

А К А Д Е М И Я Н А У К С О Ю З А С С Р

А. Н. Чураков

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 52. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 16). 1941

А. Н. ЧУРАКОВ

ПРОТЕРОЗОЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

А. Н. ЧУРАКОВ

ПРОТЕРОЗОЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО
САЯНА

ВВЕДЕНИЕ

Если в дореволюционное время докембрийские отложения Сибири были известны лишь как первоисточник золота, обогативший четвертичные речные отложения, то за советский период в ее докембрийских отложениях обнаружены месторождения многих полезных ископаемых. Теперь мы знаем в них месторождения железа, графита, доломита, асбеста, магнезита, слюды, золота, платины, хрома, никеля, алмазов и высокоогнеупорного сырья, не говоря уже об изобилии различных строительных материалов. Поэтому вполне естественно считать, что выяснение истории развития докембрия и в частности протерозоя является одной из первоочередных задач в деле изучения геологии Советской Азии.

Между тем изучение известных и дальнейшие поиски новых месторождений полезных ископаемых в докембрии Сибири и Дальнего Востока не стоят еще на должной высоте. Одна из главных причин такого нездорового явления заключается в том, что мы слишком мало обращаем внимания на изучение стратиграфии и литологии протерозоя, а также тектоники и вулканизма конца протерозойской эры.

Достаточно сказать, что до сих пор еще не угасли многолетние и страстные споры о том, следует ли в Сибири относить к протерозою древние осадочные отложения Горного Алтая, юга Красноярского края и Прибайкалья, или эти отложения следует считать нижним палеозоем (Обручев, 1937; Предтеченский, 1937; Тетяев, 1937; Чураков, 1939₂). Разрешение этих теоретических вопросов важно не только для правильного и быстрого решения практических задач в Сибири; оно необходимо и потому, что докембрийские отложения — не в пример осадкам палеозоя, мезозоя и кайнозоя — лишены таких достаточно надежных органических остатков, которые давали бы нам возможность сопоставлять стратиграфические схемы докембрийских образований различных частей земного шара. Поэтому совершенно необходимо приступить к разработке новых способов стратиграфического сопоставления палеонтологически безмолвных свит. Во главу угла этой работы по изучению осадочных формаций надо положить такие их литологические особенности, которые были обусловлены палеоклиматическими причинами и особыми геохимическими процессами, происходившими в докембрийских морях. В частности для Сибири уже ясно намечаются три таких литологических особенности. Это — морские следы протерозойского оледенения, образование мощных толщ осадочного кремнезема и осаждение гидратов окиси железа. Два последних процесса безусловно генетически связаны друг с другом; первый же процесс повидимому также с ними кровно связан, но эта связь пока не столь отчетлива.

Вопрос о необходимости углубления и объединения работ по изуче-

нию древних образований Земли настолько назрел, что на XVII сессии Международного геологического конгресса, происходившей в СССР летом 1937 г., была создана Международная комиссия по сопоставлению протерозойских отложений земного шара. На ближайшие годы эта комиссия наметила следующие три задачи:

1. Изучение протерозойских водорослей с целью установления таких форм, которые могли бы иметь стратиграфическое значение.

2. Изучение абсолютного возраста магматических пород протерозоя радиевым и гелиевым способами.

3. Дальнейшее изучение следов протерозойского оледенения, а также тектоники и вулканизма конца протерозойской эры.

Очевидно, что в этой общей работе мы должны исходить из тех задач, которые выдвинуты Международной комиссией по сопоставлению протерозойских отложений; но кроме того нам необходимо присоединить к ним и те новые задачи по изучению условий накопления железа и кремния, которыми так богат протерозой Советской Азии — от Казахстана почти до Тихого океана (Чураков, 1941, карта).

В настоящей работе я ставлю своей целью осветить историю развития протерозойских отложений северо-западной части Восточного Саяна в свете третьей задачи, установленной Международной комиссией. Кроме того, я имею в виду показать, какой ценный материал мы имеем в этой части Средней Сибири для углубленного изучения условий накопления протерозойских осадочных образований, богатых кремнием и железом. Этот участок я выбрал и потому, что по поводу истории его развития вновь возникли крупные теоретические разногласия между различными исследователями, в виду чего нам необходимо их вскрыть и устранить, чтобы затем успешно продвигаться вперед. Но, прежде чем перейти к анализу этих противоречий, необходимо рассмотреть те разногласия, которые существуют вообще во взглядах исследователей на стратиграфию и тектонику протерозойских отложений всего юга Средней Сибири.

СОВРЕМЕННЫЕ РАЗНОГЛАСИЯ ВО ВЗГЛЯДАХ НА СТРОЕНИЕ ПРОТЕРОЗОЯ И КЕМБРИЯ НА ЮГЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Для той части Средней Сибири, которая охватывает Кузнецкий Ала-тау, северную половину Западного Саяна, западный склон Восточного Саяна и отходящий от него к западу хр. Арга, мной в течение ряда лет разрабатывалась история развития этих горных сооружений. Начатая в 1914 г., эта работа была закончена к 1932 г., а в 1935 г. я дал графическое изображение моих выводов (Чураков, 1916, 1927, 1932, 1935). Кроме того в 1933 г. я сделал первую попытку связать юг Средней Сибири с Енисейским краем (Чураков, 1933, 2).

Как известно, созданная мной схема стратиграфии и тектоники протерозойских и кембрийских отложений этих горных хребтов, за исключением Енисейского края, вызвала весьма страстные споры, последние отголоски которых не затихли и до сих пор (Предтеченский, 1937; Чураков, 1939, 2; Эдельштейн, 1938).

Сущность этих разногласий можно представить в виде таблицы, приведенной на стр. 3.

Короче говоря, различие во взглядах заключается в различном распределении порядка напластования осадочных свит, в признании или отрицании перерыва и как неизбежное следствие, в различии определения возраста свит.

Вместе с тем, параллельно с этими спорами возникло и другое течение, которое поставило себе задачей проверить правильность моих выводов. Это течение зародилось в Западно-Сибирском геологическом тресте и было вызвано практической необходимостью, так как стало

Стратиграфия протерозоя и кембрия в Кузнецком Алатау

А. Н. Чураков		Я. С. Эдельштейн и А. Г. Вологдин ¹	
3) Известняки с археоциатами, трилобитами и плеченогими	Средний кембрий	2) Глинистые сланцы, туффиты, известняки, граувакки; кутень-булукская свита А. Н. Чуракова	Нижний и средний кембрий
Большой перерыв		Отсутствие перерыва	
2) Кутень-булукская свита: глинистые сланцы, граувакки, известняки, силицилиты 1) Енисейская свита: известняки с силицилитами	Средний протерозой	3) Известняки с археоциатами, трилобитами и плеченогими 1) Известняки с силицилитами; енисейская свита А. Н. Чуракова	Нижний и средний кембрий

очевидно, что без разрешения возникших спорных вопросов нельзя продолжать геологическую съемку соседних площадей. Исследования, имевшие в виду решение этих вопросов, были начаты трестом в 1930 г.; они продолжаются и поныне, захватив обширную площадь. Из них наиболее существенными являются работы, которые под руководством К. В. Радугина были выполнены в 1934 и 1935 гг. в Горной Шории, т. е. в юго-западной части Кузнецкого Алатау; кроме того исключительно важное значение имеют исследования, исполненные И. К. Баженовым и М. П. Нагорским в северо-западной части Восточного Саяна около г. Красноярск.

Основные итоги всех этих новых работ многократно излагались М. А. Усовым, который с 1933 по 1937 г. включительно печатал ежегодно сводные статьи и обобщающие работы, ярко отразившие последовательные ступени развития исследовательской мысли. Эти сводки очень интересны, и я дам их краткое изложение, — тем более, что до сих пор подобное сопоставление не было сделано.

Так, в 1933 г. М. А. Усов признал, что в Кузнецком Алатау и в Салаире протерозой действительно существует, будучи отделен от кембрия небольшим перерывом. Однако он решительно отказался признать тот сложный цикл тектонического развития, который, согласно моим выводам, пережили протерозойские толщи после отложения самой молодой, т. е. кутень-булукской, свиты, но до начала нижнекембрийской эпохи.

Как известно, я представлял себе этот цикл в виде двух периодов складчатости и одного периода дизъюнктивных дислокаций, после которых произошли излияния базальтов, размытых также еще до начала кембрия. Самое сильное возражение, которое привел тогда М. А. Усов против моих представлений, заключалось в том, что установленные мною три периода тектогенеза не сопровождались проявлениями глубинного вулканизма. Он пишет: «В истории земной коры мы не знаем б. или м. значительного диастрофизма даже одной фазы, который не сопровождался бы интрузией» (1933,з).

Однако необходимо подчеркнуть, что с таким утверждением едва ли можно было согласиться даже в то время, так как еще в 1924 г. Э. Ар-

¹ В этом столбце сохранена нумерация первого столбца. Руб. № 1933, 2

боток силицилитов, которые были предприняты в северной части Кузнецкого Алатау (1936², 53—54).

Не менее неожиданные результаты мы получили и в Горном Алтае, где летом 1937 г. Академия Наук СССР по почину акад. В. А. Обручева приступила к изучению древних отложений этой горной страны. Исследования на юго-востоке Горного Алтая были поручены мне, а в северной его части — К. В. Радугину. По моим наблюдениям, произведенным в восточной половине Айгулакского хребта и на западной окраине Курайского хребта, оказалось, что там стратиграфия протерозоя и кембрия в основном совпадают с тем, что мной было установлено для отложений того же возраста в Кузнецком Алатау (1941). Наблюдения же К. В. Радугина, произведенные к западу и к востоку от долины Катунь около курорта Чемал, показали, что там повторяется почти полностью та сложная стратиграфия протерозоя и кембрия, которая была им установлена в Горной Шории (1941).

Таким образом, работы этих двух исследователей показали, что разногласия между ними охватили весьма крупную площадь: с одной стороны, Кузнецкий Алатау и юго-восток Горного Алтая, которые отличаются, по моим исследованиям, довольно простой стратиграфией кембрия и протерозоя; с другой стороны, Горную Шорию и север Горного Алтая, где, как утверждает К. В. Радугин, отложения того же возраста имеют очень сложную стратиграфию.

Наконец, в 1938 г. появилась очень интересная статья К. В. Радугина, в которой описывается небольшой участок, расположенный в северо-западной части Восточного Саяна (1938). В этой статье автор анализирует свои наблюдения, сопоставляет древние свиты Восточного Саяна с протерозоем и кембрием Горной Шории и устанавливает для Восточного Саяна почти такую же сложную стратиграфию протерозойских и отчасти кембрийских отложений, какая предложена им для Горной Шории. Связь между этими двумя областями устанавливает и М. А. Усов, поддерживая К. В. Радугина (1936—1, 15).

Следовательно, проверка моих выводов, которые в свое время вызвали возражения именно сложностью своих построений, неожиданно привела к еще более сложному решению вопроса. Значит, ни стратиграфия, ни тектоника протерозоя и кембрия на юге Средней Сибири до сих пор еще не могут считаться окончательно выясненными. Но теперь разногласия в этих вопросах идут уже по другим направлениям и касаются площадей значительно больших, чем это было до 1933 г.

Особенно интересным является то обстоятельство, что в настоящее время Кузнецкий Алатау с его довольно просто построенной стратиграфией кембрийских и протерозойских отложений, как это вытекает из моих наблюдений, оказался зажатым с юго-запада и с северо-востока, как в тиски, двумя областями, а именно — Горной Шорией и северо-западной частью Восточного Саяна, которые, судя по наблюдениям К. В. Радугина, имеют весьма сложную стратиграфию протерозойских и кембрийских отложений.

Для решения этих вновь возникших спорных вопросов надлежит пересмотреть или мои выводы, или выводы К. В. Радугина. Не имея оснований для перестройки своих выводов, я предоставляю эту работу другим исследователям, — тем более, что до сих пор мои выводы не были подвергнуты всестороннему анализу в свете новых воззрений. Себе же я ставлю задачу проанализировать выводы К. В. Радугина. Конечно, было бы правильнее начать этот анализ с Горной Шории, где зародились эти новые взгляды; но рукописные отчеты многих геологических партий, работавших в Горной Шории, мне пока недоступны. В виду этого в настоящей работе я сосредоточу свое внимание на северо-западной части Восточного Саяна, в которой я рассмотрю главным образом Красноярский район и верховья р. Бирюсы.

Рассмотрим ту часть Восточного Саяна, которая лежит непосредственно к юго-западу, к югу и к юго-востоку от г. Красноярска. Ее геологическое строение особенно отчетливо выступает в обоих склонах долины Енисея между г. Красноярском и дер. Ошарово, а также в берегах рр. Маны и Базихи, правых притоков Енисея.¹ Кроме того, не менее ценный материал дают верховья Кана и истоки Бирюсы.

В 1939 г. я проанализировал статью А. А. Предтеченского, которая представляет собой повидимому последнюю попытку вернуться к старым представлениям и доказать отсутствие протерозоя в этой части Восточного Саяна (Предтеченский, 1937; Чураков, 1939, 2). В своей статье я дал сравнительную таблицу воззрений различных исследователей и изложил свои взгляды на протерозой и кембрий в таком виде, как они представлялись мне тогда на основании моих прежних сопоставлений, с учетом только той работы И. К. Баженова и М. П. Нагорского (1936), которая была напечатана во время составления моей статьи.

Здесь же для большей ясности я приведу ту часть той таблицы, в которой были изложены мои взгляды, и лишь немного дополню ее новыми подробностями, которые вытекают отчасти из окончательного отчета И. К. Баженова и М. П. Нагорского (1937), ~~а также~~ из моих ранее опубликованных работ (табл. 2 на стр. 8).

Новая работа, напечатанная И. К. Баженовым и М. П. Нагорским, а также исследования, произведенные К. В. Радугиным, вносят существенно иные представления, которые сильно меняют принятую мной стратиграфию и тектонику. Столь же крупные расхождения обнаруживаются между мной и И. А. Молчановым, который произвел очень важные наблюдения в верховьях Кана и Бирюсы,² т. е. в 220 и 370 км к юго-востоку от г. Красноярска (Баженов, 1938; Баженов и Нагорский, 1937; Молчанов, 1928, 1930, 1934, 2; Радугин, 1938).

Поэтому я подвергну анализу выводы этих исследователей и покажу, что, с одной стороны, их наблюдения позволяют еще прочнее обосновать и углубить мои представления. С другой стороны, они вносят в мои прежние взгляды некоторые изменения. Но, прежде чем приступить к этой работе, перечислим те вопросы, которые будут стоять в поле нашего внимания. Я намечаю следующие семь вопросов: 1) наличие или отсутствие перерыва между протерозойскими свитами, 2) количество протерозойских свит, 3) протерозойские силицилиты, 4) соотношение между археозоем и протерозоем, 5) протерозойский вулканический цикл, 6) величина перерыва между протерозойскими и кембрийскими отложениями, 7) следы протерозойского оледенения.

Существует ли перерыв между енисейской и кутень-булукской свитами?

В 1937 г. И. К. Баженов и М. П. Нагорский напечатали полный отчет о своих наблюдениях, произведенных к югу от г. Красноярска (1937), и ввели в него новое обстоятельство, которое сильно меняет указанную мной стратиграфию и тектонику протерозойских отложений: они пришли к заключению, что между кутень-булукской и енисейской свитами существует перерыв. По их наблюдениям, в левом берегу р. Базихи —

¹ Для общего ознакомления с географией и геологией этой площади удобно пользоваться обзорной геологической картой Красноярского района, которая напечатана в статье Ю. А. Кузнецова (1932). В общих чертах ознакомление со всей областью, которую я рассматриваю в этой работе, можно получить и по карте, приложенной в конце этого очерка (фиг. 12).

² См. карту (фиг. 12), приложенную в конце очерка.

Стратиграфия протерозоя и кембрия в Красноярском крае

Возраст	Литологический состав	Отличительные особенности	Местное название	Мощность
См ₃	Красные песчаники, красные глины, известняки, прослой конгломератов и брекчий.	Красный цвет как признак жаркого климата; археоциаты, водоросли.	Базайхская свита	70 м

Перерыв, обусловленный тектогенезом и эрозией

См ₂	Мелкокристаллические известняки белого, розового и черного цвета; базальный конгломерат.	Археоциаты, трилобиты, плеченогие, водоросли; рассланцованные гальки в базальном конгломерате.	Торгашинский известняк	600 м
-----------------	--	--	------------------------	-------

Огромный перерыв, равный верхнему протерозою.

Средний протерозой	Граувакки, глинистые сланцы, прослой известняков, межформационные конгломераты	Морские тиллиты; водоросли в прослоях известняков.	Кутень-булукская свита	500 м
	Углистые известняки с прослоями силицилитов	Прослой первично-кремнистых осадочных пород	Енисейская свита	
	Песчаники и глинистые сланцы с покровами диабазов и пикритовых порфириров	Излияния ультраосновной магмы	?	

в 200 м ниже ее левого притока рч. Калтат — обнаружен конгломерат мощностью не менее 3—4 м, который залегает среди сланцев калтатского горизонта, являющегося нижним ярусом кутень-булукской свиты. Этот конгломерат состоит из хорошо окатанных галек размером в 5 см и меньше, которые перемешаны с более мелкими, плохо окатанными и даже угловатыми обломками; гальки и обломки плохо сортированы.

Гальки принадлежат преимущественно известняку серо-черного цвета, а также тонкозернистому светлому мрамору, который пропитан мелкими кристаллами пирита и содержит водоросли; кроме того встречаются гальки яснозернистого белого и черного мрамора, структура которого показывает, что он подвергся контактовому метаморфизму. Наконец, встречаются гальки черных кремнистых пород, пропитанных пиритом. Гальки господствуют над цементом; сам же цемент, количество которого незначительно, состоит из песчанисто-известкового материала, а местами является чисто известковым. Исследователи подчеркивают полное отсутствие галек чуждых пород. Так как известняки галек по внешнему виду похожи на известняки енисейской свиты, а встречающиеся в гальках водоросли тоже напоминают водоросли этой свиты, то исследователи естественно считают, что описанный конгломерат образовался за счет размывания енисейской свиты.

К этому я могу добавить, что наличие в конгломерате галек черных кремнистых пород, казалось бы, также говорит в пользу этого вывода, ибо в верхних горизонтах енисейской свиты залегают прослои кремнистых сланцев (силицилитов), которые были обнаружены сначала мною (1930), а потом И. К. Баженовым и М. П. Нагорским (1936).

Затем исследователи подчеркивают, что пропитывание галек мраморов пиритом и их перекристаллизация, это — процессы, вызванные в породах контактовым метаморфизмом, который произошел еще до образования галек. С этим выводом необходимо согласиться, так как, по наблюдениям исследователей, нет никаких следов контактового метаморфизма в самом цементе конгломерата. Поскольку явления этого метаморфизма были обусловлены интрузией, очевидно, что енисейская свита была прорвана этой интрузией еще до начала отложения кутень-булукской свиты. Исследователи даже высказывают предположение, что эта интрузия представлена олигоклазитом, небольшой шток которого они обнаружили. Таким образом, между енисейской и кутень-булукской свитами действительно намечается большой перерыв: он ~~был~~ обусловлен складчатостью и интрузией, а затем таким мощным эрозионным циклом, который обнажил глубокие зоны енисейской свиты, метаморфизованные контактовым метасоматозом.

Однако я не могу признать этот вывод правильным, несмотря на всю его подкупающую убедительность, — и вот почему. Во-первых, исследователи сами подчеркивают, что им не удалось наблюдать то основание, на котором лежит описанный конгломерат. Поэтому не исключена возможность, что это — не базальный, а внутриформационный конгломерат, как они сами писали в предварительном отчете (Баженов и Нагорский, 1936). Во-вторых, не приходится сомневаться в том, что на р. Базáйхе в кутень-булукской свите действительно существуют внутриформационные конгломераты, которые залегают и в нижнем и в верхнем ярусах кутень-булукской свиты. В самом деле, А. А. Предтеченский наблюдал на правом берегу Базáйхи повыше рч. Калтат известково-глинистые сланцы с прослоями глинистого известняка, «содержащего галечку-щебенку песчано-глинистой серой породы». Если учесть, что обнажения этих пород он наблюдал «у самой воды» и если сопоставить эти наблюдения с картой И. К. Баженова и М. П. Нагорского (1936), то станет очевидным, что указанная «галечка-щебенка» залегает не в основании, а в верхних слоях калтатского яруса. Затем, А. А. Предтеченский также отмечает, что в правом склоне долины Базáйхи, ниже устья рч. Калтат, обнажаются зеленые песчаники-граувакки, которые вскоре сменяются сильно давленными конгломератами. Эти конгломераты состоят из крупных, хорошо окатанных галек диабазов и очень редких галек белого известняка; кроме того, среди них присутствует мелкая щебенка сланцеватых известняков, сланцев и песчаников-граувакк (1937, 622).

