новые зоны, по существу ранее в клин не входившие, раскалывая так сказать форланды на параллельные же чешуи.

Большие плато вроде Тибета, Боливии или Мексики, сами почти не затронутые складчатостью, но окруженные складчатыми цепями, могут быть именно средними частями поверхности клина. Интенсивная фаза деформации (создающая смятие краев клина, т. е. складчатость—орогения) может сменяться ослабленной, но с более равномерным давлением на глубине, вызывающим поднятие клина в целом без изменения внутренней его структуры (т. е. эпейрогения), а изменения денудацией нагрузок может еще усилить эти вертикальные движения (изостатически). Исходя из взглядов Чемберлена (отца), складчатость, разломы и весь механизм клина — факторы верхней, менее активной зоны земли, тогда как активность заключена глубже и зависит от общего сокращения объема, как функции перераспределения материала в направлении все большего его уплотнения к внутренним зонам. Чемберлен определяет глубину заложения подобного клина Куэнь-Луня — Гималай в 450 *км* под Тибетом с выходом его плоскостей под 45°

Небезынтересно отметить, что глубина гипоцентров мировых сейсм (батисейс. по Ольдгому достигает также 450 *км*.

Не вдаваясь здесь в критику этой гипотезы, я полагаю однако, что как на ее основе, так и на основе идеи орогена Кобера и на концепции Аргана мы приходим к одному и тому же основному выводу в отношении Средней Азии. Ее горные сооружения, различные по времени и в пространстве, генетически представляют одну связанную закономерную систему с весьма глубоким заложением. Намечающиеся внутри ее границы отдельных частей (или «дуг») не имеют коренного значения. Так например более всего привлекающая к себе внимание Алайско-Гиссарская, северная граница Памирид не есть ни действительно граница распространения их влияния ни также бывшая южная граница варисцийского орогена.

Скорее всего это северная граница захвата варисцийской структуры Тетисом.

На Памире сходятся, скучиваются и в обе стороны от него расходятся, и притом в виде свободных виргаций, не только молодые складки, но и варисцийские — Алай, западный и восточный Тянь-Шань, Куэнь-Лунь и Кара-корум. Анализируя эту виргацию чисто-механически, мы можем отнести ее к тому типу, который образуется давлением (с севера) на упор; непосредственно по его фронту все цепи системы чрезвычайно сближены и выгнуты в сторону, откуда идет давление, а в обе стороны ветви расходятся свободными пучками. Большое варисцийское и альпийское смятие с такой точки зрения объясняется сильным сопротивлением выдвинутого далеко на север Пенджабского выступа Гондваны. Сопротивление это было всегда, во времена всех известных нам послеархейских орогений, но степень его непрерывно усиливалась по мере приближения к нему активной орогенической зоны (орогена или клина), последовательно смещавшейся с севера от Ангарской геосинклинали к Тетису.