Если сопоставить эти наблюдения с геологической картой тех же двух исследователей, то нетрудно увидеть, что указанные конгломераты должны залегать не в калтатском ярусе кутень-булукской свиты, а в ее верхнем, так называемом граувакковом ярусе. Короче говоря, это — безусловно внутриформационный конгломерат. В таком выводе не будет никаких сомнений, если мы вспомним, что по наблюдениям И. К. Баженова и М. П. Нагорского между обоими ярусами кутень-булукской свиты наблюдается постепенный переход и отсутствуют какие-либо следы перерыва (1937, 15). Но, если даже мы допустим, что в данном месте нет грауваккового яруса, а конгломераты залегают в калтатском ярусе, мой вывод не потеряет от этого своей силы, ибо эти конгломераты никак нельзя будет поместить в основании калтатского яруса.

Наконец, поскольку в свое время я подверг суровой критике статью А. А. Предтеченского и доказал ошибочность его выводов и противоре-

чивость его наблюдений, я должен указать, что в данном случае принадлежность описываемых конгломератов именно к кутень-булукской свите не может вызывать сомнений, ибо А. А. Предтеченский указывает, что цемент этого конгломерата хлоритизирован, чего не наблюдается у цемента кембрийского базального конгломерата. — Но пойдем дальше.

И. К. Баженов и М. П. Нагорский, желая подкрепить правильность своего вывода, ссылаются на наблюдения, приведенные в других местах описываемой части Восточного Саяна. Они сопоставляют свой конгломерат с тем конгломератом, который А. Г. Вологдин описал в основании кутень-булукской свиты¹ на р. Мане около Саратовской излучины. Кроме того они отождествляют свой конгломерат с тем конгломератом, который описал Ю. А. Кузнецов на той же реке около устья рч. Тюбил. Эти сопоставления являются совершенно правильными, как мы увидим впоследствии. Но дело в том, что они не подтверждают, а опровергают вывод И. К. Баженова и М. П. Нагорского.

Действительно, А. Г. Вологдин указывает, что в 1.75 км выше Саратовской переволоки (излучины), которая находится в 23 км к юго-западу от р. Базаихи, он наблюдал «маломощные конгломераты» среди свиты метаморфических сланцев (1933, 11). Это обнажение, обозначенное им как № 120, показано на геологической карте в его другой работе (1931), и там отчетливо видно, что указанные конгломераты залегают не в основании кутень-булукской свиты, а внутри нее, примерно в 500 м (по карте) от контакта с енисейской свитой. Кроме того, в самой Саратовской излучине (переволоке) А. Г. Вологдин также наблюдал в виде прослоя «прочный конгломерат с галькой различных эффузивных пород и с обильным диабазовым цементом» (1931, 27). Как показано на составленной им крупномасштабной геологической карточке Саратовской излучины, прослой этого конгломерата, обозначенный как обнажение № 20, залегает в сланцах кутень-булукской свиты и находится в 300 м (по карте) от контакта с нижележащей енисейской свитой.

Так же обстоит дело и с тем конгломератом, который был обнаружен на р. Мане около устья рч. Тюбил. Правда, Ю. А. Кузнецов описал его как базальный конгломерат (1932, 10); однако недавно произведенные более подробные исследования К. В. Радугина (1938, 187) не оставляют никакого сомнения в том, что и этот конгломерат является внутриформационным, как я это докажу впоследствии. Следовательно, конгломераты кутень-булукской свиты на р. Мане являются внутриформационными.

Таким образом мы видим, что на основании этих сопоставлений никак нельзя считать базальным тот конгломерат, который был обнаружен И. К. Баженовым и М. П. Нагорским на Базаихе ниже устья рч. Калтат. Наоборот, я вижу больше оснований относить и этот конгломерат к внутриформационным. Для окончательного решения этого важного вопроса нам конечно надо тщательно изучить те места, где можно непосредственно наблюдать контакт енисейской и кутень-булукской свит. Такие места были обнаружены, и соответствующие наблюдения были сделаны А. Г. Вологдиным на р. Мане в двух ее излучинах — в Саратовской и в Урманской петлях. Оба эти участка описаны им достаточно подробно и изображены на двух крупномасштабных геологических карточках (1931, карта). А. Г. Вологдин подчеркивает, что в обоих местах эти свиты лежат одна на другой согласно, причем в основании сланцевой, т. е. кутень-булукской, свиты, которая залегает на мощной толще мраморов енисейской свиты, базальный конгломерат отсутствует (1931, 14 и 30). Кроме того, он указывает, что в нижнем течении р. Маны — около устья рч. Малой Мили² — отчетливо видна антикли-

¹ По терминологии, принятой А. Г. Вологдиным, это — его урманская толща.

² Устье рч. М. Мили, обозначенное как обнажение № 118, находится примерно в 3 км выше Саратовской петли (1931, карта).

нальная складка, ядро которой сложено плотными грубослоистыми мраморами, а крылья — песчано-сланцевыми сланцами, которые лежат согласно на мраморах (1931, 9; 1933, 11). В этих двух свитах нетрудно узнать енисейскую и кутень-булукскую свиты. Весьма знаменательно, что и между ними также нет базального конгломерата.

Если учесть эти три случая наблюдаемых контактов обеих свит, где отсутствует и угловое несогласие и базальный конгломерат, то мы приходим к выводу, что у нас имеется достаточно оснований отрицать наличие где бы то ни было перерыва между этими двумя протерозойскими свитами.

В своих работах я не раз указывал, что кутень-булукская свита, состоящая главным образом из терригенных осадков, содержит прослой известняков, не отличимых от известняков нижележащей енисейской свиты (1932, 23). Кроме того, мне приходилось отмечать, что и в верхних горизонтах енисейской свиты наблюдаются прослой терригенных пород, которые слагают кутень-булукскую свиту (1933, 27). Подобные явления я рассматривал как связующие звенья, которые соединяют обе эти свиты в одну толщу осадков, непрерывно отложившихся в одном и том же морском бассейне, но при различных условиях. Совсем недавно в Горном Алтае я обнаружил настолько тесное переслаивание биогенных и терригенных осадков между этими обеими свитами, что я даже стал втупик и не смог провести между ними точной границы (1938, 75). Посмотрим, нельзя ли и в данном случае применить этот дополнительный способ доказательства.

Изучение наблюдений различных исследователей показывает, что такие явления уже были подмечены, но не получили надлежащей оценки. Так, из наблюдений А. Г. Вологодина видно, что, с одной стороны, в сланцах кутень-булукской свиты на р. Мане встречаются «отдельные слои и пачки слоев мраморов, совершенно сходных с породами нижележащей толщи» (1931, 6). С другой стороны, в известняках енисейской свиты, выступающих на р. Мане в Урманской петле, он наблюдал обнажения «редких прослоев кварцитовидных песчаников и сильно метаморфизованных аркозовых песчаников» (1931, карта; 1933, 11).

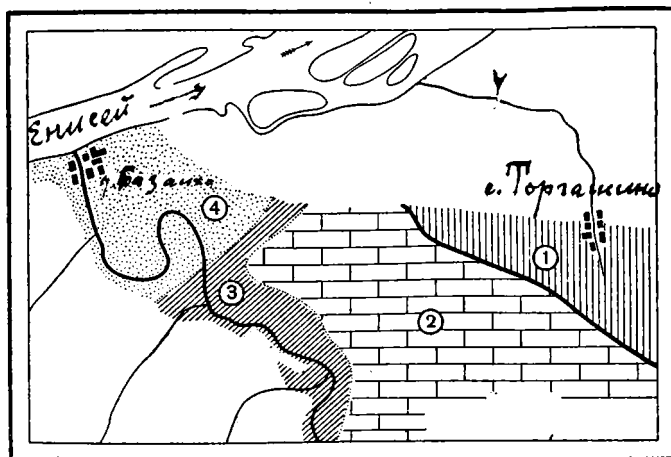
Кроме того, И. К. Баженов и М. П. Нагорский также указывают, что на Базайхе самые нижние горизонты калтатского яруса кутень-булукской свиты содержат прослой известняков, сходных по виду с известняками енисейской свиты (1937, 15—16). Конечно, эти явления, рассматриваемые обособленно, не являются решающими; но в свете всех вышеизложенных обстоятельств они приобретают значительный вес. Таким образом, у нас нет никаких оснований говорить о перерыве между этими свитами. Наоборот, все, что мы знаем, говорит об отсутствии перерыва.¹

Я придаю очень большое значение разрешению вопроса о взаимоотношении этих обеих свит протерозоя. В самом деле, если бы оказалось, что между ними действительно был континентальный перерыв, то моя теория о наличии в Средней Сибири ледниково-морских отложений в кутень-булукской свите и в верхних горизонтах енисейской свиты оказалась бы в таком положении, что для ее защиты и дальнейшей разработки создались бы большие затруднения. Отмечая это, я сознательно говорю только о затруднениях, а не об отказе от этой теории, ибо обломки и глыбы чуждого материала в морских отложениях енисейской свиты все равно потребовали бы объяснения их происхождения.

Правда, в Кузнецком Алатау, в северной части Енисейского края, и на юго-востоке Горного Алтая уже доказано не только отсутствие следов перерыва, но и наличие непрерывности этих отложений. Правда

¹ Между тем ошибочный вывод И. К. Баженова и М. П. Нагорского уже пустил корни, ибо на основании этого вывода такое же заключение делается теперь без достаточных оснований и для восточной окраины Кузнецкого Алатау (Краснопеева, 1937, 42).

и то, что в рассматриваемой части Восточного Саяна мы не видим никаких следов перерыва. Но, поскольку эта задача имеет такое крупное стратиграфическое и палеоклиматическое значение, было бы крайне же-

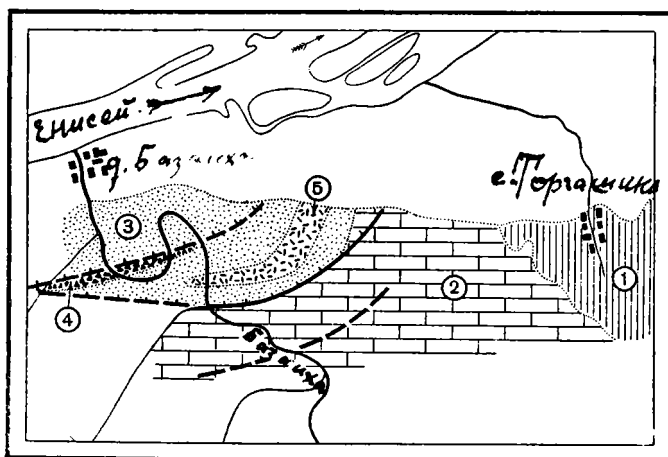


Фиг. 1. Геологическое строение западного конца Торгайшинского хребта (по А. И. Козлову):

1 — качинская свита (девон); 2 — средний кембрий; 3 — кристаллические известняки (докембрий); 4 — граувакковая свита (докембрий).

лательно дать для нее безоговорочное решение и в Красноярском районе Восточного Саяна.

Для окончательного решения этой задачи я намечаю одно легко доступное место, расположенное в 6 км к юго-востоку от г. Красноярска.

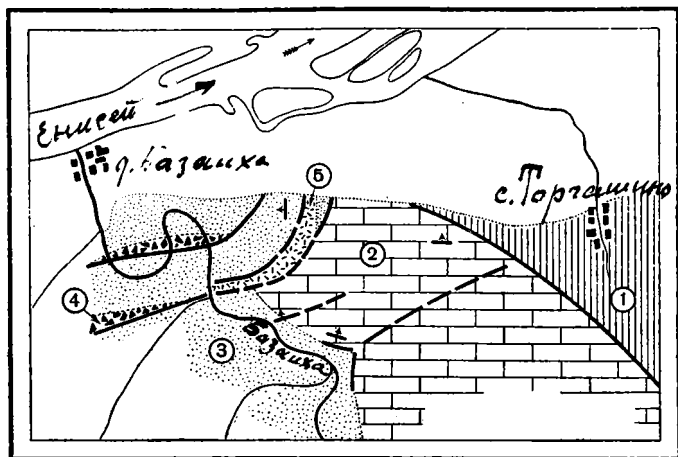


Фиг. 2. Геологическое строение западного конца Торгайшинского хребта (по Ю. А. Кузнецову):

1 — качинская свита (девон); 2 — торгайшинский известняк (средний кембрий); 3 — серые песчаники (нижний кембрий); 4 — габбро-пироксениты, змеевик; 5 — трахидолериты.

Это — невысокий и узкий Торгайшинский хребет, расположенный между низовьем Базайки и равниной. В западном конце этого хребта проходит контакт между енисейской и кутень-булукской свитами. Он очень плохо изучен и совершенно различно описывается разными исследователями, как это показано на прилагаемых геологических карточках (фиг. 1, 2 и 3).

На основании личного исследования я считаю, что самым важным местом является та часть Торгашинского хребта, которая на карточке А. И. Козлова показана между цифрами 3 и 4. Там, между торгашинским известняком и граувакковой, т. е. кутень-булукской, свитой действительно проходит узкая полоса известняков енисейской свиты, которую А. И. Козлов называет кристаллическими известняками (см. ниже, стр. 20). В этом месте надо произвести подробную геологическую съемку, сопровождаемую расчисткой контакта между енисейской и кутень-булукской свитами, и окончательно доказать наличие непрерывности в отложении этих свит. Кроме того здесь необходимо уточнить стратиграфическое положение того конгломерата, который был обнаружен А. Г. Вологдиным, первоначально определившим его совершенно



Фиг. 3. Геологическое строение западного конца Торгаширского хребта (по И. К. Баженову и М. П. Нагорскому):

1 — нижний и средний девон; 2 — средний кембрий; 3 — кутень-булукская свита (протерозой); 4 — ультраосновные интрузивные породы; 5 — долериты.

правильно как базальный конгломерат торгашинского известняка (1933, 8). В заключение укажу, что в главе «Силицилиты» мы познакомимся с иным способом доказательства непрерывности отложений енисейской и кутень-булукской свит.

Стратиграфическое положение «эффузивно-осадочной формации»

Еще в 1893 и 1894 гг. К. И. Богданович, на основании своих наблюдений по Енисею и Базаихе, установил, что под енисейской свитой лежит свита более или менее метаморфизованных сланцев (Богданович, 1894; Чураков, 1939, табл. 1). В 1927 г., проанализировав наблюдения А. И. Козлова и учтя исследования К. И. Богдановича, я составил схематический разрез низовьев р. Базаихи и показал на этом разрезе третий, самый древний отдел протерозоя (1927, табл. 4). Наконец, в 1929 г. Ю. А. Кузнецов установил, что в северо-западной части Восточного Саяна под енисейской свитой залегает толща, которую он назвал «эффузивной формацией» (1932, 7). Она сложена главным образом афанитовыми диабазами и пикритовыми порфиритами, а также туфами этих пород с прослоями туфовых песчаников, известняков и глинистых сланцев; кроме того в ней встречаются прослои черных кремнистых и кремнисто-глинистых сланцев.

В свое время эти наблюдения очень хорошо совпадали с наблюдениями А. Я. Булынникова, который обнаружил под енисейской свитой

свиту терригенных пород на западном склоне Восточного Саяна, а также с моими аналогичными наблюдениями в Кузнецком Алатау, что и дало мне основание выделить этот древний отдел протерозоя для всего юга Средней Сибири (1931, 381). Впоследствии я назвал этот отдел кондомской свитой (1933₂).

Однако в настоящее время ряд исследователей сомневается в самостоятельном существовании этого отдела в северо-западной части Восточного Саяна. Первым высказал эти сомнения А. Г. Вологдин. Он утверждал, что «эффузивная формация» должна залегать не в основании, а в самой верхней части всего комплекса древних отложений, т. е. она должна отвечать кутень-булукской свите или, говоря точнее, самым верхним ее горизонтам; но никаких доказательств, подтверждающих правильность такого взгляда, он тогда не привел (1933, 11). В более поздней работе А. Г. Вологдин вновь возвращается к этому вопросу и на этот раз определенно указывает, что эффузивы данной формации имеют верхнесилурийский или нижнедевонский возраст, так как среди этих эффузивов он обнаружил ксенолиты тех самых гипербазитов, которые выступают в берегах Енисея в 11 км ниже г. Красноярска; кроме того и в самих туфах этой формации он также обнаружил обломки габбро-пироксенитов (1937, 46—47). Этому обстоятельству он придает решающее значение, так как, согласно воззрениям А. Г. Вологодина, ультраосновная интрузия, выступающая в берегах Енисея, очень близка по возрасту к тем эффузивам, которые давно известны во многих местах юга Средней Сибири и имеют возраст верхнего силура или нижнего девона.

Вторым исследователем, высказавшим сомнение в стратиграфической самостоятельности эффузивной формации, является, как это ни странно, сам Ю. А. Кузнецов. Сопоставив свои наблюдения с выводами А. Г. Вологодина, он указал, что установленная этим исследователем урманская толща, т. е. та свита, которая лежит на известняках енисейской свиты и называется мной кутень-булукской, соответствует не только его граувакковой свите, залегающей на енисейской, но также и «эффузивной формации» (1932, 17). Короче говоря, он приходит к выводу, что его эффузивная формация залегает частью под известняками енисейской свиты, частью на ней. Это обстоятельство и дало повод акад. В. А. Обручеву высказать мысль о том, что вся эффузивная формация не существует как самостоятельная свита, а является кутень-булукской свитой (1935, 133—134).

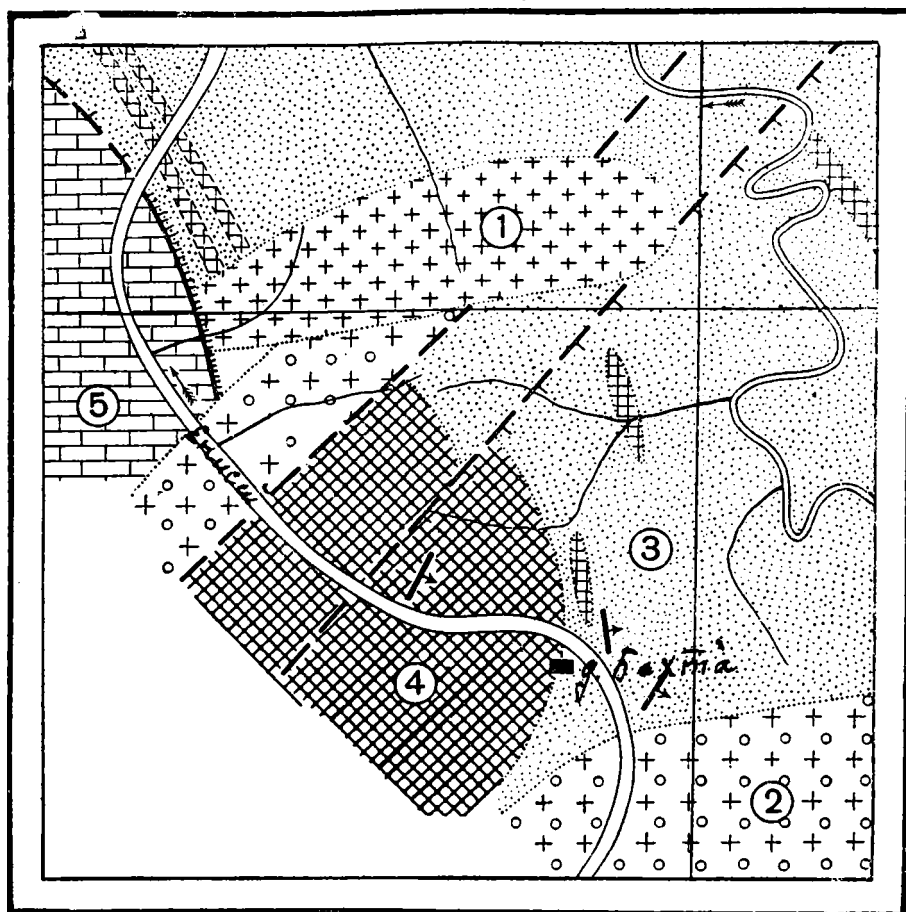
Наконец, И. К. Баженов с М. П. Нагорским также приходят к выводу, что «эффузивная формация» представляет собой нижние горизонты кутень-булукской свиты (1937, 13), основываясь на том, что изверженные породы, принадлежащие «эффузивной формации», залегают на левом берегу Енисея между енисейской и кутень-булукской свитами.

Рассмотрим все эти возражения и начнем с Ю. А. Кузнецова. Если его «эффузивная формация» действительно залегает под енисейской свитой, если кутень-булукская свита лежит на енисейской свите согласно, как мы уже доказали, и если наконец все три свиты собраны в складки и размыты, что признают все исследователи, — то мы сможем из этого сделать следующий весьма важный вывод: в этой части Восточного Саяна мы всюду должны наблюдать енисейскую свиту между «эффузивной формацией» и кутень-булукской свитой. Конечно, это положение обязательно только в том случае, если между свитами нет более поздних дизъюнктивных нарушений.

Теперь всмотритесь в геологическую карту, составленную Ю. А. Кузнецовым (1932). На этой карте показаны две очень крупных площади распространения пород «эффузивной формации». Первая обнажается по обе стороны Енисея, вторая обнажается в бассейне Маны. Для удобства я даю копии обоих интересующих нас участков, взятые с карты

Ю. А. Кузнецова, но с принятыми мной стратиграфическими обозначениями.

Первая площадь распространения «эффузивной формации» (фиг. 4) с востока, северо-востока и юго-востока непосредственно соприкасается с кутень-булукской свитой, причем контакт, показанный между обеими свитами на протяжении свыше 10 км, всюду является нормальным. Больше того, на правом берегу Енисея у дер. Бахты, видно, что обе



Фиг. 4. Соотношение между кутень-булукской свитой (3) и «эффузивной формацией» (4) (по Ю. А. Кузнецову).

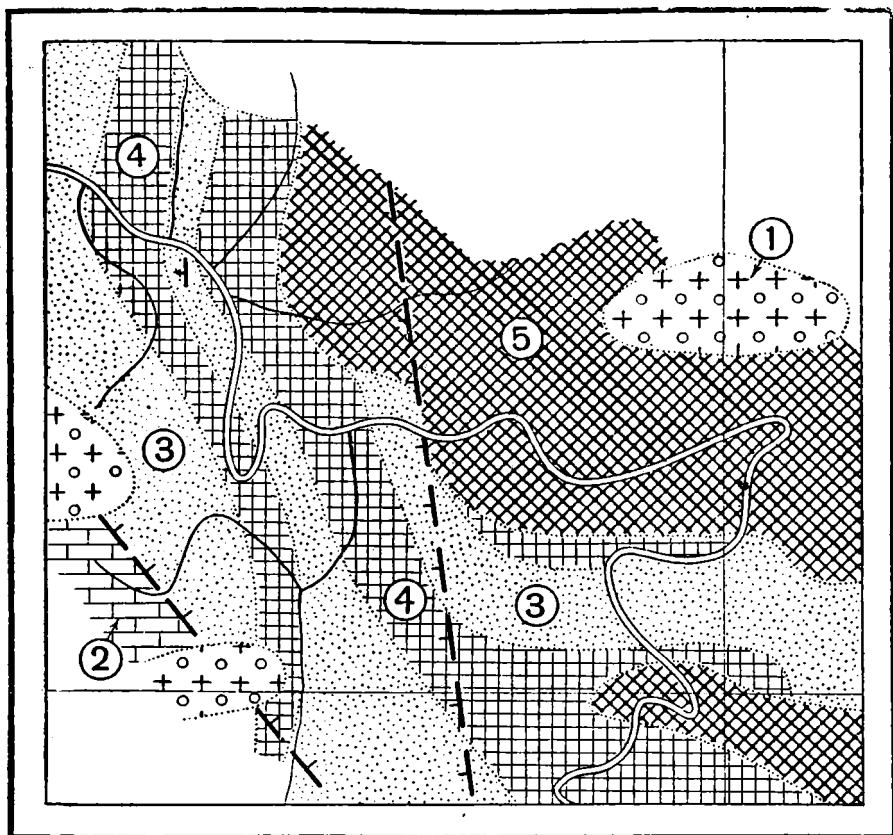
Тонкий пунктир — нормальный контакт; жирный пунктир — дизъюнктивное нарушение.

1 — щелочные сиениты; 2 — сиенито-диориты; 3 — серые песчаники и глинистые сланцы с редкими прослоями известняков (кутень-булукская свита); 4 — диориты и пикритовые порфиры и их туфы (эффузивная формация); 5 — торгашинский известняк (средний кембрий).

свиты лежат одна на другой согласно, о чем говорят и элементы залегания обеих свит и узкий прослой известняка, который в кутень-булукской свите лежит параллельно линии контакта обеих свит. Однако, несмотря на такие вполне нормальные отношения, мы не видим между этими свитами известняков енисейской свиты. Очевидно, что в данном месте мы не можем приписывать «эффузивной формации» столь низкое стратиграфическое положение. Наоборот, возникает мысль, что эта формация является неотъемлемой составной частью кутень-булукской свиты.

На второй площади (фиг. 5), т. е. в бассейне Маны, мы видим столь же непонятные соотношения. В самом деле, там тянется на

протяжении 25 км широкая полоса известняков енисейской свиты, имеющая юго-восточное простирание. К западу от нее и параллельно ей непрерывно тянется полоса пород кутень-булукской свиты, а еще западнее — вторая полоса известняков енисейской свиты. Не приходится сомневаться в том, что указанная полоса пород кутень-булукской свиты является синклинальной складкой. В действительности здесь имеются повидимому и более мелкие складки, так как в северном конце западной



Фиг. 5. Соотношение между кутень-булукской свитой и «эффузивной формацией» (по Ю. А. Кузнецову).

Тонкий пунктир — нормальный контакт; жирный пунктир — дизъюнктивные нарушения:

1 — сиенито-диорит; 2 — торгашинский известняк (средний кембрий); 3 — сланцы и граувакки (кутень-булукская свита); 4 — известняки (енисейская свита); 5 — «эффузивная формация»

полосы известняков (западнее речки Сарала) А. Г. Вологдин обнаружил небольшую синклиналь, в муьде которой лежит кутень-булукская свита (1931, карта). Следовательно, соотношение свит здесь вполне нормальное.

Но совершенно иное мы наблюдаем к востоку от первой полосы известняков енисейской свиты. Там, к югу от долины Маны, эти известняки нормально соприкасаются с его граувакковой, т. е. кутень-булукской, свитой, которая дальше на север нормально сменяется «эффузивной формацией». Подобные соотношения геологически совершенно непонятны, если считать, что «эффузивная формация» лежит здесь стратиграфически ниже енисейской свиты. Наоборот, эти соотношения станут понятными, если принять, что эффузивная формация переходит в граувакковую свиту.

Оба рассмотренных примера приводят меня к выводу, что «эффузивная формация» как самостоятельный комплекс не существует и что естественно отождествить ее с кутень-булукской свитой. При такой постановке вопроса становятся совершенно понятными те прослои кремнистых и кремнисто-глинистых сланцев, которые обнаружены Ю. А. Кузнецовым в «эффузивной формации», ибо прослои этих пород свойственны именно кутень-булукской свите (см. ниже главу «Силицилиты»).

Теперь рассмотрим наблюдения и соображения А. Г. Вологодина. Сущность его доказательств, как мы видели, можно разделить на три части. Во-первых, он обнаружил среди осадочных пород «эффузивной формации» дайки различных пород — свежих порфиритов, спилитов, пикритовых диабазов и серпентинитов, которые он считает генетически связанными с вулканическими покровами верхнего силура (нижнего девона?). Однако надо прежде всего указать, что возраст магматических пород, прорывающих какую-либо метаморфическую свиту, сам по себе еще не определяет возраст этой последней; он указывает только верхний предел ее возраста. Затем, не приходится сомневаться в том, что часть дайков свежих порфиритов конечно генетически связана с вулканическими покровами верхнего силура (нижнего девона?).

Что же касается метаморфизованных спилитов и пикритовых порфиритов, то ни в коем случае нельзя связывать их с этими вулканическими излияниями, так как они подверглись столь глубокому метаморфизму, какого не обнаруживают вулканические покровы верхнего силура даже в соседних местах. Кроме того, никто из исследователей никогда не связывал серпентиниты с этими магматическими породами именно вследствие глубокого метаморфизма этих гипербазитов. В настоящее время они считаются среднекембрийскими (Усов, 1936, 15); но я покажу впоследствии, что эти серпентиниты имеют протерозойский возраст.

Во-вторых, А. Г. Володин обнаружил обломки габбро-пироксенитов в «туфах» «эффузивной формации». Как показано на карте Ю. А. Кузнецова, интрузивы гипербазитов северо-западной части Восточного Саяна прорывают уже дислоцированную кутень-булукскую свиту. Поэтому, если считать обломки габбро-пироксенитов происшедшими за счет разрушения пород именно этой интрузии, то необходимо сделать вывод, что метаморфические сланцы «эффузивной формации», содержащие обломки гипербазитов, представляют собой такую осадочную свиту, которая не только моложе кутень-булукской свиты, но и отделена от нее перерывом, обусловленным интрузией гипербазитов и размывом. Больше того, можно с очень большой вероятностью предположить, что этот перерыв был еще больше и ознаменовался складчатостью, которая предшествовала интрузии гипербазитов. Однако ни у кого из исследователей этой большой площади мы не находим никаких наблюдений, которые позволили бы нам признать существование этой новой свиты. Так как к подобному маловероятному выводу мы пришли только потому, что признали обломки габбро-пироксенитов происшедшими из гипербазитов, прорвавших кутень-булукскую свиту, — значит, необходимо отказаться от этого отождествления. Мало того, надо считать, что обломки габбро-пироксенитов образовались за счет разрушения ультраосновных пород, принадлежащих иному, более древнему магматическому циклу.

В-третьих, А. Г. Володин обнаружил среди дайков эффузивных пород ксенолиты габбро-пироксенитов. Так как среди пород кутень-булукской свиты известны интрузивы гипербазитов и дайки более молодых эффузивов, то нетрудно предвидеть возможность такого случая, когда дайка молодого эффузива прорвет интрузив гипербазита и включит в себя обломок этой породы. Поэтому на подобных наблюдениях нельзя строить стратиграфические выводы и определять положение «эффузивной формации».

Наконец, сами осадочные породы «эффузивной формации», которые

определяются некоторыми исследователями как «туфы», правда, без достаточных оснований, «всегда оказываются сильно рассланцованными, размятыми», и «даже под микроскопом не всегда удается установить их истинную природу», как пишет Ю. А. Кузнецов (1932, 7—8); кроме того, и многие магматические породы этой формации претерпели сильное зеленокаменное изменение. Между тем песчаники, туфы, конгломераты и вулканические покровы верхнего силура (нижнего девона?) нигде на юге Средней Сибири не испытывали ни зеленокаменного изменения, ни регионального метаморфизма. Поэтому вопрос о верхнесилурийском возрасте «эффузивной формации» отпадает. После сделанных разъяснений отпадает и соображение, выдвинутое И. К. Баженовым и М. П. Нагорским, ибо они пишут только о метаморфизованных магматических породах, залегающих «на границе между енисейской и кутень-булукской свитой». Очевидно, эти древние магматические породы прорывают обе протерозойские свиты, — и только.

Подводя итоги, надо сказать, что новейшие наблюдения не дают нам основания для того, чтобы признать существование самостоятельной свиты в виде «эффузивной формации», — независимо от того, будет ли она залегать под енисейской свитой или лежать на кутень-булукской. Точно так же теперь приходится признать, что и в долине р. Базаихи нет нижнего отдела протерозойской толщи. Дело в том, что мой разрез был составлен на основании анализа геологической карты А. И. Козлова (Чураков, 1927; табл. 3); но более подробные наблюдения, произведенные И. К. Баженовым и М. П. Нагорским, внесли в эту карту такие изменения, которые показывают, что метаморфические сланцы, которые, казалось, должны залегать под енисейской свитой, в действительности лежат на ней и являются кутень-булукской свитой. По таким же соображениям приходится признать ошибочным и наблюдения К. И. Богдановича, который считал, что на Енисее есть сланцы, залегающие ниже енисейской свиты.

Для полноты картины надо указать, что К. В. Радугин обнаружил в долине Маны выше устья рч. Береть обнажение темнозеленых спилитов с подушечной текстурой, которые «с востока и севера огибаются непосредственно налегающими на них темными известняками или мраморами» (1938, 197). Эти известняки, как видно из дальнейшего текста его работы, являются енисейской свитой. Это — единственное обнажение, в котором можно признать наличие третьего отдела протерозоя; но оно описано слишком кратко и требует дополнительных исследований.

Силицилиты

Общие положения. Я давно уже пришел к выводу, что те прослои кремнистых сланцев (силицилитов), которые встречаются в кутень-булукской и в верхнем горизонте енисейской свиты, являются первично-осадочными породами, повидимому генетически связанными с процессами оледенения (Чураков, 1931, 79; 1932, 27). Я и теперь продолжаю отстаивать эту точку зрения; только в настоящее время сущность этого процесса мне рисуется в более сложном виде.

Прежде всего, теперь стало очевидным, что процесс осаждения кремнезема, который в основном является химическим или бактериальным процессом, сопровождался одновременным осаждением гидратов окиси железа. Различие между обоими процессами заключается в том, что выпадение гелей кремнезема является более выдержанным процессом, тогда как в выпадении гидратов окиси железа наблюдается непостоянство. Это непостоянство приводит к тому, что в одних местах в силицилитах так много железа, что порода становится железной рудой, тогда как в других местах в силицилитах железо почти отсутствует. Эти со-

отношения меняются на близких расстояниях и в пространстве и во времени. Лучше всего эти явления можно наблюдать в кремнисто-железных осадочных рудах протерозойского возраста в хр. Малый Хинган на Дальнем Востоке (Чураков, 1939).

Кроме того, я все больше и больше прихожу к мысли о том, что с образованием ледников-морских осадков происходила и концентрация углерода, правда, в небольшом размере. Еще в 1932 г. я отметил, что в Кузнецком Алатау верхний горизонт енисейской свиты местами является более битуминозным и даже может создавать небольшие месторождения графита в контакте с гранитными интрузивами (1932, 70, 74). Эта мысль была затем подтверждена и П. С. Краснопеевой, которая на восточном склоне Кузнецкого Алатау даже выделила верхний горизонт енисейской свиты в особую свиту черных битуминозных известняков (1937, 41).

Скопления битумов, уже превращенных в углистое вещество, давно известны и для кутень-булукской свиты, что отметили я и А. Я. Булытников, указав на присутствие в ней прослоев углисто-глинистых сланцев (Чураков, 1932, 22; Булытников, 1928, 4). Я напому также, что и в северной части Енисейского кряжа терригенные осадки енашиминской свиты, которая содержит морские тиллиты и является эквивалентом кутень-булукской свиты, также присутствует заметная примесь углистого вещества (1933, 18).

Сущность этого процесса, как я предполагаю, заключается в том, что понижение температуры морской воды, обусловленное оледенением, задерживало разложение органических веществ, когда они оказались погребенными под толщей осадков или включенными в них, вследствие чего не происходило их превращения в окончательные, газообразные, продукты распада.

Связь этого процесса с процессом отложения кремнезема выражается в том, что силицилиты, как правило, имеют черный цвет, обусловленный наличием в них углистого вещества. При этом надо подчеркнуть, что в концентрации углистого вещества наблюдается такое же непостоянство, какое я отметил для гидратов окиси железа, ибо протерозойские силицилиты далеко не везде содержат углистое вещество, как это давно хорошо известно; кроме того, и верхний горизонт енисейской свиты не везде оказывается достаточно сильно обогащенным углистым веществом.

Если все мои соображения правильны, то можно предвидеть, что в природе мы сможем обнаружить различные сочетания этих трех геохимических процессов в обеих свитах протерозоя. Короче говоря, мы можем обнаружить в них прослой чистых силицилитов, углистых силицилитов, железистых силицилитов, углисто-железистых силицилитов, а также углистых и железистых прослоев с небольшой примесью других образований, которые для кутень-булукской свиты будут представлены терригенным материалом, а для енисейской — кальцитом, образовавшимся из известкового ила. Затем, естественно ожидать, что осаждение железа в конце существования енисейской эпохи может создать прослой сидерита в верхних горизонтах енисейской свиты. Этот последний вывод теперь подтверждается наблюдениями К. В. Радугина, уже обнаружившего в Горной Шории подобные образования (1941).¹⁾

Наконец, в кутень-булукской свите могут образовываться прослой первично-ожеелезненных глинистых сланцев, таких же граувакк и даже первичных кремнисто-железистых глинистых сланцев. Прекрасные примеры таких образований я наблюдал на юго-востоке Горного Алтая. Эта особенность свойственна кутень-булукской свите и других хребтов Средней и Западной Сибири. Недаром эта свита получила от исследователей меткое название — «зелено-фиолетовая формация»,¹ так как ее

¹ В некоторых местах Западной Сибири эту формацию ошибочно считают ордовиком.

зеленый цвет обусловлен наличием вторичного хлорита и эпидота и отчасти обломков цветных минералов, а красный оттенок зависит от примеси первичных гидратов окиси железа. Следовательно, мы приходим к заключению, что могут быть случаи, когда красный цвет осадочных пород указывает не на жаркий, а на холодный климат.

Мне хорошо известно, что в самые последние годы произошла существенная перемена во взглядах исследователей на происхождение протерозойских силицилитов Средней Сибири, ибо многие сибирские геологи теперь считают их частью метасоматическими, частью гидротермальными образованиями (Усов, 1936, 53), а некоторые решительно настаивают даже на их магматическом происхождении, считая их фельзитами (Булытников, 1937, 21).

Я не буду останавливаться на критике этих новых точек зрения, ибо — это особый вопрос. Скажу только, что этот спор я считаю новым проявлением давнишнего спора нептоунистов и плутонистов, — спора, который захватывает и другие вопросы геологии, как, например, вопрос о туфогенных породах и морских тиллитах Средней Сибири (Чураков, 1932, 23; 1938, 50).

Теперь, в свете всех изложенных соображений перейдем к рассмотрению этих явлений в северо-западной части Восточного Саяна.

Долина Базаихи. Присутствие силицилитов в окрестностях г. Красноярск было обнаружено мной в верхнем горизонте енисейской свиты еще в 1923 г. в юго-западной части Торгашинского хребта (Чураков, 1930). Там, в 6 км к юго-востоку от г. Красноярск, на водоразделе этого хребта, непосредственно к западу от кембрийских известняков, выступают известняки енисейской свиты. На их гладкой почти горизонтальной поверхности отчетливо выступают два небольших и совершенно правильных прослоя темносерого силицилита, отстоящих в расстоянии 1 метра один от другого и имеющих северо-восточное простирание. Толщина одного из них — 6 см, другого — 4 см. Их прямая форма, резкий контакт с неизменным известняком и отсутствие ответвлений — все это не вызывало и не вызывает у меня никакого сомнения в том, что это — прослои осадочных пород. К сожалению, те многочисленные исследователи, которые работали в долине Базаихи, не заметили это поучительное обнажение.

Я уже указывал (см. выше, стр. 13) на необходимость тщательного изучения этого участка, а теперь отмечаю, что при этом исследовании необходимо вскрыть легкой расчисткой и эти силицилиты, чтобы безоговорочно доказать их осадочное происхождение и залегание их в верхнем горизонте енисейской свиты.

Прослои силицилитов отмечают и И. К. Баженов с М. П. Нагорским, говоря, что «в верхних горизонтах енисейской свиты вскрываются черные, черно-серые кремнистые породы и кремнистые сланцы» (1936, 4). В частности, силицилит был обнаружен ими в верхнем течении кл. Часовенного, впадающего в Базаиху в 19 км от ее устья. «Эти кремнистые породы, — как пишут исследователи, — залегают наподобие слоя параллельно слоям включающих известняков и имеют мощность около 6 м. Судя по разрезу, кремнистые породы лежат в верхах енисейской свиты этого участка» (1937, 9).

Исследователи отмечают, что происхождение этих кремнистых пород осталось для них неясным, и они даже склонны объяснять их действием метасоматоза.

Но пластовая форма породы, ее залегание параллельно слоям вмещающих известняков и приуроченность к верхнему горизонту енисейской свиты не оставляют у меня сомнения в том, что это — прослой первичных осадочных пород.

По наблюдению этих исследователей силицилиты встречаются и в кутень-булукской свите, а именно в калтатском, т. е. нижнем ярусе

этой свиты. В устье рч. Калтат силицилиты являются не чистыми, а «кремнисто-глинистыми», и залегают в виде пластов от 5 см и более, которые переслаиваются с пластами зеленых известковистых, известково-глинистых и глинистых сланцев такой же незначительной мощности (Баженов и Нагорский, 1936, 4). В 260 м ниже устья этой речки, в левом склоне Базаихи они представлены «темносерыми мергелисто-кремнистыми сланцами» в виде пластов до 30 см мощности, которые часто переслаиваются с пластами сильно известковистых, весьма тонкозернистых песчаников мощностью от 10 до 30 см. Такое частое переслаивание тонких слоев «мергелистых» силицилитов с песчаниками убедительно доказывает их осадочное происхождение, — тем более, что исследователи подчеркивают отсутствие в этой толще признаков контактового метасоматоза пород (Баженов и Нагорский, 1937, 14).

Ю. А. Кузнецов также обнаружил силицилиты в обеих свитах протерозоя, причем — и это особенно ценно — он обнаружил горизонты этих пород не только в виде «кремнисто-глинистых», но и «углисто-кремнистых» сланцев (1932, 9). Правда, в его наблюдениях есть два очень важных обстоятельства, которые на первый взгляд говорят как будто против моих воззрений.

Во-первых, он утверждает, что эти породы имеют «ясную обломочную структуру». Однако этому утверждению противоречит их микроскопическое строение, так как, по словам самого исследователя, они состоят под микроскопом из мельчайших зернышек кварца и углистого или глинистого пигмента (Кузнецов, 1932, 9). Я думаю, что под микроскопом обломочный материал был бы виден, если бы он существовал.