Выводы

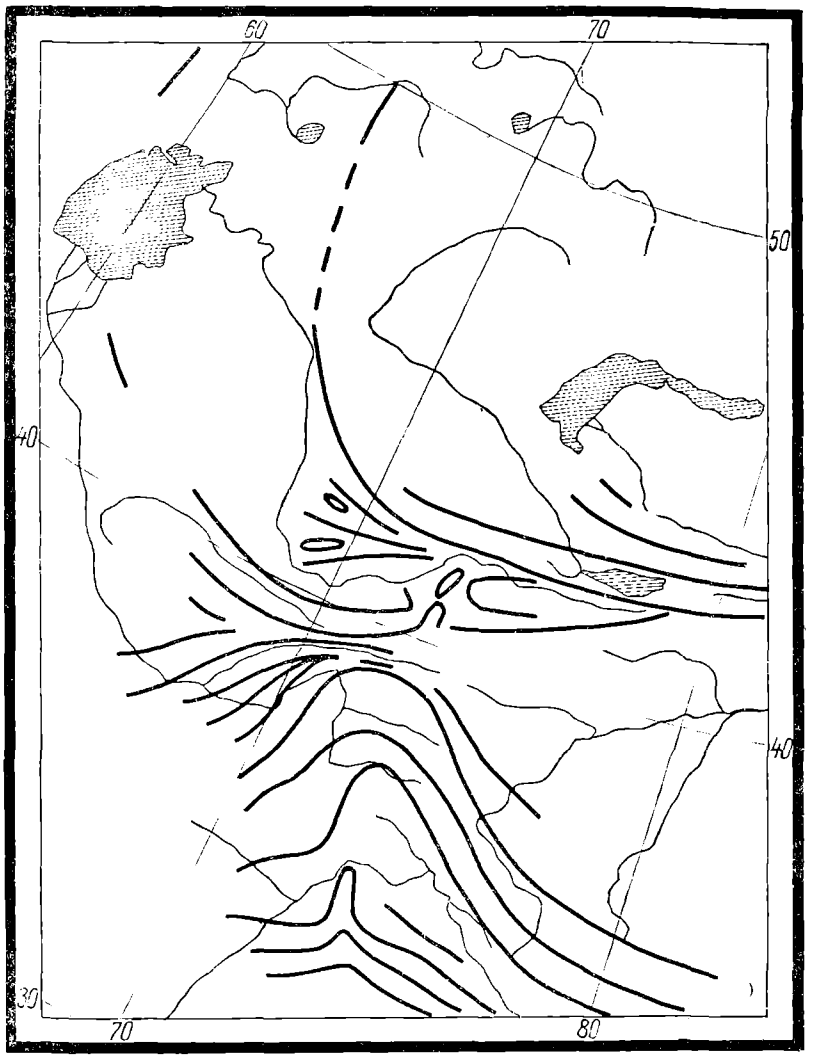
Мы кратко рассмотрели высказанные различными лицами идеи, соображения, сопоставления о строении Средней Азии, расположив их в некоторой логической последовательности. Разрешить подавляющее большинство этих вопросов мы все еще не можем, но всем сказанным намечаются главные пути и цели дальнейшей работы. Определим в заключение еще раз эти основные темы и наше их понимание.

1. Необходимо окончательное установление внутренних связей основных структурных элементов Средней Азии, сгруппировавшихся по времени и способу своего сооружения очевидно в две системы:

А. Тянь-Шань — Алай — Куэнь-Лунь,

Б. Гиндукуш — Памир — Кара-корум — Гималаи.

2. Обе эти системы — варисцийского происхождения, но с той разницей, что система А не заходила в Тетис, и в силу этого альпийские ее деформации иного типа, чем системы Б.



1. Тектоническая схема Средней Азии и Сев. Индии. Соотношение Ферганско-Памирского смятия с синтаксисом Пенджаба.

3. Движение масс в обеих системах по существу было однородным, с той лишь разницей, что при последовательном смещении геотектонической активной зоны с севера на юг области, представлявшие в предыдущую орогению южное ее крыло, в последующую оказывались уже в сфере действия северного крыла (или фронта). Иначе говоря, на бывший южный фронт варисцийских Тяньшанид вероятно наложился северный фронт альпийских Памирид. Этим переходом прежних структур в последующие, формально им противоположные, должна объясняться известная «перестройка» или германотипная деформация именно «средних дуг» Туркестана (рис. 1).

4. Исходя из смещения фаций, как осадочных, так и вулканических (требующего еще дальнейшего изучения), из прилегания южного фронта альпийской

складчатости непосредственно к краю Гондваны, из несиметричного расположения отрицательных гравианомалий, можно наметить указанное в п. 3 общее смещение, миграцию орогеосинклинали, а тем самым и порождавшихся ею в разные периоды горных сооружений, как происходивших с севера на юг.

5. Из этих же обстоятельств вытекает и пассивная роль упора Гондваны, наиболее ярко проявившаяся уже с каледонской орогении реакцией ее северного угла, «Джеламского клина» в Пенджабе; эта реакция вызвала и «синтаксис» Гималаев в Пенджабе, и «кульминацию Памира», и «ферганскую сигмоидальную перемычку» Тянь-Шаня с Алаем, и большую Сусамырскую зону ненормального контакта южных Тянь-Шанских цепей с северными (рис. 1).