Во-вторых, Ю. А. Кузнецов указывает, что прослои этих пород залегают и в известняках и в «диабазовой формации». Его «известняки», ~~то~~ это Енисейская свита; но «диабазовая формация» представляет собой не кутень-булукскую свиту, а самый древний отдел протерозоя, который, по представлению Ю. А. Кузнецова, залегает под енисейской свитой. В действительности же дело обстоит иначе, как легко установить при внимательном чтении работы этого исследователя. В самом деле, он описывает эти силицилиты в главе «Известняково-граувакковая формация», т. е. в той главе, в которой осадки, судя по его геологической карте, принадлежат енисейской и кутень-булукской свитам. Следовательно, речь идет о силицилитах именно кутень-булукской свиты.

Вместе с тем Ю. А. Кузнецов отмечает наличие прослов кремнисто-глинистых и кремнистых сланцев даже в «эффузивной формации», т. е. в самом древнем отделе протерозоя (1932, 8). Но я уже показал (см. выше, стр. 14—18), что анализ геологической карты Ю. А. Кузнецова привел нас к необходимости отвергнуть наличие этого древнего отдела и отождествить породы «эффузивной формации» с кутень-булукской свитой.

Таким образом, мы действительно видим в этой части Восточного Саяна и чистые силицилиты, и силицилиты, обогащенные углеродом, и силицилиты, загрязненные терригенным материалом.

Долина Енисея. Еще более любопытные образования мы обнаруживаем в берегах Енисея значительно выше г. Красноярска, судя по наблюдениям А. Г. Вологодина (1937). Первое обнажение находится в 1.5 км ниже устья рч. Бирюсы — левого притока Енисея. Там, как я уже указывал (1939, 43), на кембрийские известняки с археоциатами накинута кутень-булукская свита. В ней среди известняков, зеленых песчаников и известковистых аркозовых песчаников встречаются в изобилии прослои темных, даже черных известково-кремнистых углистых сланцев и плотных лидитов черного цвета; местами встречаются прослои углистых сланцев; кое-где видны прослои черных кремнистых сланцев, частично обогащенных окислами железа и дающих при выветривании

выцветы квасцов. Если судить по геологической карте крупного масштаба, составленной А. Г. Вологдиным, то мощность этой свиты превышает 1.5 км (1937, 42—43).

Весьма показательна микроструктура углисто-кремнистых сланцев: они состоят «из тончайших зернышек кварца и массы распыленного углистого вещества», причем полосчатое расположение кремнезема и углистой пыли резко подчеркивает тонкую слоистость породы. В качестве примеси в этих породах наблюдаются листочки светлой, буроватой слюды. Таким образом, мы видим здесь не только обильное выделение осадочного кремнезема и не только первичное обогащение его углистым веществом, — мы видим здесь первый случай обособления углистого вещества в виде прослоев и первый пример первичного обогащения кремнезема железом.¹

Второе место находится выше по Енисею между дер. Мордочихой и устьем рч. Увольной. Там, в обрывах древней террасы обнажаются пиритизированные кварциты серого и темного цвета. В этих породах, собранных в мелкие изоклинальные складки, прекрасно видна первичная слоистость, которая выступает очень отчетливо, потому что прослой толщиной от нескольких миллиметров до 10—20 см обладают различными оттенками серого цвета. Эти породы, в которых мы не видим обогащения их ни железом, ни углистым веществом, представляют интерес в следующих отношениях. Во-первых, здесь, как я полагаю, можно отчетливо доказать первично-осадочное, а не метасоматическое происхождение силицилитов. Во-вторых, наличие пирита указывает и на участие серы в этом осадочном процессе, что, по-моему, связано с биогенными процессами. В-третьих, в силицилитах, как указывает исследователь, отчетливо видна не только правильная, но и косая слоистость, которая должна стать предметом специального изучения.

Третье место находится против дер. Ошаровой. Там обнажаются углистые филлитовидные породы, залегающие на пиритизированных силицилитах, которые местами обладают слоистостью, местами массивны. Несколько выше по течению реки в обоих берегах Енисея выступают метаморфические сланцы, состоящие главным образом из углисто-железистых, часто пиритизированных разновидностей; при этом исследователь подчеркивает, что эти породы идентичны тем сланцам, которые выступают в первом месте, т. е. ниже устья Бирюсы.²

— Интерес этого места заключается в том, что мы видим здесь филлитовидные сланцы, обогащенные углистым веществом, т. е. пример концентрации углерода в морских терригенных осадках, но без заметного участия осадочного кремнезема. Кроме того, углисто-железистые сланцы с пиритом представляют пример сочетания углерода, железа и серы, но ртуть же без заметного участия кремнезема.

Четвертое место расположено по обоим берегам Енисея между устьями рч. Крол и Кандырла. Здесь выступают большие обнажения известняков енисейской свиты.³ Замечательно, что местами они превращены в крупнозернистые мраморы, обогащенные чешуйчатым графитом, образовавшимся под воздействием не вскрытого здесь гранитного интрузива. Я думаю, что в этом месте надо точно установить стратиграфическое положение графитизированных мраморов, чтобы проверить мою

¹ Повидимому, такими же железистыми силицилитами окажутся и те «выходы красновато-серой фельзитовидной породы с незначительным проявлением гематитового оруденения», которые были обнаружены А. Г. Вологдиным ниже по Енисею между его левыми притоками — рч. Крутой и Собакиной (1933, 21, обнаж. 37).

² Эту Бирюсу я в дальнейшем буду называть Енисейской Бирюсой, в отличие от той Бирюсы, которая течет восточнее р. Кан.

³ В принадлежности этих известняков к енисейской свите не приходится сомневаться, так как и А. Г. Вологдин называет их этим именем. Он признал теперь, что енисейская свита лежит стратиграфически ниже торгашинского известняка; только он относит ее к нижнему кембрию, а не к протерозою (1937₂).

мысль об увеличении битуминозности в верхнем горизонте енисейской свиты, о чем я писал выше (см. стр. 19).

Пятое место находится примерно в 1 км от предыдущего вверх по Енисею. Там опять обнажаются неслоистые крупнокристаллические мраморы, принадлежащие очевидно енисейской свите, а через 200 м выступают силицилиты темносерого цвета, местами обохренные на выходах.

Эти слегка оруденелые силицилиты — то плотные, то крупнокристаллические — выступают и выше по Енисею, до устья рч. Шубной. Весьма показательно, что в одном месте отчетливо видно, как эти породы рассекаются тонкими дайками крупнозернистого мусковитового гранита, которые указывают, что силицилиты древнее этой гранитной интрузии. Необходимо подчеркнуть, что эти силицилиты А. Г. Вологдин называет вторичными кварцитами, которые образовались за счет метасоматоза известняков; но он не приводит никаких доказательств в пользу этого предположения. Я считаю, что в енисейской свите могут существовать и действительно существуют подобные вторичные образования, которые должны быть приурочены к первично-осадочным силицилитам; но их всегда надо разграничивать, как я давно на это указывал (1931, 70). В данном случае условия образования этих пород требуют специального изучения. Кроме того не исключена возможность, что оруденение этих силицилитов представляет собой остатки коры выветривания, которая в Сибири ~~обычно~~ располагается на силицилитах (Чураков, 1932, 93). Поэтому данную задачу надо и здесь иметь в виду будущим исследователям.

Шестое место находится еще выше по Енисею около устья рч. Средней Синей. В этом месте и выше по Енисею снова выступают известняки и мраморы енисейской свиты. А. Г. Вологдин отмечает, что в одном обнажении среди мраморов выступает прослой «черного слоистого пиритизированного песчаника» мощностью около 20 м, а вблизи «наблюдается еще ряд таких же горизонтов меньшей мощности, переслоенных с горизонтами серых зернистых в о н ю ч и х¹ мраморов». Едва ли можно сомневаться в том, что эти черные пиритизированные слоистые песчаники представляют собой обычные прослои черных силицилитов, лишь слегка обогашенных серой и углистым веществом. Их правильная пластовая форма, а также битуминозность вмещающих известняков, сохранивших типичный запах сероводорода, указывают на то, что здесь не было метасоматоза, и прослои кремнистых пород являются осадочными.

Седьмое место находится еще выше по Енисею, почти около устья рч. Верхней Синей. Там выступает кутень-булукская свита с видимой мощностью около 200 м. Она состоит из «черных железистых, обохренных на выходах, углистых и углисто-кремнистых сланцев, местами в свежем виде пиритизированных; на выходах очень часты гнездовые скопления красной землистой охры и бурого железняка». Среди сильно железистых разновидностей этих сланцев встречаются прослои или линзы, настолько насыщенные железом, что они становятся железной рудой; одна из этих линз имеет мощность 6 м (Вологдин, 1937, 50). Кроме того, подобные породы обнаружены в виде правильных пластов и среди известняков енисейской свиты, — в той ее части, которая располагается около контакта со свитой сланцев, т. е. в верхних ~~горизонтах~~ енисейской свиты. А. Г. Вологдин подчеркивает, что свита этих сланцев, которую он и здесь отождествляет со свитой таких же сланцев ниже устья рч. Бирюсы,² залегают на мраморах енисейской свиты.

Поэтому нет никаких оснований сомневаться в том, что и около рч. Верхней Синей мы имеем дело с кутень-булукской свитой. Больше того, мы видим здесь интересующие нас образования и в верхнем ~~горизонте~~

¹ Эта и все следующие разрядки принадлежат мне. — А. Ч.

² Т. е. Енисейской Бирюсы.

~~зоне~~ енисейской свиты. Следовательно, это обнажение показывает пример концентрации углерода, концентрации кремния с углеродом, а также концентрации кремния с железом, причем количество последнего достигает местами таких размеров, что сланцы становятся железной рудой. Кроме того, прослои сланцев, которые залегают здесь в верхнем ~~горизонте~~ енисейской свиты, показывают, что процессы осадочной концентрации кремния, железа и углерода, которые так типичны для кутень-булукской свиты, начались уже в конце отложения известняков енисейской свиты.

Очевидно, вопрос о стратиграфической границе между этими обеими свитами можно и должно поставить иначе, чем он обычно решается. Ясно, что с точки зрения вышеописанных геохимических процессов верхний ~~горизонт~~ енисейской свиты так тесно связан с кутень-булукской свитой, что его надо было бы объединить с этой последней. В одной из своих работ я уже ставил этот вопрос; я указал тогда, что если это и правильно теоретически, то для картирования все же удобнее проводить границу между свитами там, где впервые начинают появляться слои терригенных пород (1931, 77—78). Я и теперь предпочитаю оставаться на той же точке зрения, — тем более, что прослои углистых и углисто-кремнистых сланцев в енисейской свите являются редкостью.

Но теперь из этого обстоятельства я делаю новый вывод: приуроченность силицилитов, углистых силицилитов и углисто-железистых силицилитов к верхнему ~~горизонту~~ карбонатной енисейской свиты, а также их наличие в терригенной кутень-булукской свите являются чрезвычайно убедительным доказательством полного отсутствия каких-либо следов континентального перерыва между обеими протерозойскими свитами. Точнее говоря, они свидетельствуют о непрерывности отложения этих двух литологически различных свит, объединенных столь своеобразной геохимической фацией.

Долина р. Маны. На р. Мане наблюдаются подобные же явления; только там они описаны не столь отчетливо. А. Г. Вологдин указывает, что вообще в средней части той свиты, которую я называю кутень-булукской, наблюдаются «свиты слоев угольно-черных известково-железистых сланцев, мощностью до 160—200 м». При этом в качестве примера он указывает Урманскую излучину (1931, 6). Вчитываясь в описание обнажений, данное им для этой излучины, мы обнаруживаем не мало интересного.

Прежде всего мы видим, что в самом верхнем горизонте енисейской свиты, в левом берегу Маны выступают «черные железистые мраморы» с видимой мощностью около 17 м. Эти мраморы непосредственно сменяются «черными правильно слоистыми однородного сложения грубо-слоистыми мраморами». Судя по геологической карте, «железистые мраморы» залегают среди мраморов на расстоянии не более 40—50 м от контакта обеих протерозойских свит. Сопоставляя же обнажения №№ 3, 4, 5, 8 и 21, обозначенные на подробной карте Урманской излучины, можно сделать вывод, что и весь верхний горизонт черных мраморов едва ли превышает 50 м (Вологдин, 1931, карта).

Внутри кутень-булукской свиты также наблюдаются три обнажения, представляющие для нас интерес. Они расположены на том же берегу Маны к западу от вышеописанного. Так, совсем недалеко от контакта обеих свит (обнажение № 2) среди сланцев выступает порода, которая подверглась «сильному окремнению и ожелезнению» (Вологдин, 1931, 11). Затем, в 160 м к западу от нее выступают известково-глинистые тонко-слоистые сланцы, «с микроконкрециями халцедона», заметными лишь под микроскопом. Наконец, в 60 м к западу от предыдущего обнажения выступают известково-глинистые сланцы, которые с поверхности покрыты выцветами белых квасцов (Вологдин, 1931, 12).

Несколько иную и более полную картину дает этот исследователь.

когда пишет общую характеристику кутень-булукской свиты Урманской петли. Он отмечает, что там на основании непрерывного ряда обнажений всю эту свиту можно разбить на следующие три группы. Нижняя группа представлена известково-железистыми кремнистыми сланцами мощностью в 50 м; средняя группа складывается метаморфическими сланцами серо-зеленоватого цвета мощностью в 220—240 м, причем выветрелые поверхности сланцев покрыты выцветами белых солей (квасцов); верхняя группа состоит из черных железисто-известковистых тонкоплитчатых сланцев мощностью в 160—180 м, которые на выветрелых поверхностях превращаются в охристую породу с большим содержанием железа (Вологдин, 1931, 15).

Следовательно, в Урманской петле мы также видим процесс совместного отложения железа и кремния; кроме того мы видим отложения железа без кремнезема, но с карбонатами; затем, местами очевидно наблюдаются и осадки, в которых железо сочетается с углеродом, в виде угольно-черных известково-железистых сланцев. Не менее интересны и микроконкреции халцедона; я предполагаю, что они могут оказаться радиолариями, подобно таким же образованиям, которые были обнаружены мной в силицитах Кузнецкого Алатау (Чураков, 1938, фиг. 13).

Наконец, весьма своеобразны железистые мраморы в верхнем горизонте енисейской свиты. Если это — действительно осадочные образования и если в них нет кремнезема, то я склонен видеть в них тот случай осаждения железа в известняках, неизбежность которого вытекала из общих соображений, изложенных мною выше (см. стр. 19). К этому я могу добавить, что и сама углистость известняков, которая выражается в их черном цвете, представляет собой новый пример обогащения верхнего горизонта енисейской свиты углеродом.

В Саратовской петле сильно железистые тонкоплитчатые сланцы зеленого цвета обнажаются в самом нижнем горизонте кутень-булукской свиты, а стратиграфически выше обнаружены «слои оруденелого охристого разрушенного диабазового сланца» (Вологдин, 1931, 26). Это второе обнажение представляет особый интерес как пример отложения железа вместе с терригенным материалом, потому что едва ли это диабазовый сланец: это — граувакка. Наконец, в Саратовской петле заслуживает изучения и верхний горизонт енисейской свиты, так как выветрелая поверхность известняков местами обильно покрыта выцветами таких же солей (квасцов), какие покрывают выветрелые поверхности сланцев (Вологдин, 1931, 25, 26).

В заключение надо указать, что и в долине Базаихи есть образования, заслуживающие внимания. Это — темнобурые известняки, выступающие в правом склоне ее долины. Ю. А. Кузнецов, впервые обративший на них внимание, отнес их к нижнему кембрию. Но исследованиями И. К. Баженова и М. П. Нагорского безоговорочно доказано, что это — протерозойские отложения, представляющие собой частью прослой известняка в кутень-булукской свите, частью повидимому верхние горизонты енисейской свиты. Крайне желательно исследовать эти породы на содержание в них железа и свободного углерода для проверки высказанных соображений о палеогеографическом распространении геохимических процессов, связанных с концентрацией этих элементов.

Теперь подведем итоги. Мне конечно возражат, что в тех образованиях, которые мы рассмотрели в долинах Енисея и Маны, кремнезем и железо во многих местах обусловлены гидротермальными процессами; мне укажут, что пирит не является следствием регионального метаморфизма осадочных пород, а создан также контактовым метасоматозом или телемагматическими гидротермальными процессами; наконец, будет высказано соображение, что оруденение на поверхности сланцев есть только остаток коры выветривания.

Едва ли есть необходимость рассматривать все эти возражения, ибо

совершенно ясно, что описанные мной явления нельзя свести только к этим вторичным процессам. Необходимость углубленного изучения этих своеобразных пород очевидна, так как в случае благоприятного разрешения выдвинутых мной положений мы получим весьма прочную геохимическую основу для разработки стратиграфии сибирского протерозоя. Кроме того, мы сможем таким образом выделить в среднем протерозое особый стратиграфический горизонт, представляющий собой любопытнейшую геохимическую фацию, в отложениях которой могут оказаться месторождения различных полезных ископаемых осадочного происхождения, часть которых в виде силицилитов и кремнисто-железных руд уже обнаружена.

Протерозойские подводные излияния

Некоторые геологи до сих пор утверждают, что на юге Средней Сибири во время отложения кутень-булукской свиты происходили подводные излияния основной магмы. Уверенность в правильности подобных утверждений настолько велика, что и те зеленые сланцы, в которых метаморфизм уничтожил даже следы их бывшего происхождения, тоже рассматриваются как метаморфические вулканические туфы. В качестве доказательства приводятся следующие данные. Во-первых, в составе кутень-булукской свиты среди песчаников и глинистых сланцев встречаются прослои вулканических туфов; во-вторых, среди этих пород залегают «покровы лав (спилитов, мандельштейнов), местами превращенных в амфиболиты, ... и диабазов» (Эдельштейн, 1937, 23); в-третьих, среди этих пород встречаются и вулканические брекчии (Вологдин, 1933).

Такая постановка вопроса естественно дает право представителям этих взглядов считать, что те прослои силицилитов, которые залегают среди протерозойских отложений, генетически связаны с подводными извержениями. Эта связь, по их мнению, заключается в том, что углекислота, выносимая подводными извержениями, насыщает морскую воду, которая легко растворяет планктон с известковым скелетом; вследствие этого на дне моря отлагается лишь планктон с кремнекислым скелетом, что и создает прослои силицилитов (Эдельштейн, 1938, 95—96). * * *

Надо заметить, что в зарубежной литературе, где вопрос о происхождении силицилитов, в частности железистых силицилитов, уже давно подвергается всестороннему изучению, тоже весьма широко распространен взгляд на образование осадочных кремнистых пород под влиянием подводных извержений; только там вопрос ставится иначе, и источником обогащения морской воды кремнеземом считаются кремнистые термальные воды (Collins, 1928). Вместе с тем за границей достаточно широко распространена и теория биогенно-химического происхождения силицилитов без существенного участия кремнеземистого планктона (Тагг, 1926). Правда, насколько мне известно, никто из иностранных геологов еще не связывал образование осадочных силицилитов с климатическими условиями.

Совершенно очевидно, что все эти вопросы имеют самое животрепещущее значение для понимания условий образования протерозойских отложений юга Средней Сибири, ибо те образования, которые указанными исследователями считаются вулканическими брекчиями, я рассматриваю как морские тиллиты. Кроме того, наличие подводных излияний конечно или опровергает мои взгляды на происхождение силицилитов, или требует для защиты этих взглядов особого обоснования. По отношению к Кузнецкому Алатау я уже указал, что там, несмотря на свои многолетние исследования, я нигде не мог обнаружить ни вулканических покровов, переслаивающихся с осадками кутень-булукской свиты, ни вулканических брекчий, ни туфов (1932, 23; 1938, 45); они отсутствуют и на восточной окраине Кузнецкого Алатау (Чураков, 1933).

Теперь перейдем к северо-западной части Восточного Саяна и посмотрим, может быть и там в действительности нет никаких оснований говорить о подводных извержениях. Начнем с того, что еще в 1932 г. Ю. А. Кузнецов дал исчерпывающую оценку осадочным породам своей граувакковой, т. е. кутень-булукской свиты. Вот, что он пишет: «Некоторыми авторами... граувакковая формация Красноярского района трактуется как существенно туфогеновая. Однако просмотр весьма обширного петрографического материала, имеющегося в моем распоряжении, не подтверждает этого; мы всегда имеем по существу обычные кварцевые песчаники, слегка обогащенные полевошпатовым материалом».

Правда, Ю. А. Кузнецов указывает наличие вулканических туфов в составе «эффузивной формации», которую я отождествил с кутень-булукской свитой. Но его описание не дает никакой уверенности в том, что это — действительно туфы. В самом деле, он пишет, что «туфы всегда оказываются сильно рассланцованными, размятыми; даже под микроскопом не всегда удается установить их истинную природу; в том же случае, если они попадают в зону тектонических нарушений, оказываются превращенными в настоящие хлоритовые сланцы» (1932, 9). Поэтому указания на присутствие «туфогенных пород» и «диабазового цемента» (в конгломератах), которые были обнаружены А. Г. Вологдиным на р. Мане в составе кутень-булукской свиты, едва ли можно признать обоснованными, ибо эти породы даже не были им изучены под микроскопом (1931, 27—33).