6. Та же пенджабская реакция вызвала все кажущиеся ненормальности строения среднеазиатского сегмента, заключенного между 70° и 80° вост. долготы, обусловила не только поднятия смятых частей затронутого общим движением комплекса, но и опускания, депрессии в виде Ферганы, Алабуги, Иссык-Куля, Алайку и многих более мелких, а также быть может кашгарской. Эти депрессии по существу тектонически ничем не отличаются от поднятий, являясь лишь подмятыми, задавленными на глубину частями складчатых образований, но не так называемыми «жесткими плитами». Один и тот же тектонический процесс вызвал на поверхности различные геоморфологические формы, которые однако на протяжении эволюционного развития переходят одни в другие. Например «ферганский хребет» в данный период — не только определенный положительный морфологический Элемент, но и тектонический, после варисцийской орогении был однако внутригорной депрессией, подобно современной ферганской, в которой в течение всего нижнего мезозоя отлагались громадные толщи (мощностью не менее 2000 *м*) обломочного материала близкого происхождения; происходило ли отложение в мелком, сначала даже в солоноватом внутреннем бассейне или в чисто-континентальных условиях котловины, подобной современным Ферганской или Кашгарской — принципиально не важно. Еще ранее в самой середине современного Алайского хребта проходила фронтальная впадина, заполнившаяся пермской молассой с грубыми конгломератами, в дальнейшем подмятой движением на север, а затем и сильно поднятой. «Красная мульда Алайку» оставалась еще депрессией, последним южным окончанием ферганской (т. е. Ферганского хребта), вплоть до верхнего мела, после чего уже была поднята в целом, не испытав почти никакого смятия.

Таким же образом северо-западная фронтальная впадина Памира, воспринявшая громадные толщи его молассы — «Дарвазских конгломератов», перешла затем в большое поднятие. Переход всех этих элементов в свои противоположности чрезвычайно нагляден в среднеазиатском комплексе благодаря масштабу явлений, и в частности особенный интерес имеет именно параллельное изучение таких генетически тесно связанных между собой систем, как Ферганский хребет со впадинами Ферганской и Алабуги, кульминация Памира с миоплиоценовой впадиной Дарваза и современной Таримской (Кашгарской).

Помимо этих мы имеем целый ряд других, как вытянутых соответственно нормальному тектоническому плану, так и тех своеобразных «мульд», «куполов»-«пузырей», которые по существу весьма закономерно возникли на наиболее смятом вследствие пенджабской реакции сегменте.

7. Исходя из всего сказанного, я и позволяю себе говорить о «единстве плана» строения Средней Азии (рис. 2) в силу сохранения единства причины, обусловливавшей его развитие в течение известных нам геологических эпох. Кажущиеся противоречия в нем, т. е «различные направления движения», различные по времени и направлению складчатости, пересекающейся между собой, чисто-формальные и не нарушают этого единства плана, как бы это и ни казалось парадоксальным.

8. Хотя по существу и различные процессы — орогенические и эпейрогенические — связаны однако генетически, первопричинно. Чрезвычайно мощной среднеазиатской эпейрогении обязан своим происхождением ряд явлений: геоморфологическое развитие с взаимным переходом противоположных элементов друг в друга, дифференциальные движения, изогнутия и вращения глыб, сюнорогения моласс разных эпох (включая сюда и современное сморщивание в Ферганской и Таримской ваннах), грави-

аномалии и сейсмичность. Эта могучая эпейрогения также может находиться в связи с той же причиной — реакцией Пенджаба. Реакция эта с каледонского времени и поныне служит вероятно не возбудителем, а усилителем всех процессов геотектоге-

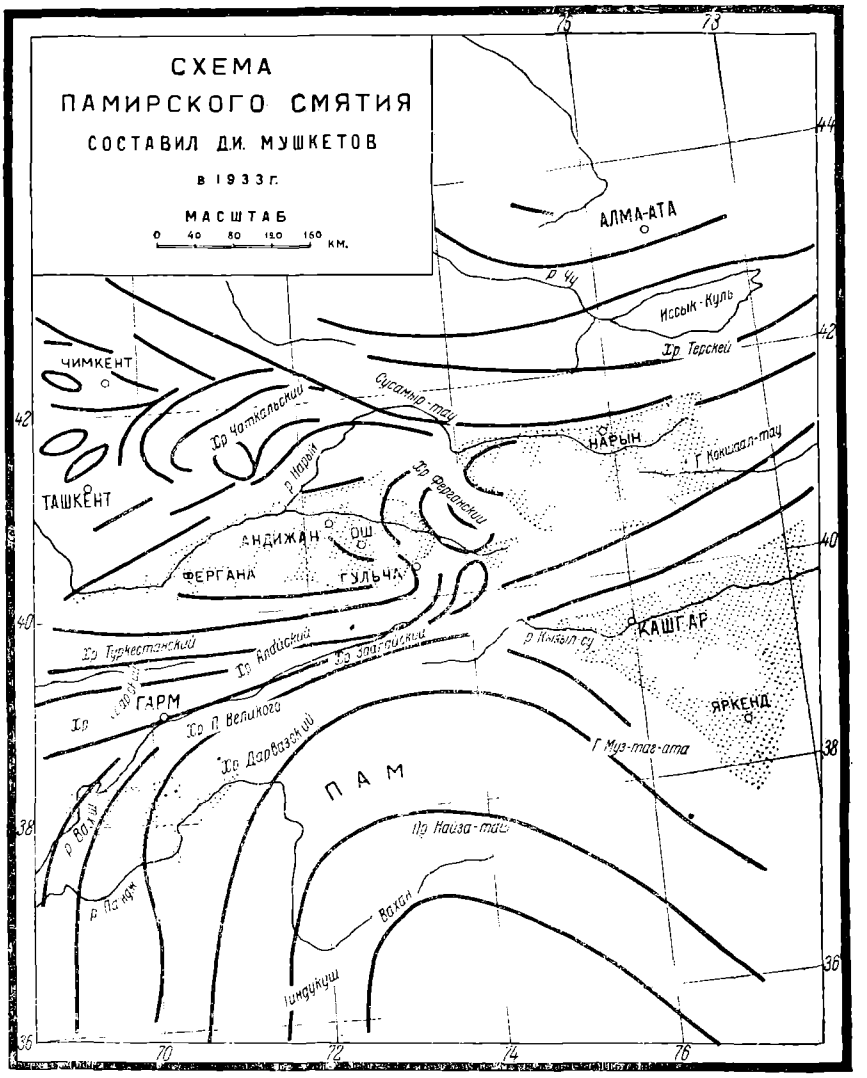


Рис. 2. Схема Фергано-Памирского смятия. Точками показаны третичные и современные депрессии.

неза данного сегмента Азии, однако в следующие эпохи сам Пенджаб, являющийся современной фронтальной впадиной Гималаев, может перейти в активное состояние, войдя в сферу тектогенеза.

Март 1933 г.

Горный Институт.