Затем, ни один из исследователей этой части Восточного Саяна не описал ни одного случая переслаивания вулканических покровов с осадками кутень-булукской свиты. Что же касается спилитов, то эти породы, которые наиболее подробно описаны на левом берегу Енисея около Собакинского гипербазита¹ и в составе этого последнего, прорывают уже дислоцированную кутень-булукскую свиту, как это не трудно понять, если внимательно прочесть работу А. Г. Вологодина; да и сам он приходит к тому же выводу (1933).

Наконец, есть указание на существование в кутень-булукской свите вулканической брекчии неподалеку от г. Красноярска. Там, в 11 км к западо-юго-западу от города, около левого берега Енисея среди его протока выступает любопытная скала, изображенная на фотографии в работе А. Г. Вологодина (1933, табл. 1, № 3). Она считается вулканической брекчией. Между тем, если всмотреться в фотографию, то легко заметить, что порода состоит из темного цемента и белых угловатых обломков, которые беспорядочно расположены и группируются в виде двух параллельных друг другу прослоев. К сожалению, исследователь не описал ни петрографический состав обломков этой брекчии, ни состав ее цемента; но едва ли можно сомневаться в том, что цемент и обломки произошли из различных пород, судя по их резко различной окраске. Поэтому я не вижу оснований считать эту несомненно осадочную брекчию вулканической. Впоследствии я дам ей другое объяснение.

Таким образом, для этой части Восточного Саяна нет никаких данных говорить о наличии подводных извержений, одновременных с отложением кутень-булукской свиты. Наоборот, есть много оснований отрицать их наличие.

Наконец, несколько слов о происхождении силицилитов под влиянием подводных извержений. О таком происхождении этих пород еще можно говорить, если иметь в виду прослой силицилитов среди граувакк кутень-булукской свиты, принимаемых за «вулканические туфы». Но я не вижу никаких, даже отдаленных оснований для того, чтобы применять эту гипотезу для объяснения происхождения мощных прослоев силицилитов, залегающих в верхних горизонтах енисейской свиты. Если бы это было

¹ О Собакинском гипербазите см. в главе «Перидотитовый пояс Восточного Саяна» (стр. 70).

так, то мы давно заметили бы следы подводных извержений в виде вулканических потоков или покровов, залегающих внутри известняков енисейской свиты в том же горизонте, где залегают силицилиты.

Эту свиту, чрезвычайно широко распространенную на юге Средней и Западной Сибири и представленную многочисленными, подчас огромными непрерывными обнажениями, наблюдали и изучали неоднократно многие геологи. Но ни один из них не обнаружил в этой свите ни одного вулканического покрова. Конечно, можно упростить эту гипотезу и предположить, что вулканическая деятельность проявлялась на дне моря не в виде излияний, а только в виде газообразных вулканических эманаций. Но такую картину я не могу себе представить в природе, если учесть, что енисейская свита с ее силицилитами отлагалась на площади свыше 400 000 км².

Небесполезно указать, что на юго-востоке Горного Алтая прослои силицилитов были обнаружены мной в енисейской свите даже на глубине около 500 м от стратиграфического контакта между ней и кутеньбулукской свитой, при полном отсутствии вулканических покровов в енисейской свите (Чураков, 1938₂; 1941₂). Следовательно, мы имеем достаточно оснований для того, чтобы рассматривать происхождение осадочных силицилитов, не привлекая для этого вулканические процессы.

Протерозойская тектоника

Уже давно мной проводится мысль о том, что протерозойские отложения на юге Средней Сибири еще в протерозойское время были собраны в складки северо-восточного простирания (байкальская складчатость), которые затем в протерозойское же время были деформированы новым тангенциальным давлением (саянская складчатость), смявшим первоначальные складки, с образованием местами даже крупных складок северо-западного простирания (Чураков, 1927; 1931; 1932₂). Кроме того, мне удалось показать, что на севере Енисейского кряжа те же протерозойские отложения не только имеют сложную тектонику, но и весьма сложный цикл вулканизма, начавшийся после формирования складчатости и завершившийся еще до начала трансгрессии нижнекембрийского моря (Чураков, 1933₂).

Это последнее обстоятельство заставило меня признать наличие в Енисейском кряже очень большого перерыва между протерозойскими и кембрийскими отложениями и отнести протерозойские осадки к среднему протерозою. Этот вывод я распространил и на весь юг Средней Сибири, пользуясь морскими тиллитами как руководящим стратиграфическим горизонтом, позволившим мне отождествить протерозойские отложения Енисейского кряжа, Кузнецкого Алатау и западного склона Восточного Саяна, к которым недавно я присоединил и юго-восток Горного Алтая (Чураков, 1935, 1938₂; Tchurakow, 1932). Поэтому весьма важно рассмотреть протерозойскую тектонику, а также протерозойский вулканический цикл и в северо-западной части Восточного Саяна, чтобы выяснить, нет ли и здесь таких явлений, которые могли бы подтвердить правильность моих выводов.

В настоящей главе я рассмотрю только вопросы тектоники; вопросов же протерозойского вулканизма я почти не буду касаться, потому что в Красноярском районе для этого нет еще надлежащих наблюдений. Вопросы вулканизма мы рассмотрим в верховьях Бирюсы, откуда и протянем связующие нити к окрестностям г. Красноярска. В настоящее время исследованиями И. К. Баженова и М. П. Нагорского уже бесспорно установлено, что в Красноярском районе протерозойские отложения собраны в складки северо-восточного простирания; также бесспорно и то, что эти складки образовались до начала кембрийского периода, ибо кембрийские отложения с базальным конгломератом лежат

на размытой поверхности дислоцированных отложений кутень-булукской свиты, а местами даже непосредственно на енисейской свите.

Правда, кембрийские отложения, представленные здесь торгашиным известняком, относятся теперь к среднему кембрию. Поэтому может возникнуть предположение, что тектоника протерозойских отложений создавалась в нижнем кембрии или даже в начале среднего кембрия, а не в протерозое. Однако эту мысль необходимо отвергнуть, так как нигде в Средней и Восточной Сибири мы не знаем ни одного случая резкого углового несогласия ни внутри нижнекембрийских отложений, ни на границе между средним и нижним кембрием. Единственно, что нам доподлинно известно, это — эпейрогенические колебания, происходившие между нижним и средним кембрием, что местами привело к размыву нижнего кембрия и непосредственному налеганию среднего кембрия на докембрий (Чураков, 1933, 14, 36, 46).

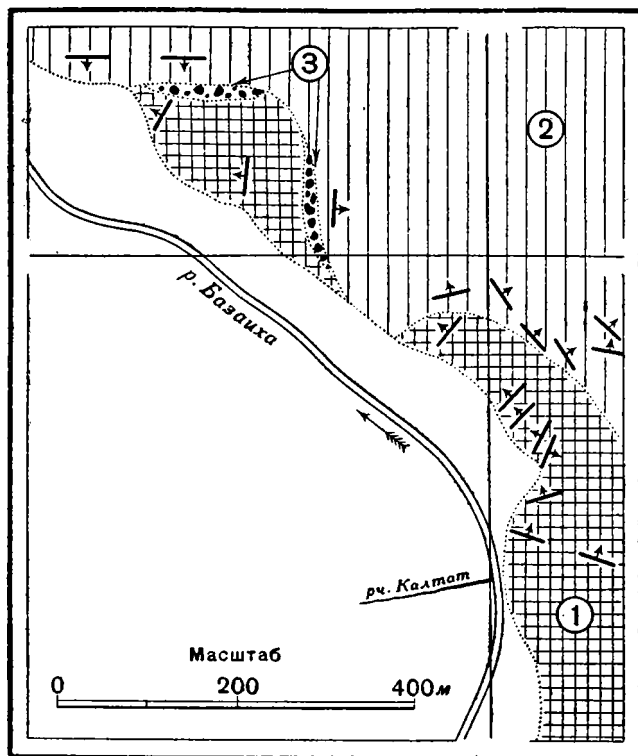
Следовательно, надо считать, что и в Красноярском районе мы имеем такой же случай, подобно тому как мы наблюдаем это в Кузнецком Алатау и на западном склоне Восточного Саяна (Чураков, 1931, 381; 1932). Только до сих пор остается неясным, отлагался ли там нижний кембрий, который затем подвергся эпейрогеническому поднятию и был смыт до начала среднекембрийской эпохи, или на всем юге Средней Сибири он совсем не отлагался, ибо с конца протерозоя до начала среднего кембрия юг Средней Сибири был сушей.

Для Красноярского района И. К. Баженов с М. П. Нагорским указывают, что в бассейнах рч. Калтат и Намурт, которые впадают в Базаиху слева, известняки енисейской свиты, перекрываемые сланцами кутень-булукской свиты, образуют три размытых и сильно сжатых антиклиналей, которые простираются на СВ 50° , а крылья их падают $\angle 40-50^\circ$. Выше по Базаихе около устья кл. Часовенного енисейские известняки простираются на СВ 20° и падают к востоко-юго-востоку $\angle 50^\circ$. Это направление простираения выдерживается и дальше к северу, так как прослой силицилита енисейской свиты в верховьях кл. Часовенного также имеет северо-восточное простираение. В дополнение к этому следует указать, что в 7 км к юго-западу от устья кл. Часовенного среди площади сплошного распространения сланцев кутень-булукской свиты резко выступают два прослоя известняков, имеющих востоко-северо-восточное простираение и крутое падение к юго-востоку, как это видно на карте Ю. А. Кузнецова (1932).

На фоне этой, казалось бы, однородной тектоники мы видим совершенно иное простираение пород в правом склоне Базаихи выше устья рч. Калтат. Там, на протяжении около 2 км непрерывно выступает полоса сланцев кутень-булукской свиты и темнобурых известняков, которые простираются в северо-западном направлении, судя по линии нормального контакта обеих пород (Кузнецов, 1932, карта). Правда, Ю. А. Кузнецов, описавший это явление, отнес темнобурые известняки к нижнему горизонту торгашинских, т. е. среднекембрийских известняков. Но теперь мы доподлинно знаем, что темнобурые известняки входят в состав кутень-булукской свиты, ибо они отделены от кембрийских известняков базальным конгломератом этих последних, как это доказали И. К. Баженов с М. П. Нагорским. Судя по карте Ю. А. Кузнецова, темнобурые известняки и сланцы кутень-булукской свиты падают там к востоко-северо-востоку под углом до 50° , т. е. под торгашинские известняки. При этом в самих торгашинских известняках это направление складчатости не проявляется, как показывает разрез, составленный И. К. Баженовым и М. П. Нагорским (1937, 22).

Внимательное изучение геологических карт долины Базаихи показывает, что и в других ее частях слою обеих протерозойских свит имеют самое разнообразное простираение, которое местами совершенно не совпадает с простираением вышележащих торгашинских известняков. Особенно

показательно одно место в правом склоне Базаихи ниже рч. Калтат, где несоответствие простираций достигает даже прямого угла, так как протерозой простирается там меридионально, а кембрий, отделенный от него базальным конгломератом, простирается широтно (Баженов и Нагорский, 1936, 5). Этот весьма показательный участок изображен на фиг. 6. Это обстоятельство исключает всякую возможность рассматривать различие между тектоникой протерозойских и кембрийских отложений как следствие дисгармоничной складчатости, хотя было время, когда выдвигалось подобное объяснение (М. А. Усов



Фиг. 6. Тектоника протерозоя и кембрия (по И. К. Баженову и М. П. Нагорскому).

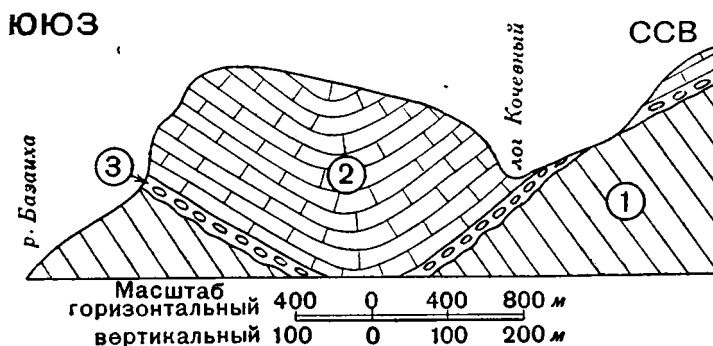
1 — кутень-булукская свита (протерозой); 2 — торгашинский известняк (средний кембрий); 3 — базальный конгломерат среднего кембрия.

Прямоугольное несогласие наблюдается, конечно, далеко не всюду, так как обнаружены случаи, когда и протерозой и кембрий собраны в складки одного направления. Такой пример можно наблюдать в правом склоне Базаихи по Кочёвному логу. Но и в данном случае не подлежит сомнению, что северо-западная складчатость протерозойских отложений образовалась раньше северо-западной складчатости кембрийских известняков, так как свиты разделены базальным конгломератом и различием в величине углов падения. Этот поучительный разрез представлен на фиг. 7, взятой из работы И. К. Баженова и М. П. Нагорского (1937, 19).

Подводя итоги, мы можем сказать, что в бассейне р. Базаихи — на площади, которая протягивается на 13 км вкост господствующего северо-восточного простираения протерозойских отложений, — мы видим в них крупную пликативную деформацию, в которой слои простираются к северо-западу на протяжении около 2 км и круто падают к северо-востоку; кроме того, местами видно смятие протерозойских отложений с образованием крутых меридиональных складок. Трудно себе предста-

вить, чтобы такая сложная форма пликативных дислокаций, возникшая на этой сравнительно небольшой площади, была создана одним давлением, одного направления. Правильнее думать, что в данном месте сначала были созданы крупные складки северо-восточного простирания, а затем они были смяты новым давлением, которое действовало в ином направлении.

Короче говоря, я прихожу к мысли, что протерозойские отложения пережили два одновременных периода складчатости. Одновременность этих процессов доказывается, по-моему, тем, что перемена направления тангенциального давления не может происходить быстро: она происходит вследствие медленного и длительного нарастания в литосфере новых условий, сущность которых мне еще не ясна. Во всяком случае ясно одно: не только северо-восточная складчатость, но и пликативная деформация северо-западного простирания имеют докембрийский возраст.



Фиг. 7. Разрез правого склона долины р. Базайхи через Кочевный лог (по И. К. Баженову и М. П. Нагорскому):

1 — протерозой (кутень-булукская свита); 2 — средний кембрий (торгашинский известняк); 3 — базальный конгломерат среднекембрийских известняков. Северо-западная складчатость протерозойских отложений образовалась до среднекембрийской эпохи.

Эта своеобразная протерозойская тектоника не ограничивается бассейном Базайхи: ее можно проследить и на левом берегу Енисея в двух местах выше г. Красноярска. Там, в 15 км выше города, в нижнем течении рч. Караульной, впадающей в Енисей слева, выступают известняки енисейской свиты, которые обнажаются в обоих склонах долины этой речки на протяжении 1 км, образуя утесы в 50 м высоты. Известняки енисейской свиты, обладающие хорошей слоистостью и даже плитчатостью, простираются на СВ 60° и образуют небольшие, но крутые складки с углом падения крыльев до 55° . Протерозойский возраст этих известняков доказывается тем, что на них несогласно и с базальным конгломератом лежат торгашинские известняки среднего кембрия, полого падающие к северо-западу $\angle 15-30^\circ$ (Баженов и Нагорский, 1937, 10, 21).

Там, в крыльях этих протерозойских складок наблюдается мелкая складчатость, расположенная так, что осевые плоскости этих вторичных складок оказываются перпендикулярными направлению главных складок.

В данном случае совершенно очевидно, что эта пlicoчaтoсть могла возникнуть только вследствие особого давления, которое действовало уже после образования главных складок, а направление этого давления располагалось примерно под прямым углом к направлению первого тангенциального давления. Эта вторая, мелкая складчатость возникла до начала среднего кембрия, известняки которого местами лежат там на дополнительных складочках енисейской свиты, но сами не обладают этой мелкой складчатостью. Такая же дополнительная складчатость

в енисейских известняках наблюдается и в верхней части долины рч. Собакиной, которая впадает в Енисей слева в 5 км ниже рч. Каравельной (Баженов и Нагорский, 1937, 10).

Еще дальше вниз по левому берегу Енисея — там, где выступает кутень-булукская свита против устья Базанхи, — вся эта толща представляет собой северо-северо-западное крыло мощной синклинали, а ее второе, т. е. юго-юго-восточное крыло обнажается лишь на противоположном берегу Енисея. Следовательно, эта крупная синклиналь простирается на восточно-северо-восток.

Здесь в моноклинально падающей свите левого берега Енисея, которая сложена сланцами с прослоями известняков, можно наблюдать небольшие, но крутые складки. Их оси простираются на северо-запад, а крылья падают под углом от 20 до 90°; местами эти мелкие складки наклонены то к северо-востоку, то к юго-западу. Вместе с тем в породах наблюдается и рассланцовка. Подобная складчатость наблюдается в кутень-булукской свите и на правом берегу Енисея (Баженов и Нагорский, 1937, 15—17).

Значит, оба крыла всей мощной синклинали восточно-северо-восточного простиранья сморщены, т. е. смяты в мелкие складочки северо-северо-западного простиранья. Очевидно, и в данном случае повторная складчатость была создана не той силой, которая сформировала главную синклиналь, а другой, действовавшей позднее и в ином направлении. Конечно, в данном случае у нас нет уверенности в том, что повторная складчатость также является протерозойской, а не послекембрийской.

Я не могу сейчас дать удовлетворительного доказательства ее протерозойского возраста, кроме экстраполяции; но будущим исследователям я намечу способ решения этой задачи. Дело в том, что там, как указывают И. К. Баженов и М. П. Нагорский, на левом берегу Енисея около Дома отдыха «по направлению рассланцовки известняков имеются дайки диабазов, различной мощности и облика» (1937, 10). Исследователи не описывают дайки этих пород; но они высказывают предположение, что эти дайки являются корнями тех вулканических покровов среднего палеозоя (силур — девон), которые залегают неподалеку к северу от этого места.

Я полагаю, что это — не совсем так, ибо еще В. Златковский обнаружил, что там встречаются и дайки ортоклазового порфира, причем «нередко красный ортоклазовый порфир пересекается жилами до 1 саж. ширины, темнозеленовато-серого диорита» (1884, 53—54). Дайки порфира встречаются там повидимому довольно часто, так как их подметил в свое время и Н. Ижицкий (1895, 68). Если учесть, что во времена Златковского и Н. Ижицкого диоритом называли зеленокаменные диабазы, а иногда и граувакки,¹ то станет ясно, что среди описываемых дайков имеются не только дайки порфиров, но и рвущие их дайки древних зеленокаменных диабазов.

Я полагаю, что дайки этих зеленокаменных диабазов одновременны с теми протерозойскими диабазами, которые широко распространены в Кузнецком Алатау и на западном склоне Восточного Саяна (Чураков, 1927, табл. 1; 1931, 371). Поэтому при исследовании левого берега Енисея надо установить, не прорываются ли этими древними диабазами, а также более ранними порфирами те мелкие складки северо-западного простиранья, которые созданы вторым периодом складчатости. Конечно, надлежит еще доказать докембрийский возраст самих диабазов в данном районе. Для этого надо тщательно изучить базальный кембрийский конгломерат и найти в нем гальки древних диабазов. При этом особенно

¹ Действительно, в «Землеведении Азии» К. Риттера (т. IV, стр. 627—628) указано, что «в 14 верстах выше д. Бирюсинской по левому берегу Енисея начинаются выходы зеленого камня и диорита». Но теперь мы знаем, что это — граувакковая толща с зеленокаменными диабазами.

желательно найти среди них гальки или обломки пикритовых диабазов, дайки которых известны среди отложений кутень-булукской свиты.¹

В случае удачного разрешения всех этих задач мы не только смогли бы доказать всюду протерозойский возраст второго периода складчатости, но доказали бы наличие протерозойских базальтовых излияний и кислой интрузии, которая им предшествовала. Короче говоря, мы чрезвычайно расширили бы размер перерыва между протерозоем и кембрием, установив для него следующие события: 1) складчатость северо-восточного простиранья, 2) складчатость северо-западного простиранья, 3) интрузию кислой магмы, 4) излияние базальтов и 5) мощный эрозионный цикл,² который местами совершенно уничтожил кутень-булукскую свиту, как мы уже видели это в долине рч. Караульной (см. выше, стр. 31).

Можно без ошибки предсказать, что гальки диабазов, если они будут найдены в базальном кембрийском конгломерате, окажутся попавшими в конгломерат уже в метаморфизованном виде. Это предсказание я делаю на том основании, что перерыв между протерозоем и кембрием, а также количество событий, которые произошли во время этого перерыва, в действительности были значительно большими, как мы увидим это впоследствии при рассмотрении верховьев р. Бирюсы.³

Если протерозойская тектоника действительно является следствием очень сильной деформации северо-восточных складок, то легко предвидеть, что на больших площадях она может выразиться также изгибанием в горизонтальной плоскости осей первоначальных крупных складок.