Литература

1. Argand. E. La Tectonique de l'Asie. Liège 1924.
2. Богданович К. *Геологические исследования в восточном Туркестане.* СПБ 1892.
3. Богданович К. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня. Труды Геол. ком., вып. 89.
4. Борисяк А. Тектоника Азии. Журн. «Природа», 1927, № 4 и 5.
5. Wadia D. The Geology of Poonch State and Adjacent Portions of the Punjab. Memoirs of the Geol. Survey of India, vol. LI, p. 2, 1928.
6. Wadia D. The Syntaxis of the NW Himalaya. Records of the Geol. Surve. of India, p. 2, 1931.
7. Wadia D. The Tertiary Geosyncline of NW Punjab... Journal of the Geol. Mining. Soc. of India, vol. IV № 3, 1932.
8. Вебер В. Описание десятиверстного ста жной Ферг лист 9—в, 19 ряд прежних работ, в нем цитированных.
9. Weller J. M. The Cenozoic history of the NW Punjab. Journal of Geology, XXXVI, № 4, 1928.
10. Wilser J. Der südrussisc Tafelrand in Vorder- und Mittelasien. N. Jahrb. B. I, Bd. 60, 1928.
11. Wilser J. Zur Geologie des europeischen und zentralasiatischen Südrussland. Forschungen und Fortschritte, IV, № 25, 1928.
12. Wong W. H. L'influence seismogénique de certaines structures géologique. Chine. Bull. Geol. Soc. of China, vol. II, № 3—4, 1923.
13. Wong W. H. Crustal movements and igneous activities in Eastern China since Mesozoic Time. Bull. Geol. Soc., IV № 1, 1927
14. Wong W. H. The Mesozo Orogenic Movement of Eastern China. Bull. Geol. China, VIII, № 1, 1929.
15. Hayden H. H. Notes on the Geology of Chitral Gilgit and Pamirs. Rec. Geol. S. India, XLV p. 4, 1915.
16. Gröber P. Vorläufiger Bericht über die tektonischen Ergebnisse einer Forschungsreise im südlichen Tian-Schan. Centralbl. M. G. P., 1910.
17. Gregory J. W The Structure of Asia. London, 1929.
18. Kaiser E. Der III russische Geologenkongress in Taschkent im September 1928. Centralblatt M. G. P., 1929, B. I.
19. Klebelsberg R. Beiträge zur Geologie Westturkestans. Innsbruck 1922.
20. Kober L. Der Bau der Erde. Berlin, 1928.
21. Kossmat F. Die eurasiatischen Kettengebirgsgürtel. Zeit. f. Geophysik, II, H. 2-3.
22. Kossmat F Tektonische und geophysikalische Phänomene in der Ferghanaregion, Zentralasien. Zeit. d. geol. Gesellschaft, B. 84, H. 2, 1923.
23. Kropotkin P. The orography of Asia. The Geogr. J XXIII.
24. Кудрявцев П. Геологическое строение южного склона Гиссарского хребта. ГНТ Нефтяное изд. 1932, Труды Нефт. ГРИ, вып. 23.
25. Leuchs K. Ergebnisse neuer geologischer Forschung im Tian-Schan. Geol. Rundschau, IV, H. I, 1913.
26. Leuchs K. Beiträge zur Geologie des Westlichen Kwenlun und Westtibets, nach Zugmayers Beobachtungen. Zeit. D. C. G. 65. 1913.
27. Leuchs K. Die Bedeutung der Ueberschiebungen in Zentralasien. Geol. Rundschau, V, H. 2, 1914.
28. Leuchs K. Die Südküste des Angaralandes zwischen 70 und 105° Ö. L. Centralbl. M. G. P. № 6, 1915.
29. Leuchs K. Zentralasien. Handbuch der regionalen Geologie, V, 7, 1916.
30. Leuchs K. Der asiatische Bau und seine Bedeutung für die Tektonik der Erde. Centralbl. M. G. P., 1925, № 5.
31. Leuchs K. Beiträge zur Entstehungsgeschichte von Asien. Centralbl. M. G. P., 1924, № 13.
32. Leuchs K. Die Bedeutung alter Massen für Lage und Struktur jüngerer Kettengebirge., Centralbl., 1929. № 1.
33. Leuchs K. Ordos und seine Randketten. Centralbl. 81, II. 9, 1929.
34. Lee J. S. Some Characteristic Structural Types in Eastern Asia and their Bearing upon the Problem of Continental Movements. Geol. Mag. LXVI, № X.
35. Machatschek F. Der westlichste Tienschan. Gotha 1912.
36. Machatschek. F. Landeskunde von Russisch. Turkestan. Stuttgart 1921.
37. Марковский А. Новые данные по стратиграфии и тектонике восточной части Зеравшано-Гиссарской горной системы. Изв. ГГРУ, 1931, вып. 50, ЦНИГРИ.
38. Машковцев С. Описание геологического маршрута в юго-западном Тянь-шане по линии Ангрен—Чаткал—Касак—оз. Кукала—Гудас-Майдантал.Геолком. Мат. по общей и прикл. геологии, вып. 117, 1930.
39. Мушкетов Д. Восточная Фергана. Изв. Геолком., т. XXX, 1912.
40. Мушкетов Д. Чиль-устун и Чиль-майрам. Труды Геол. ком., вып. 100, 1915.
41. Мушкетов Д. Поездка в Нарынский край и Кашгарию. Изв. Г. О. 1917.