Такой пример мы видим в бассейне р. Маны около Саратовской излучины,⁴ как это видно на карте Ю. А. Кузнецова (1932), копия которой для интересующего нас участка дана на фиг. 8. Там, размытая антиклиналь, сложенная известняками енисейской свиты, подходит к долине Маны с северо-северо-востока, имея простиранье на юго-юго-запад; затем, южнее р. Маны она плавно изгибается и простирается на юго-восток, непрерывно прослеживаясь на протяжении 8 км до другого колена р. Маны; дальше к югу она круто изгибается, но в обратную сторону, и идет на юго-юго-запад, прослеживаясь на протяжении 15 км, как видно на карте. Судьбу этой антиклинали разделяет и та синклинальная складка, сложенная сланцами кутень-булукской свиты, которая примыкает к этой антиклинали с западной стороны.

Резкие изгибы осей складок наблюдаются и на коротких расстояниях. Так, например, в Урманской излучине р. Маны, т. е. в 45 км (по прямой) к юго-востоку от Саратовской излучины, широкая полоса известняков енисейской свиты пересекает долину Маны в направлении с северо-северо-востока на юго-юго-запад, как это отчетливо видно по простиранью нормального контакта между этой свитой и налегающей на нее с северо-запада кутень-булукской свитой. Однако в самом узком месте излучины, т. е. в ее перемычке, контакт круто изгибается в плане и принимает юго-восточное простиранье, как показано на крупномасштабной геологической карте, составленной А. Г. Вологдиным (1931, 11 и карта).

Насколько сильно перемяты местами протерозойские складки в бассейне р. Маны и как круто меняются в них направления простираний даже на коротких расстояниях, видно из того, что А. Г. Вологдин создал

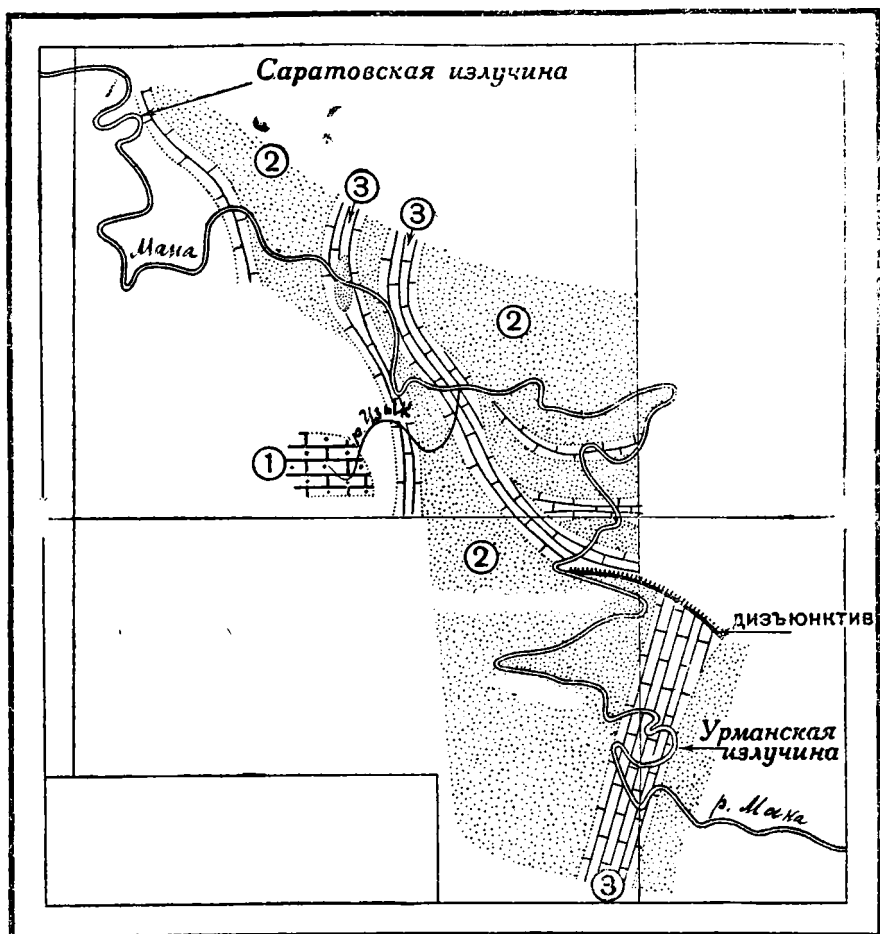
¹ См. главу «Закключение» (стр. 88).

² Можно наметить и еще один процесс, а именно — тангенциальное давление, происшедшее после складчатости северо-западного простиранья, но до начала эрозионного цикла. Этот процесс вызвал местами рассланцовку енисейских известняков, которые, как показали И. К. Баженов с М. П. Нагорским, встречаются в базальном конгломерате среднего кембрия в виде уже рассланцованных обломков.

³ Я имею в виду Бирюсу, которая течет к востоку от Кана.

⁴ Саратовская излучина находится к юго-западу от г. Красноярска, как показано на карте А. Г. Вологодина (1931).

гипотезу одновременного давления с разных сторон: он полагает, что эта тектоника обусловлена «сложным движением каких-то сближающихся массивов с разной скоростью на флангах, так как характер складчатости дает впечатление как бы о вращении этих зон давления вокруг некоторых, тоже движущихся вертикальных осей» (1931, 8). Я не буду вдаваться в сущность этой гипотезы; но отмечу, что она неплохо передает



Фиг. 8. Искривление протерозойских складок в бассейне р. Маны (по Ю. А. Кузнецову).

1 — средний кембрий; 2 — кутень-булукская свита; 3 — енисейская свита. Эффузивная формация объединена с граувакковой; интрузивы не показаны.

сложность тектоники. По-моему, А. Г. Вологдин подходит значительно ближе к правильному пониманию существа дела, когда на той же странице он пишет, что «осложнения складчатости этого типа приходится относить ко вторичным, связанным с последующим позднейшим периодом складкообразования» (Вологдин, 1931, 8).

Те же сложные формы протерозойской тектоники мы видим и в долине Енисея. Там около дер. Бирюсинской оба склона долины Енисея сложены кутень-булукской свитой, в которой залегают параллельно друг другу два прослоя известняков; они пересекают Енисей и тянутся в северо-западном направлении на протяжении около 5 км, как показывает Ю. А. Кузнецов (1932, карта). Вместе с тем в самой долине Бирюсы, т. е. неподалеку, обнажается антиклиналь, ядро которой сложено ени-

сейской свитой, а крылья — кутень-булукскими сланцами; эта антиклиналь имеет северо-восточное простираание.¹

Таким образом, мы видим, что в Красноярском районе протерозойская тектоника выражена различно. В северной части на небольшой площади, к тому же подробно изученной, мы видим главным образом мелкую складчатость на крыльях крупных складок; но в бассейне Маны на больших площадях обнаруживаются в плане крутые изгибы целых складок.

Конечно, в бассейне Маны и по берегам Енисея (около р. Бирюсы) надо еще доказать, что деформация первоначальных северо-восточных складок является следствием именно протерозойской тектоники, а не вызвана силами салаирского или более молодого тектогенеза. Для этого надлежит изучить те места, где на поверхности протерозоя сохранились останцы кембрийских отложений, или даже такие места, где кембрий соприкасается с протерозоем по дизъюнктиву.

Я укажу два таких места. Первое, это — оба берега Енисея около дер. Бирюсинской. Там, как это теперь известно, кутень-булукская свита надвинута на кембрийские известняки (Чураков, 1939²). Поэтому надлежит изучить пликтивную тектонику кембрия и протерозоя с таким расчетом, чтобы обнаружить в протерозойских сланцах следы более древней тектоники, которая совсем не отразилась на кембрийских известняках.

Второе место, это — верховья рч. Изъик, впадающей слева в Ману (фиг. 8). Там, как это показано на карте Ю. А. Кузнецова, кембрийские известняки по сбросу прилегают к кутень-булукским сланцам. Однако я сомневаюсь в существовании этого сброса и думаю, что резкий переход между этими свитами обусловлен не сбросом, а непосредственным налеганием известняков среднего кембрия на протерозой. Это предположение станет особенно понятным, если учесть формы современного рельефа. Здесь надо внимательно изучить основание кембрийских известняков с целью поисков маломощного базального конгломерата, подобного тому, который лишь недавно обнаружен на Базаихе. Затем надо выяснить тектонику кембрийских известняков и простираание протерозойских сланцев, на которых известняки залегают.

Подводя итоги, мы можем сказать, что в Красноярском районе протерозойская тектоника действительно сформировалась под воздействием двух тангенциальных напряжений, действовавших в разное время и в различных направлениях. Кроме того, в долине р. Базаихи и на левом склоне долины Енисея отчетливо видно, что оба тангенциальных напряжения произошли до начала среднекембрийской эпохи. Эту сложную тектонику надлежит считать протерозойской, так как в Средней и Восточной Сибири нет явлений диастрофизма между нижне- и среднекембрийскими эпохами.

При описании магматических пород в верховьях Бирюсы² я покажу, что в этой части Восточного Саяна тангенциальные напряжения действовали многократно во время протерозоя.

Критика взглядов К. В. Радугина на стратиграфию протерозоя Восточного Саяна

В 1936 г. К. В. Радугин проплыл на лодке по р. Мане от с. Нарвы до ее устья и, изучив небольшой участок на ее левом берегу около устья рч. Тюбил,³ напечатал статью, в которой не только описал свои наблюдения, но и сделал ряд сопоставлений древних свит этой части Восточного Саяна с протерозоем и кембрием Горной Шории (1938). Сущность его статьи заключается в том, что он доказывает существование

¹ Личное сообщение геолога Н. В. Белова.

² Я имею в виду Бирюсу, протекающую к востоку от Кана.

³ См. выше — фиг. 8.

протерозоя и кембрия, которые и по его наблюдениям разделены большим перерывом. Однако стратиграфию протерозоя и кембрия К. В. Радугин дает в более сложном виде и устанавливает «несколько страниц», совершенно новых для истории геологического развития Восточного Саяна.

Эти страницы, представленные новыми осадочными формациями и новыми вулканическими циклами, располагаются стратиграфически между теми отложениями, которые я до сих пор описывал как протерозойские и среднекембрийские; по времени же своего образования они относятся К. В. Радугиным частью к протерозою, частью к кембрию. Кроме того, К. В. Радугин предположительно устанавливает еще три новых осадочных формации, которые лежат стратиграфически ниже енисейской свиты.

Надо сказать, что эту статью довольно трудно читать, так как ее автор почти совершенно не пользуется теми стратиграфическими названиями, которые за последние годы приняты для древних отложений этой части Восточного Саяна; вместо них он вводит стратиграфические понятия, взятые из Горной Шории, устанавливая вместе с тем и новые понятия. Для большей ясности я свел его выводы в таблице, где сопоставил их со стратиграфией Горной Шории, причем стратиграфию последней я привожу даже в немного упрощенном виде, пропуская те подробности, которые не имеют непосредственного значения для нашей цели (Радугин, 1936).

В правой половине таблицы (табл. 3) ее середина, окаймленная жирной рамкой, дает разрез небольшого участка около устья рч. Тюбил; все же остальное в таблице, что расположено выше и ниже этой части, основано на наблюдениях К. В. Радугина в других частях долины Маны. Вчитываясь в текст его статьи, я вижу, что унушкольская формация Восточного Саяна есть не что иное, как енисейская свита, ибо сам К. В. Радугин сопоставляет эти известняки с той мощной известняковой толщей, которая прорезается Урманской излучиной р. Маны и в свое время была названа А. Г. Вологдиным манской толщей; правильность этого сопоставления хорошо видна и на карте Ю. А. Кузнецова (1932). Кроме того, К. В. Радугин указывает, что на этих известняках немного ниже Урманской излучины лежит толща сланцев и песчаников, которая, как я уже раньше показал (см. выше, стр. 11 и 33), является кутенбулукской свитой. Обе эти толщи К. В. Радугин относит к верхнему протерозою.

Затем, на таблице видно, что сверху лежит кембрий, состоящий из нижнего и верхнего отделов, но без среднего отдела, причем нижний кембрий разделен на две формации — манскую и тюбильскую. Не приходится сомневаться в том, что свита, названная им «манской формацией», действительно имеет кембрийский возраст, так как в ней обнаружена кембрийская водоросль *Epiphyton* sp. Только возникает сомнение, может ли эта водоросль определять нижний отдел кембрия, так как два ее вида — *Epiphyton fasciculatum* Ch. и *Epiphyton fruticosum* Vol. — встречаются, как известно, в торгашинском известняке (Вологдин, 1937, 24), среднекембрийский возраст которого теперь ни у кого не вызывает сомнений. Для большей убедительности я напомним, что *Epiphyton fruticosum* Vol. был найден в торгашинском известняке среди «археодиат, указывающих на довольно высокие горизонты среднего кембрия», как пишет А. Г. Вологдин (1937, 35). Наконец, и сам К. В. Радугин указывает, что *Epiphyton* sp. встречается и в среднем и в нижнем кембрии. Несомненно, что на Мане известняковая свита с *Epiphyton* sp. — это торгашинский известняк среднего кембрия, особенно если учесть, что и на Мане он имеет типичную светлую, местами розовую окраску, как указывает К. В. Радугин. Поэтому я не вижу никаких оснований устанавливать в кембрии Восточного Саяна новую, «манскую формацию», а тем более приписывать ей нижнекембрийский возраст.

Стратиграфия протерозоя и кембрия

(по К. В. Радугину)

Возраст	Горная Шория	Восточный Саян
Верхний кембрий		Базаихская свита: известняки, сланцы, песчаники.
Нижний кембрий	Карчйтская формация: известняки с археоциатами, песчаники, конгломераты, подводные лавы.	Манская формация: известняки с <i>Epiphyton</i> , доломиты, мраморы, базальный конгломерат (рч. Громотуха).
	Перерыв	Перерыв
	Мрасская формация: углистые, глинистые и кремнистые сланцы, песчаники, известняки с археоциатами.	Тюбильская формация: прослои конгломератов, песчаники и глинистые сланцы.
Верхний протерозой		Перерыв { Сброс: образование берегового уступа. Интрузия Манская формация: фельзиты. Складчатость Верхнеманская формация: известняки и глинисто-углистые сланцы. Перерыв: кора выветривания на фангломератах. Среднеманская формация: фангломераты. Сброс и образование берегового уступа.
		Ультраосновные породы, фельзиты, диабазы.
	Кутень-булукская свита (по М. А. Усову): известняки, углистые и кремнистые сланцы, силицилиты, песчаники, конгломераты, брекчии.	Сланцы и песчаники
	Унушкольская формация: известняки с <i>Newlandia</i> .	Унушкольская формация: известняки Урманской излучины.
	Перерыв	
	Пызасская формация: граувакки, сланцы и конгломераты.	
	Перерыв	
	Мунжинская формация: основные зеленокаменные эффузивы, песчаники, сланцы и известняки.	Зеленокаменные эффузивы с подушечной текстурой
Перерыв		
Нижний протерозой	Формация Сага: известняки.	Нижнеманская формация: водорослевые доломиты.
	Формация западно-сибирская: доломиты.	Западно-сибирская формация: водорослевые доломиты.
	Формация кабырзйнская: известняки.	Кабырзинская формация: черные мраморы.

Название «манская формация» должно быть совершенно исключено по следующим соображениям. Во-первых, название «манская толща» было предложено А. Г. Вологдиным для тех известняков, которые впервые были названы К. И. Богдановичем енисейской свитой (1894); во-вторых, А. Г. Вологдин теперь сам отказался от названия «манская толща» и стал называть соответствующую свиту енисейскими известняками (1937, 44 и 45); в-третьих, ту свиту известняков, которую на Мане А. Г. Вологдин первоначально назвал манской толщей, К. В. Радугин сам называет унушкольской формацией, сопоставляя ее с соответствующей (по его мнению) протерозойской свитой Горной Шории; в-четвертых, К. В. Радугин установил еще другую «манскую формацию», под которой он понимает магматическую формацию, представленную фельзитами. Наконец, в-пятых, К. В. Радугин, не уяснив себе ошибку А. Г. Вологодина и не заметив, что теперь А. Г. Вологдин помещает свою прежнюю манскую толщу стратиграфически ниже торгошинских известняков, — все же пытается отстоять необходимость сохранения названия манской формации; но его доводы неубедительны.

Он пишет, что эта толща может быть или иного возраста, чем торгошинский известняк, или того же возраста, что этот последний, но иного литологического состава. Дальнейший ход его рассуждений таков. Если она имеет иной возраст, значит, она имеет право носить особое название; если же она одновозрастна с торгошинским известняком, то ее непременно надо обособить, потому что она состоит главным образом из мелкозернистых доломитов, которые «заметно отличаются от тех, что развиты, например, в Горной Шории в карбонатном докембрии» (Радугин, 1938, 196).

Вывод ясен. При первом предположении К. В. Радугин должен был последовать примеру А. Г. Вологодина и назвать эту толщу енисейской формацией, учитывая право первенства, которое остается за К. И. Богдановичем. При втором предположении он не имел права пользоваться теми соображениями, которые он выдвинул, так как они методически ошибочны. В самом деле, разве можно устанавливать стратиграфическую самостоятельность доломитовой кембрийской свиты в Восточном Саяне и отделять ее от кембрийских известняков Восточного Саяна только на том основании, что первая свита непохожа на докембрийскую доломитовую свиту в Горной Шории? Кроме того, разве И. К. Баженов с М. П. Нагорским не показали, что и торгошинские известняки местами тоже доломитизированы (1937, 89)? Затем, если бы торгошинские известняки не были доломитизированными, а рассматриваемая свита оказалась доломитом, разве на основании только этого различия можно говорить о том, что они принадлежат двум различным формациям?

Так подробно я остановился на этом вопросе потому, что именно из-за неясности терминологии трудно понять и трудно анализировать работу К. В. Радугина. Кроме того, за последние годы у сибирских геологов весьма сильно развилось стремление создавать новые стратиграфические понятия, хотя обилие местных стратиграфических названий сильно затрудняет изучение литературы и работу по сопоставлению наблюдений различных исследователей. Между тем, давно известно, что одним из первых требований в научной работе является обязанность создавать ясную, точную и вполне обоснованную терминологию, совершенно исключающую образование таких определений, под которыми понимаются различные явления, и таких определений, которые различными словами обозначают одно и то же понятие.

После всего этого становится очевидным, что у нас нет пока никаких оснований выделять в этой части Восточного Саяна нижний кембрий.³ Следовательно, нет никаких оснований и сопоставлять его кембрийские отложения с карчитской формацией нижнего кембрия в Горной Шории,

как предлагает К. В. Радугин. Вместе с тем отпадает конечно возможность говорить и о горношорском орогенезе в Восточном Саяне, ибо «манская формация» К. В. Радугина оказалась не ниже-, а среднекембрийской. Тот орогенез, который К. В. Радугин назвал здесь горношорским, является несомненно салаирской складчатостью, ибо он произошел после отложения торгашинских известняков среднего кембрия, но до отложения красноцветной (базальтской) свиты, имеющей верхнекембрийский возраст (Чураков, 1939₂).

Распознав в стратиграфической колонке К. В. Радугина средний кембрий (торгашинский известняк), а также две протерозойские свиты, т. е. енисейскую и кутень-булукскую, перейдем к анализу того сложного комплекса осадочных и магматических пород, который находится между ними. Он создан на основании наблюдений около рч. Тюбил.

Это — небольшая речушка,¹ которая впадает в Ману справа, непосредственно ниже той рч. Саралы, которая показана на карте Ю. А. Кузнецова в 16 км к юго-востоку от Саратовской излучины (см. выше, фиг. 8).

Геологическое строение этого участка, судя по карте Ю. А. Кузнецова, довольно просто. Между рч. Тюбил и рч. Большой Индей Мана пересекает довольно широкую полосу известняков енисейской свиты, имеющую северо-северо-восточное простирание, причем ее разделяет в средней части более узкая полоса сланцев кутень-булукской свиты, расположенная немного восточнее рч. Саралы (фиг. 5). Очевидно, мы имеем здесь крупную синклинали, мульда которой сложена сланцами кутень-булукской свиты, а крылья — известняками енисейской свиты.

К западу от рч. Тюбил проходит широкая полоса сланцев кутень-булукской свиты, собранная в крупные складки и содержащая около устья Тюбила прослой конгломератов (Кузнецов, 1932, 10). Совершенно иначе показано строение этого участка на карте А. Г. Вологодина: он отнес все эти толщи к известнякам, которые я называю енисейской свитой. При таком разногласии предпочтение надо отдать, очевидно, Ю. А. Кузнецову, во-первых, потому, что А. Г. Вологдин производил лишь маршрутную съемку с лодки, а во-вторых, потому, что он не нашел тюбильский конгломерат.