42. Мушкетов Д. О связи Тянь-шаня с Памиро-Алаем. Матер. по общ. и прикл геол., вып. 10, 1919.
43. Mouchketow D. Sur la question du grand écrasement du Pamir. Livre jubilai de la Société Géologique de Belgique. Liège 1924.
44. Мушкетов Д. Основные вопросы тектоники Туркестана. Бюл. М. общ. прир. Отд. геологии. II, 3, 1924.
45. Мушкетов Д. Современные тектонические воззрения в связи геологией Средней Азии. Изв. Геол. ком., XLV, № 1. 1926.
46. Мушкетов Д. О надвигах в Заалайском и Алайском хребтах. Геолог. стник, 927.
47. Мушкетов Д. Северные предгорья Туркестанского хребта. Путевод. экскурсий III Всесоюзн. геол. съезда. 1928.
48. Mouchketow D. Algunas conclusiones sobre la tectonica del Turquestan. Madrid 1929.
49. Мушкетов Д. Основные и в тектонике Средней Азии. Труды III Всесоюз. геол. съезда. Ташкент 1930.
50. Мушкетов Д. и Никифоров П. Гравиметрическая и сейсмическая экспедиция в Среднюю Азию. Труды Сейсм. института, № 1, 1929.
51. Mouchketow D. Les données nouvelles sur la Géologie de l'Asie Centrale. Bul. Soc. géol. de France, 1931, p. 131
52. Мушкетов Д. Из итогов I Международной сессии научного совета Сейсмологического института, Труды СИ, № 17, 1932.
53. Мушкетов Д. К тектонике Африки. Изв. ВГРО, LI, вып. 71, 1932.
54. Мушкетов Д. Опыт сейсмического районирования СССР Труды СИ. 1933.
55. Мушкетов И. Туркестан, т. I (издание второе), 1915.
56. Наливкин Д. Предварительный отчет о поездке летом 1915 г. Горную Бухару и на западный Памир. Изв. РГО, 1916.
57. Наливкин Д. Очерк геологии Туркестана. 1926.
58. Наливкин Д. Тектонические циклы западной ангарской инкланали. Труды III Всесоюзн. геол. съезда, 1930.
59. Наливкин Д. Обзор геологии Памира и Бадахшана. Труды ВГРО, вып. 182, 1932.
60. Наливкин Д. Зона центральных поднятий средиземноморского орогена. Изв. ВГРО, т. LI, вып. 82, 1932.
61. Николаев В. Вулканизм в геологической истории Тянь-Шаня. ды III Всес. геолог. съезда, 1930.
62. Николаев В. К стратиграфии и тектонике северных цепей Тянь-Шаня, там же, 1930. После сверстки данной статьи вышли заметки В. Николаева «О важнейшей структурной линии Тянь-Шаня. Зап. Всес. минер. общ., LXII, № 2, имеющие большое значение для нашего анализа.
63. Николаев В. К вопросу о характере альпийских движений в северных дугах Тянь-Шаня, Геол. вестник, VI, № 4—6, 1929.
64. Обручев В. Изменение взглядов на рельеф и строение Центральной Азии от А. Ф Гумбольдта до Эд. Зюсса. Москва 1915.
65. Попов В. Перспективы золотых месторождений Ср. Азии «За недра Ср. Азии», 1932, № 1.
66. Прокопенко П. Термальные источники Среднего и Восточного Тянь-Шаня. АН СССР, 1931.
67. Prinz G. Ergebnisse der Forschungsreisen durch Inner-Asien. Pécs. 1928.
68. Скворцов Ю. К методике изучения четвертичных отложений в связи с геоморфологическим анализом Средней Азии. Вестник Союзгеоразведки, № 9—10, 1932.
69. Stille H. Ueber europeisch-zentralasiatische Gebirgszusammenhänge. Nachr. Ges. Wiss. Gött. 1928.
70. Stille H. Tektonische Formen in Mitteleuropa und Mittelasien. Zeitschr. d. geol. 81, II. 1—2, 1929.
71. Stille H. Bemerkungen zu G. Schönmann «Ueber den Mongolischamurischen Faltungsgürtel». Centralbl., 1929 № 8.
72. de Terra H. Geologische Forschungen im Westlichen Kuen-Lun und Karakorum—Himalaya. Berlin 1932.
73. Труды III Всесоюзного съезда геологов 1928 года. Ташкент 1930. (Два выпуска, помимо уже цитированных, содержат много других важных работ).
74. Федорович Б. Послетретичные тектонические процессы в северных предгорьях Тянь-шаня. АН СССР, 1932.
75. Chamberlin R. The Wedge Theory of diastrophism. The Journ. of Geology, XXXIII, № 8, 1925.
76. Чихачев П. Предварительный отчет о работах 1929 г. в Сталинабадском районе (Таджикистан) Изв. ГГРУ, L, вып. 35, 1931.