Зато на карте А. Г. Вологодина указана небольшая, но очень важная подробность, ускользнувшая от внимания Ю. А. Кузнецова: между рч. Саралой и рч. Тюбил А. Г. Вологдин заметил узкую полосу сланцев и песчаников, которые лежат в мульде синклинали, сложенной известняками,² как показывают встречные направления падения известняков по бокам полосы сланцев (Вологдин, 1931, карта). Поэтому, объединяя наблюдения обоих исследователей, я представляю себе геологическое строение этого участка так, как оно изображено на прилагаемой схематической карточке (фиг. 9). На этой карточке сплошной чертой вдоль левого берега Маны отмечено то обнажение, которое было подробно осмотрено К. В. Радугиным и к анализу которого мы теперь перейдем.³

Это обнажение изображено в его статье в виде разреза (Радугин, 1938, фиг. 1). Я даю этот разрез на фиг. 10, но для большей ясности вношу в него следующие изменения: 1) вместо номеров обнажений я даю номера в стратиграфическом порядке, 2) унушкольскую формацию обозначаю штриховкой, 3) указываю свиту «снежную», не показанную на его разрезе. Кроме того, по своему почину я дополнил этот разрез сводом

¹ Местоположение рч. Тюбил, не указанной ни на одной геологической карте, взято мной с топографической карты масштаба 2 версты в 1 дм и подтверждено личным разъяснением Ю. А. Кузнецова.

² Эта небольшая синклинали мной изображена на фиг. 8.

³ Надо пояснить, что К. В. Радугин, как он лично сообщил мне, принял за рч. Тюбил тот небольшой приток, который впадает в Ману с левой стороны, почти против устья настоящего Тюбила. Но эта ошибка не имеет никакого значения при сопоставлении его наблюдений с наблюдениями Ю. А. Кузнецова.

воздушной антиклинали в виде жирного пунктира. Объяснения к разрезу я даю с дополнениями, заимствованными из текста статьи К. В. Радугина. Наконец, чтобы читатель быстрее усвоил мои выводы, я добавил в соответствующих местах этого объяснения названия «енисейская» и «кутень-булукская свиты» заключенные в квадратные скобки.

Если сопоставить этот разрез с геологической карточкой, показанной на фиг. 9, то станет очевидным, что верхнеманская формация, образующая синклиналию складку, есть не что иное, как та узкая полоса сланцев, которая была обнаружена А. Г. Вологдиным, т. е. это — кутень-булукская свита. Ее северо-западное крыло лежит на известняках енисейской свиты, названных К. В. Радугиным среднеманской формацией; юго-восточное крыло ¹ этой синклинали лежит на известняках енисейской свиты, названных им доломитовой брекчий.

Правильность именно такого объяснения доказывается тем, что на разрезе установлено синклинальное строение «верхнеманской формации», а на карте отчетливо видно синклинальное строение известняков, ее подстилающих. Для окончательного решения этого вопроса необходимо конечно иметь уверенность в том, что на указанном разрезе между этими свитами нет ни углового несогласия, ни следов перерыва, ибо, как я указывал раньше, енисейская и кутень-булукская свиты представляют собой непрерывный комплекс отложений. Доказать это тем более необходимо, что К. В. Радугин подчеркивает наличие здесь перерыва, который по его наблюдениям выражается в следующем.

Там, в северо-западном крыле синклинали поверхность известняков «среднеманской формации» в контакте с вышележащими углисто-глинистыми сланцами «верхнеманской формации» является осветленной вследствие древнего выветривания; кроме того, углисто-глинистое вещество местами заполняет небольшие трещины в известняках, причем К. В. Радугин рассматривает эти трещины как «своего рода мелкие карманы выветривания».

Первое наблюдение нельзя считать доказательством перерыва, так как осветленная поверхность известняков, заметная под небольшими корочками углисто-глинистых сланцев, сохранившихся на известняках, это — явление современного выветривания. Ведь углисто-глинистые сланцы при выветривании очень редко светлеют, а выветривание битуминозных известняков всегда сопровождается их осветлением.

Второе наблюдение К. В. Радугина мне трудно объяснить, так как это явление им слишком неясно описано. Однако мне думается, что «карманы выветривания» едва ли будут иметь форму мелких трещин. Не исключена вероятность, что это — древняя миграция битумов по трещинам, ибо в Кузнецком Алатау мне приходилось наблюдать даже натеки углекислого кальция, равномерно окрашенные битумами (Чураков, 1932, 17).

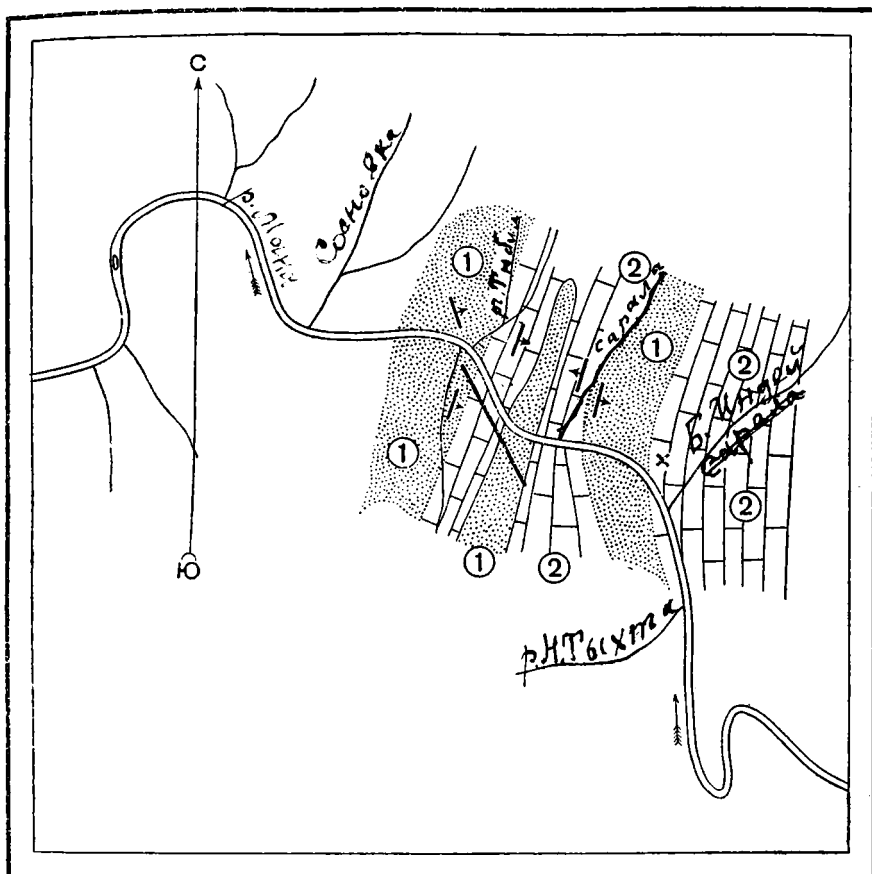
Перейдем теперь к юго-восточному крылу той же синклинали, где перерыв, по словам исследователя, также доказывается наличием поверхности древнего химического выветривания на известняках доломитовой брекчии, в которых наблюдаются «типичные карманы выветривания». Но и эти наблюдения не убеждают меня в существовании перерыва, — и вот почему.

Во-первых, поверхность известняков здесь является не осветленной, а охристой, что противоречит явлениям, описанным в северо-западном крыле синклинали. Затем, я не понимаю, почему поверхностное ожелезнение известняков должно рассматриваться как древнее, а не современное выветривание. Это тем более непонятно, что в вышележащей, так

¹ В отличие от К. В. Радугина я называю северо-западным и юго-восточным крылом соответственно те крылья складки, которые располагаются к северо-западу и к юго-востоку от осевой плоскости складки.

называемой «снежной» свите происходит современное выветривание, создающее охристо-желтую окраску пород вследствие разложения пирита, как пишет сам исследователь.

Во-вторых, автор не описал здесь ни одного кармана выветривания, а тот единственный, который им изображен на разрезе (Радугин, 1938, фиг. 5), нельзя признать за карман выветривания, ибо на разрезе пока-



Фиг. 9. Схема геологического строения долины р. Мань (по данным Ю. А. Кузнецова, с дополнениями А. Г. Вологодина).

1 — кутень-булукская свита; 2 — енисейская свита } сплошная черная линия — линия геологического разреза (см. фиг. 10); крестиком обозначено обнажение брекчий в известняках.

зана доломитовая брекчия, на волнистой поверхности которой лежит «снежная» свита, а «карман выветривания» оборван сбросом, по другую сторону которого ничего не показано. Кроме того, на этом разрезе отсутствует даже кора выветривания.

В-третьих, исследователь и сам не уверен в существовании здесь перерыва. Это видно из того, что, с одной стороны, он настаивает на этом перерыве и даже называет залегание верхнеманской формации на доломитовую брекчию ингрессивным, т. е. видит перерыв между ними; но, с другой стороны, он называет доломитовую брекчию базальной брекчией верхнеманской формации, т. е. включает брекчию в состав этой формации. Эти соотношения отчетливо показаны на фиг. 10.

Следовательно, никаких доказательств существования перерыва между обеими свитами мы не видим. Поэтому надо признать, что две новые формации, которые К. В. Радугин установил, т. е. верхнеманская

и среднemannская, не существуют как самостоятельные формации. Это — кутень-булукская и енисейская свиты.

Чтобы быть уверенным в правильности сделанного вывода, я должен еще проанализировать соотношение между «доломитовой брекчией» и прилегающей к ней унушкольской формацией, поскольку я объединил их в одну свиту, как это вытекает из вышеизложенного. К. В. Радугин полагает, что «доломитовая брекчия», представляющая собой известняк, переполненный глыбами, валунами, угловатыми обломками и гальками различных пород, это — фангломерат, т. е. осыпь, спустившаяся в прибрежную часть моря с крутого берега, который был сложен унушкольской формацией. Этот берег суши образовался вследствие сброса, опущенное крыло которого и было залито мелким морем. Правильность такого объяснения К. В. Радугин доказывает следующими двумя обстоятельствами.

Во-первых, сброс можно и сейчас наблюдать в левой части разреза около дайки окремненного фельзита. Во-вторых, в доломитовой брекчии среди различных обломков он нашел кусок амфиболитизированного горнблендита и крупную глыбу пиритизированного диабазы. Он не сомневается в том, что амфиболитизированный горнблендит образовался за счет разрушения того интрузива ультраосновной породы (Каменский плутон), который выступает в правом склоне долины р. Маны против устья рч. Каменки, т. е. в 26 км от описываемого разреза, где он прорывает дислоцированную кутень-булукскую свиту (Вологдин, 1931, карта).

Следовательно, протерозой, состоящий из унушкольской формации и вышележащих сланцев, уже собранный в складки и прорванный метаморфизованным горнблендитом, подвергался размыву во время отложения доломитовой брекчии. Что же касается метаморфизованных и пиритизированных диабазов, то их коренные выходы К. В. Радугин не обнаружил в протерозое; но эти породы имеют, по его мнению, безусловно протерозойский возраст, ибо «тождественные литологически фельзиты» существуют в Горной Шории, где они имеют заведомо протерозойский возраст.

Доказательства

С такими объяснениями трудно согласиться. В самом деле, исследователь не приводит ни одного непосредственного доказательства древности наблюдаемого им сброса. Между тем, вчитываясь в его статью, я вижу, что этот сброс имеет значительно более молодой возраст, так как сброс, в действительности, рассекает и доломитовую брекчию и вышележащую свиту. Это отчетливо показано самим исследователем на другом разрезе (Радугин, 1938, фиг. 5). Значит, единственное доказательство существования здесь древнего берега моря отпадает.

Во-вторых, отождествление магматических пород можно делать только после самого тщательного их изучения под микроскопом, чего в данном случае не было. Так, обломок ультраосновной породы определен как амфиболитизированный горнблендит, тогда как в горной породе из Каменского плутона обнаружена лишь амфиболитизация. Амфиболитизация и амфиболитизация, это — не одно и то же, и отождествлять такие породы нельзя.¹ Затем нельзя отождествлять пиритизированные и актинолитизированные диабазы («микроальбититы») с фельзитами, так как первые породы принадлежат основной магме, а вторые — кислой.

¹ Акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг давно подчеркивал необходимость различать эти два понятия. Амфиболитизация, это — процесс превращения пироксенов и отчасти плагиоклазов основных пород в амфибол. Что же касается амфиболитизации, то это процесс метаморфизма не только основных магматических пород, но и осадочных пород, в которых совместно создаются вторичные амфиболы и вторичные плагиоклазы, превращающие породу в амфиболит. Первый процесс, это — начальная ступень метаморфизма, которую теперь часто называют автометаморфизмом. Второй же процесс, это — проявление глубокого регионального метаморфизма.

Наконец, образец одной и той же породы в тексте называется фельзитом, а на рисунке — диабазом (Радугин, 1938, 185).

В виду всего этого мы в праве иначе подойти к решению поставленной задачи. Но сначала докажем, что древний сброс, намеченный К. В. Радугиным, и берег моря с фангломератами не только не существовали, но и не могли здесь существовать. «Доломитовая брекчия, — как пишет исследователь, — состоит из черного тонкокристаллического доломитового цемента и светлосерых или серовато-белых обломков доломита». Он не объясняет, чем обусловлен черный цвет цемента, но едва ли можно сомневаться в том, что цвет зависит от обилия битумов, вероятно уже превратившихся в углистое вещество. Это подтверждается и посветлением известняков при выветривании, о чем я уже писал.

Обилие битумов, которые сохранились в известковом илу после его образования, объясняется, по-моему, тем, что разложение органических веществ происходило крайне медленно. Такого замедления в разложении органических остатков не могло бы быть, если бы здесь действительно был берег моря, где бьет прибой и идет усиленная аэрация осадков, вызывающая их окисление кислородом воздуха, растворенным в воде. Эта брекчия мне живо напоминает те черные известняки с обломками белых мраморов, которые я наблюдал в енисейской свите Кузнецкого Алатау и изобразил в своей работе (Чураков, 1938, 52—53).

Для объяснения условий образования «доломитовой брекчии» надо учесть указания самого К. В. Радугина. Во-первых, он отметил, что подобная же брекчия была обнаружена им в унушкольской формации на правом берегу Маны, в 2—3 км от описываемого разреза. Если взглянуть на приложенную геологическую карточку (фиг. 9), где это место приблизительно отмечено крестиком, то станет ясно, что в крыле второй большой синклинали, сложенной сланцами кутень-булукской и известняками енисейской свиты, эти своеобразные осадочные брекчии существуют, залегая повидимому в верхнем горизонте енисейской свиты. Во-вторых, как видно на разрезе (фиг. 10), и среднеманская формация в своей левой, т. е. юго-восточной части представляет собой, в сущности говоря, такую же осадочную известняковую брекчию; только ее обломки и гальки состоят исключительно из доломита. В-третьих, не подлежит сомнению, что левая и правая части среднеманской формации, которые на разрезе (фиг. 10, б и 7) разобщены перерывом, в действительности представляют собой одну непрерывную свиту; да и сам К. В. Радугин высказывает предположение, что «между ними имеется переход и переслаивание».

Подводя итоги, мы видим, что «среднеманская формация», «доломитовая брекчия» и «унушкольская формация», это — неразрывные части одной и той же, т. е. енисейской свиты известняков. Отличительная особенность этой мощной свиты, являющейся типичным морским осадком, заключается в том, что она содержит угловатые обломки, гальки, валуны и даже глыбы различных пород. Судя по разрезу и по геологической карточке, эти обломки и глыбы приурочены к ее верхнему горизонту. Они распределены в ней крайне неравномерно и по величине обломков, и по густоте их расположения, и по петрографическому составу. В их расположении не видно ни слоистости, ни сортировки. Их величина и степень окатанности весьма различны. По наблюдениям К. В. Радугина, они представлены амфиболитизированным горнблендитом, кальцитизированным и актинолитизированным диабазом (или фельзитом?), жильным кварцем, доломитом, известняками, водорослевым доломитом.

К. В. Радугин полагает, что обломки водорослевых доломитов происходят из особой свиты, которую он назвал нижнеманской формацией. Однако мне осталась непонятной необходимость установления этой новой формации, потому что, стоя на точке зрения К. В. Радугина, естествен-

нее всего было бы считать, что водорослевые доломиты произошли за счет разрушения его унушкольской формации.

В действительности же, к разрешению вопроса о происхождении обломков брекчии надо подходить иначе. Очевидно, что источником образования этих глыб, обломков и галек является не енисейская (унушкольская) и не кутень-булукская свиты и не залегающие в них магматические тела, ибо включения находятся в самой енисейской свите. Они произошли из каких-то более древних отложений.

Если учесть, что мощность енисейской свиты достаточно велика, что во время отложения она покрывала конечно большую площадь, что обломки и глыбы включены не в ее основании, а в верхнем горизонте, то сами собой встают два вопроса: откуда они принесены и какая сила их доставила? Очевидно, что они принесены из той области, которая лежит за пределами сплошного распространения енисейской свиты, т. е. за пределами северо-западной части Восточного Саяна. Вряд ли нужно отвечать на второй вопрос. Несомненно, что это — морские тиллиты, т. е. материал, принесенный айсбергами и опущенный в мягкий известковый ил.

Мой анализ еще не кончен. Теперь нам надо рассмотреть тюбильскую формацию, которую К. В. Радугин считает самой молодой из всех формаций, изображенных на разрезе. Он приписывает ей нижнекембрийский возраст на основании ее тектоники и петрографического состава галек ее конгломератов. Образование этой формации ему рисуется в следующем виде.

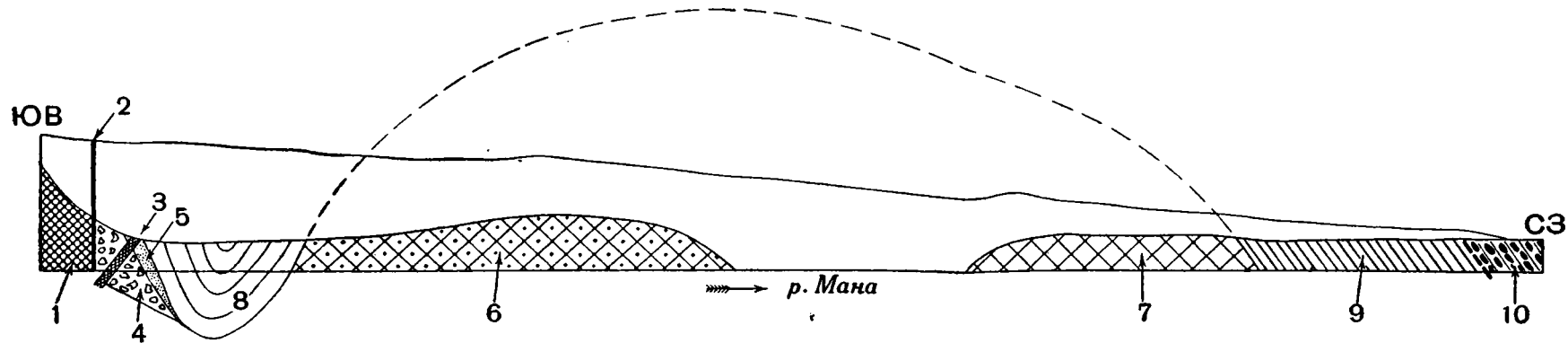
После отложения верхнеманской формации (см. фиг. 10, 8') после превращения ее в синклиналь и после образования в ней дайка окремненного фельзита¹ вновь возник сброс, образовавшийся примерно в том же месте, как и в первый раз, т. е. в левой части разреза. Опущенная часть была залита морем, и на дне его среди песчаников и сланцев отложились тюбильские конгломераты, которые образовались за счет размыва поднявшейся по соседству суши. Правильность такого объяснения исследователь доказывает тем, что среди галек тюбильского конгломерата встречаются породы соседней суши.

Так, среди них была найдена галька окремненного фельзита, который отождествляется автором с фельзитом, выступающим в левой части разреза. Затем, была найдена галька окремненного фельзита, обогащенного вторичным биотитом, что доказывает образование какой-то новой интрузии, которая уже успела метаморфизовать фельзиты до начала их разрушения. Кроме того, были обнаружены гальки слюдистых песчаников и глинистых сланцев, которые К. В. Радугин отождествляет с протерозойскими сланцами, покрывающими и подстилающими енисейскую (унушкольскую) свиту. Наконец, найдена галька кислого эффузива, который отождествляется с протерозойскими кварцевыми кератофирами долины рч. Чебижэк, на западном склоне Восточного Саяна (Чураков, 1931, 381).

Однако я не могу согласиться с такими объяснениями, — и вот почему. Во-первых, слюдистые песчаники, глинистые сланцы, кератофиры и фельзиты, взятые из различных мест, могут оказаться совершенно одинаковыми и по минеральному составу и по структуре; но это не дает исследователю права считать одинаковые породы одновременными, ибо такие породы часто возникали в литосфере в различных формациях. Следовательно, на таких сопоставлениях нельзя обосновывать стратиграфию.

Во-вторых, нетрудно доказать, что тюбильская формация — это верхнеманская формация, т. е. кутень-булукская свита. В самом деле, обе эти свиты, как показывает разрез (фиг. 10), лежат на одной и той же толще известняков и обе одинаково сильно дислоцированы. Кроме того,

¹ Здесь — явное противоречие. На разрезе дайка рассекает только «доломитовую брекчию», а в тексте указано, что он прорезает и верхнеманскую формацию (Радугин, 1938, 192).