Zusammenfassung

Auf Grund kritischer Bearbeitung des gesamten Materials, welches sich in 60 Jahren, und insbesondere in den letzten 10 Jahren über die Geologie von Zentral-Asien in riesigen Massen angesammelt hat, kommt der Verfasser zu einigen Grundschlüssen, welche sich seinen früheren Ideen last in jeder Beziehung sich unterscheiden. Der Hauptgedankengang ist folgender.

1. Alle Strukturelemente von Zentral-Asien werden in zwei Gruppen geteilt: 1) Tian-schan Alay Kuenlun und 2) Hindukusch — Pamir—Karakorum—Himalaya.

2. Beide Gruppen sind varistischer Herkunft, mit dem Unterschied, dass die erste nicht im Bereiche der Tetys gewesen ist, und deswegen alpidisch anders als die zweite deformiert wurde.

3. Die Massenbewegungen waren in beiden Gruppen eigentlich gleich mit dem Unterschiede, dass bei der allmählihen Faltenwanderung von Nord nach Süd der frühere varistische Südflügel des Orogens sich nachher als Nordflügel der alpidischen Pamiriden gestaltete, wobei und weshalb er eine gewisse «germanotype» Umarbeitung erlitt. Dieselbe ist gerade für die «Mittelbögen» von Zentral-Asien charakteristisch.

4. Die Wanderung der aktiven Orogenzone von N nach S wird auch durch die Geschichte des Vulkanismus und des Verlaufes der Gravyanomalien bestätigt.

5. Aus allen diesen, hauptsächlich aus strukturellen Tatsachen, auch auf indischem Gebiete, erzieht man seit kaledonischer Zeit, die wichtige Rolle des passiven Widerstandes, des nördlichsten Gondwanavorsprunges in Pendjab, bei Jehlam, welcher auch den «Hymalayasyntaxis» hervorgerufen hat.

6. Dieser Faktor bedingt alle Abnormitäten der zentralasiatischen Struktur zwischen den Meridianen 70 und 80°, — die kolossale Pamirkulmination, die Depressionen von Ferghana, Alabuga und vielleicht Kaschgarien, den sygmoidalen brachytektonischen Wulst der Ferghanakette, welcher den Tian-schan mit dem Alay-Pamir verbindet, u. a. m. An diesem Widerstand prallten die zentralasiatischen Faltenwellen immer ab und deformiertensich je näher desto stärker.

7. Von diesem Standpunkte aus beweist der Verfasser verschiedenartig die lange Beständigkei, oder «Konsequenz» des Bauplanes von Zentral-Asien, welche von ihm schon seit 25 Jahren als Grundprinzip deklariert wurde.