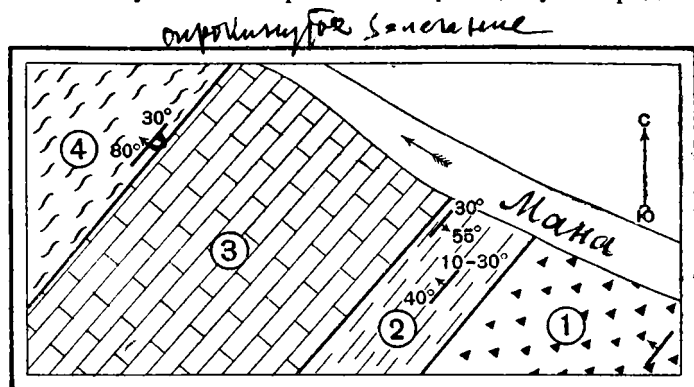


Фиг. 10. Разрез вдоль левого берега р. Маны (по К. В. Радугину, с дополнениями А. Н. Чуракова).

1 — унушкольская формация: битуминозные известняки [енисейская свита]; 2 — сброс, дважды происшедший в этом месте; 3 — манская формация: дайки окремненного фельзита; 4 — доломитовая брекчия-фангломерат [енисейская свита]; 5 — снежная формация = тюбильская формация [кутень-булукская свита]; 6 — среднеманская формация или доломитовая брекчия: известняки с гальками и обломками доломитов [енисейская свита]; 7 — среднеманская формация: известняки [енисейская свита]; 8 — верхнеманская формация: известняки и углисто-глинистые сланцы [кутень-булукская свита]; 9 — тюбильская формация [кутень-булукская свита]; 9 — глинистые сланцы, 10 — песчаники и глинистые сланцы с прослоями конгломератов.

обе они имеют одно и то же простирание, как это доказывает схематическая карточка (фиг. 11), составленная мной по данным К. В. Радугина¹ с дополнением, взятым с карты А. Г. Вологодина (1931). На фиг. 11 каждая формация имеет двойное название: первое название дано К. В. Радугиным, второе, в скобках — мной.²

Затем К. В. Радугин, изучая юго-восточное крыло синклинали верхнеманской формации, обнаружил в ее основании небольшой горизонт, который назвал «снежной» свитой. Он подчеркивает, что этот горизонт по своему литологическому составу неотличим от одного из горизонтов тюбильской формации. Если всмотреться в фиг. 11 и учесть, что «снежная» формация, как и тюбильская формация, являются различными синклинальными складками кутень-булукской свиты, то такое сходство станет понятным само собой. Наконец, если взглянуть на разрез (фиг. 10) и учесть, что обе эти формации сильно дислоцированы и простираются в одном направлении, как это хорошо видно на карточке (фиг. 11), то возникает два следующих вопроса. Во-первых, куда продолжатся по-



Фиг. 11. Геологическая карта (схема) левого берега р. Маны (по данным К. В. Радугина и А. Г. Вологодина).

1 — доломитовая брекчия (енисейская свита); 2 — верхнеманская формация и снежная свита (кутень-булукская свита); 3 — среднеманская формация (енисейская свита); 4 — тюбильская формация (кутень-булукская свита).

роды синклинали верхнеманской формации, если их проследживать по разрезу вкрест простирания к северо-западу? Во-вторых, куда продолжатся породы крыла складки тюбильской формации, если их проследживать по тому же разрезу вкрест простирания к юго-востоку? Ответ один: они сойдутся в виде свода антиклинали, как это показано мной на разрезе жирным пунктиром (фиг. 10).

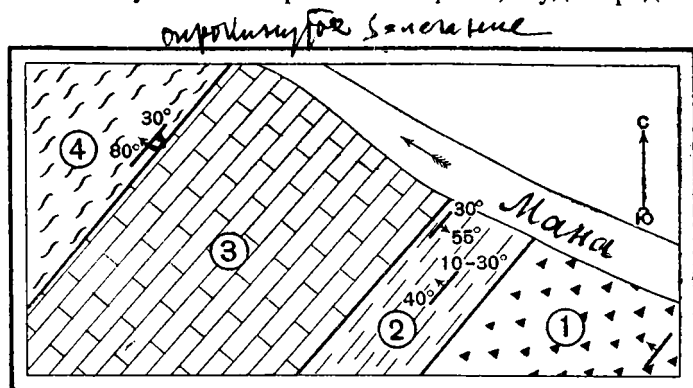
К сожалению, К. В. Радугин не описал условий налегания его тюбильской формации на известняки. Но, поскольку та же свита в левой части разреза, т. е. верхнеманская свита, лежит на известняках без следов перерыва, очевидно и тюбильская формация также лежит на известняках согласно. Во всяком случае, заметного слоя базального конгломерата он в ней не установил. Кроме того, надо указать, что всего лишь в 11 км к западу от устья рч. Тюбил в Ману впадает рч. Малая Миля, повыше которой кутень-булукская свита лежит на енисейской согласно и без базального конгломерата, о чем я писал выше на стр. 10—11.

¹ Надо учесть, что К. В. Радугин в своей статье местами называет азимут простирания азимутом падения, ошибочность чего легко вскрывается при сопоставлении текста с разрезом.

² Должен указать, что фиг. 9, 10 и 11 составлены мной с точным соблюдением масштабов, указанных в первоисточниках; но эти масштабы не увязываются между собой с надлежащей степенью точности.

обе они имеют одно и то же простирание, как это доказывает схематическая карточка (фиг. 11), составленная мной по данным К. В. Радугина¹ с дополнением, взятым с карты А. Г. Вологодина (1931). На фиг. 11 каждая формация имеет двойное название: первое название дано К. В. Радугиным, второе, в скобках — мной.²

Затем К. В. Радугин, изучая юго-восточное крыло синклинали верхнеманской формации, обнаружил в ее основании небольшой горизонт, который назвал «снежной» свитой. Он подчеркивает, что этот горизонт по своему литологическому составу неотличим от одного из горизонтов тюбильской формации. Если всмотреться в фиг. 11 и учесть, что «снежная» формация, как и тюбильская формация, являются различными синклинальными складками кутень-булукской свиты, то такое сходство станет понятным само собой. Наконец, если взглянуть на разрез (фиг. 10) и учесть, что обе эти формации сильно дислоцированы и простираются в одном направлении, как это хорошо видно на карточке (фиг. 11), то возникает два следующих вопроса. Во-первых, куда продолжатся по-



Фиг. 11. Геологическая карта (схема) левого берега р. Маны (по данным К. В. Радугина и А. Г. Вологодина).

1 — доломитовая брекчия (енисейская свита); 2 — верхнеманская формация и снежная свита (кутень-булукская свита); 3 — среднеманская формация (енисейская свита); 4 — тюбильская формация (кутень-булукская свита).

роды синклинали верхнеманской формации, если их проследивать по разрезу вкрест простирания к северо-западу? Во-вторых, куда продолжатся породы крыла складки тюбильской формации, если их проследивать по тому же разрезу вкрест простирания к юго-востоку? Ответ один: они сойдутся в виде свода антиклинали, как это показано мной на разрезе жирным пунктиром (фиг. 10).

К сожалению, К. В. Радугин не описал условий налегания его тюбильской формации на известняки. Но, поскольку та же свита в левой части разреза, т. е. верхнеманская свита, лежит на известняках без следов перерыва, очевидно и тюбильская формация также лежит на известняках согласно. Во всяком случае, заметного слоя базального конгломерата он в ней не установил. Кроме того, надо указать, что всего лишь в 11 км к западу от устья рч. Тюбил в Ману впадает рч. Малая Миля, повыше которой кутень-булукская свита лежит на енисейской согласно и без базального конгломерата, о чем я писал выше на стр. 10—11.

¹ Надо учесть, что К. В. Радугин в своей статье местами называет азимут простирания азимутом падения, ошибочность чего легко вскрывается при сопоставлении текста с разрезом.

² Должен указать, что фиг. 9, 10 и 11 составлены мной с точным соблюдением масштабов, указанных в первоисточниках; но эти масштабы не увязываются между собой с надлежащей степенью точности.

Наконец, отмечу, что тюбильская формация не может быть нижним кембрием и по своему литологическому составу. Нижний кембрий на обширных пространствах Восточной и Средней Сибири, а именно в Енисейском кряже и у подножия Восточного Саяна, всюду характеризуется красноцветными толщами, местами с ясными следами жаркого климата. В тюбильской же формации мы видим черные глинистые сланцы, очевидно обогащенные углистым веществом. Мы не видим таких пород в нижнем кембрии Сибири; зато для кутень-булукской свиты такие сланцы обычны. В заключение надо учесть еще два обстоятельства.

С одной стороны, тюбильская формация К. В. Радугина входит в состав известняково-граувакковой формации Ю. А. Кузнецова; но в настоящее время протерозойский возраст этой последней уже доказан исследованиями И. К. Баженова и М. П. Нагорского.¹ Поэтому, устанавливая для тюбильской формации нижнекембрийский возраст, К. В. Радугин должен был учесть выводы этих двух геологов и доказать, что его тюбильская формация моложе известняково-граувакковой. Он не сделал этого, так как около устья рч. Тюбил он прекратил свои наблюдения. В таком случае надо прежде всего тщательно проанализировать наблюдения других исследователей, работавших в этом же районе; вместо этого он предпочел экстраполяцию своих наблюдений в Горную Шорию.

С другой стороны, сам К. В. Радугин подчеркивает, что в Восточном Саяне известняки торгашинского типа, т. е. средний кембрий дислоцированы иначе, чем протерозой.² Между тем мы видели, что тюбильская формация в действительности дислоцирована так же, как и те свиты, которые К. В. Радугин считает протерозоем (фиг. 11). Тут скрыто явное противоречие. При таких условиях допускать нижнекембрийский возраст тюбильской формации можно только в том случае, если бы мы доподлинно знали, что в Восточном Саяне существует нижний кембрий, тектоника которого построена иначе, чем тектоника среднего кембрия. Но таких случаев мы не знаем ни в Средней, ни в Восточной Сибири; наоборот, все, что нам известно, говорит против этого. На основании всех этих данных я прихожу к выводу, что тюбильская формация не существует как самостоятельная свита. Это — кутень-булукская свита протерозоя.

Теперь рассмотрим, что представляет собой тюбильский конгломерат. Прежде всего, это — не один, а несколько прослоев, которые переслаиваются с песчаниками и глинистыми сланцами. Затем, их ни в коем случае нельзя рассматривать как базальный конгломерат, ибо под ними согласен лежит горизонт черных глинистых сланцев мощностью около 200 м, как показывает разрез, составленный К. В. Радугиным (фиг. 10).

Это — внутриформационные конгломераты, которые свидетельствуют не о перерыве в отложении свит, как думают Ю. А. Кузнецов и К. В. Радугин, а говорят о каких-то иных процессах. Петрографический состав галек этих конгломератов удивительно разнообразен и весьма поучителен. Они представлены следующими породами, преимущественно в виде хорошо окатанных галек: известняки, зеленовато-серые или сизые песчаники и сланцы; серые песчаники, черные глинистые и кремнистые сланцы; мелко- и среднезернистые мраморы темносерого цвета с мелкими овальными организмами; известняки, загрязненные обломочками кварца, а также галечками мрамора, глинистого сланца и песчаника; белые кварциты; динамометаморфизованные кварцево-полевошпатовые породы, содержащие обломочки фельзита, основной массы альбитофира и тонко-

¹ Он подтвержден теперь и моим анализом (Чураков, 1939₂).

² В подлиннике — опечатка. Там указано, что протерозойские отложения простираются в северо-западном или северо-северо-западном направлении, тогда как из дальнейшего текста и разреза видно, что они простираются в северо-восточном или северо-северо-восточном направлении.

‘пүзыристой’ лавы; светлосерый плагиоклазовый гранит (трондьемит) с резко выраженным катаклизмом и позднейшим метасоматозом; жильный прозрачный кварц и серовато-белые, светлозеленоватые окремненные фельзиты; фельзиты ороговикованные и содержащие вторичный биотит; рассланцованные зеленоватые фельзиты; кератофиры и близкие к ним по составу вулканические туфы; рассланцованный и ороговикованный фельзит; сферолитовые кварцевые порфиры.

В этом изумительном музее обращают на себя внимание прежде всего сферолитовые кварцевые порфиры и белые кварциты, так как эти породы не известны в Восточном Саяне. Интересен и катаклазированный гранит, о котором даже К. В. Радугин пишет, что он вероятно принесен изда-лека. У этих конгломератов есть две замечательные особенности. «Галька хорошо окатана, но плохо сортирована», как пишет Ю. А. Кузнецов (1932, 10). Кроме того, на некоторых гальках «видны ясные следы древнего выветривания, проявившиеся еще до образования конгломерата. В частности, имеется светлая кайма у темных известняковых галек, получившаяся при окислении органической красящей примеси», как указывает К. В. Радугин (1938, 189). * * *

Как объяснить образование этих внутриформационных конгломератов и как могла сохраниться оболочка выветривания на поверхности известняковых галек? Если вспомнить, что мы пришли к выводу об отсутствии перерыва между этой (тюбильской) свитой и нижележащими известняками, если учесть, что эта свита, которая является кутень-булукской свитой, отлагалась на обширной площади, ибо мы видели ее и на Базаихе, и на Енисее, и во многих местах долины Маны, — то мы вынуждены будем сделать три следующих вывода.

Во-первых, эти конгломераты, как и вся кутень-булукская свита, отложились в том же морском бассейне, в котором сначала отложилась енисейская свита, а потом без перерыва отложилась и кутень-булукская свита. Во-вторых, поскольку площадь распространения кутень-булукской свиты велика и мы встречаем ее всюду, даже в верховьях Бирюсы,¹ очевидно, что область сноса галек, образовавших внутриформационные конгломераты, лежит вне пределов отложения кутень-булукской свиты, т. е. за пределами северо-западной части Восточного Саяна. В-третьих, если область сноса находится действительно так далеко, то не может быть, чтобы эти внутриформационные конгломераты отложились только около устья рч. Тюбил. Они должны встречаться и в других частях Восточного Саяна; при этом, по примеру тюбильского конгломерата, они местами должны залегать именно в нижних горизонтах кутень-булукской свиты, а не в ее основании. Такие внутриформационные конгломераты действительно существуют: мы видели их в долине Базаихи, а также в долине Маны около Саратовской и Урмайской излучины, как я писал выше, на стр. 9 и 10.

Единственное объяснение, которое я могу дать этим конгломератам, это — признать их морскими тиллитами. При таком объяснении становятся понятными и оболочки древнего выветривания на известняковых гальках. При условии дальнего переноса текучей водой, эти оболочки конечно были бы уничтожены; но плавающие льды могли переносить эти выветрелые гальки на далекое расстояние, сохраняя их оболочку выветривания.

Обобщая все вышеизложенное о тиллитах, мы приходим к выводу, что в разрезе, описанном К. В. Радугиным, тиллиты — конечно, морские тиллиты — находятся в верхнем горизонте енисейской свиты и в нижней части кутень-булукской свиты. Иначе говоря, они занимают то же стратиграфическое положение, как и в Кузнецком Алатау (Чураков, 1938).

¹ Я имею в виду Бирюсу, протекающую восточнее Кана (см. карту — фиг. 12).

Чтобы покончить с этим небольшим, но интересным уголком долины Маны, нам остается рассмотреть вопрос об окремненных фельзитах. К. В. Радугин указывает, что, кроме того дайка светлозеленоватого окремненного фельзита, который находится в левой части разреза (фиг. 10, 3), он обнаружил дайки белого пиритизированного фельзита среди известняков среднеманской формации. Кроме того, по его наблюдениям, дайки белых пиритизированных фельзитов часто встречаются и в других местах долины Маны. Я сильно подозреваю, что это — не фельзиты, а силицилиты, т. е. первично-осадочные кремнистые породы, слои которых характеризуют енисейскую и кутень-булукскую свиту всего юга Средней Сибири.

Мое подозрение основано прежде всего на том, что ни один из образцов этих пород не был просмотрен К. В. Радугиным под микроскопом. Между тем по внешнему виду силицилиты настолько похожи на фельзиты и вообще на кислые эффузивы, что в свое время в Западном Саяне И. К. Баженов описал их как окремненные кератофиры, а в Кузнецком Алатау Я. С. Эдельштейн местами принимал их за дайки магматических пород (Чураков, 1931, 60—74, 189—191; 1932, 8). Кроме того, по наблюдениям А. Я. Булыникова в Саралинском золотоносном районе (Кузнецкий Алатау) кремнистые сланцы по виду трудно отличимы от «фельзосланцев», т. е. рассланцованных альбитофиров (Булыников, 1928, 4). Затем, в бассейне р. Базайхи кремнистые сланцы, залегающие в виде прослоя среди известняков енисейской свиты, местами имеют светлосерый цвет (Баженов и Нагорский, 1937, 9). Наконец, полезно напомнить, что в Канаде, в округе Седбери, встречаются почти неслоистые аркозы светлотелесного цвета, которые одно время тоже считались фельзитами (Coleman, 1918, 95).

Несмотря на все это, К. В. Радугин, не дав петрографического описания ни одного образца этих «фельзитов», выделяет их как самостоятельную магматическую формацию, назвав ее манской формацией. Кроме того, он сопоставил ее по времени образования с кислыми эффузивами Горной Шории, а теперь сопоставляет ее даже с протерозойскими фельзитами северной части Горного Алтая (1941) и в обоих случаях делает стратиграфическое сопоставление осадочных формаций на основании всех этих фельзитов, рассматриваемых как одновременные образования.

Я считаю необоснованными все эти сопоставления и думаю, что с ними надо повременить, пока не будет произведено микроскопическое изучение этих пород, которое должно установить их происхождение. Поэтому и выделение манской фельзитовой формации я считаю преждевременным. Если же полевые исследования и тщательное изучение под микроскопом покажут, что все эти породы являются первично-осадочными кремнистыми породами, то я соглашусь с тем, что между ними есть кровная связь, ибо тогда я их буду считать теми силицилитами, которые залегают в виде линз в енисейской и кутень-булукской свитах.

Мой обзор статьи К. В. Радугина был бы не полон, если бы я не остановился на тех двух новых осадочных формациях, которые он установил в долине Маны, значительно выше устья рч. Тюбил. Это — две карбонатные свиты, которые К. В. Радугин склонен отождествлять с кабырзинской и западно-сибирской формациями нижнего протерозоя Горной Шории. Первая свита обнаружена им на р. Мане, около устья рч. Багульной, т. е. в 13 км к западо-юго-западу от с. Нарва (Вологдин, 1931, карта). Там на правом берегу Маны из-под известняков среднего кембрия («манская формация»), падающих к северу и северо-западу, выступают темные слоистые известняки с прослоями глинистых сланцев; эти известняки смяты в дисгармоничные складки, опрокинутые к югу. На левом же берегу Маны выступают вертикально стоящие черные известняки или мраморы, соотношение которых с известняками правого берега не установлено.

К. В. Радугин полагает, что те известняки, которые выступают на правом берегу Маны из-под известняков среднего кембрия, являются нижнекембрийскими. Я же полагаю, что это — не нижний кембрий, а енисейская свита. Так думаю я потому, что в северо-западной части Восточного Саяна нижний кембрий отсутствует; там же, где мы его знаем, т. е. на восточном склоне Енисейского кряжа, а также у подножия Восточного Саяна в бассейне р. Удэ, он представлен в первом случае красноцветной толщей, а во втором — пестроцветной свитой, состоящей преимущественно из терригенных отложений, как показали исследования, произведенные Л. Г. Котельниковым (1933). Мало того, я думаю, что известняковая свита, принятая К. В. Радугиным за нижний кембрий, является не только енисейской свитой, а ее верхней частью, судя по наличию в известняках прослоев глинистых сланцев, свойственных именно верхним горизонтам енисейской свиты (см. ниже, стр. 55).

Что же касается второй известняковой свиты, т. е. той, которая обнажается в левом берегу Маны, то К. В. Радугин склонен отождествлять ее с кабырзинской формацией Горной Шории. Но для этого нет решительно никаких оснований. В самом деле, он утверждает, что эта свита, стоящая на головах, дислоцирована сильнее, чем только что рассмотренная известняковая свита правого берега Маны, хотя там слои образуют складки, опрокинутые к югу. Подобная тектоника не дает права разграничивать эти свиты и считать левобережную свиту более древней, как думает К. В. Радугин. Проще всего объединить их в одну свиту, ибо мы достаточно хорошо знаем, что та древняя карбонатная свита, которая в Восточном Саяне лежит стратиграфически ниже среднего кембрия, имеет очень большую мощность.

Затем, если взглянуть на стратиграфическую колонку (см. выше, стр. 37), то станет ясно, что в Горной Шории кабырзинская формация отделена четырьмя осадочными формациями от унушкольской формации, т. е. от той известняковой свиты, которая, по мысли К. В. Радугина, присутствует в долине Маны и которую я называю енисейской свитой. В таком случае для сопоставления известняков левого берега Маны (около р. Багульной) с кабырзинской формацией надо доказать хотя бы то, что эта свита в Восточном Саяне лежит стратиграфически ниже унушкольской формации, для чего у К. В. Радугина нет никаких данных. Столь же необоснованно пытается К. В. Радугин увидеть и западно-сибирскую формацию в долине Маны около устья рч. Кайлет, т. е. в 21 км к северо-западу от устья рч. Багульной.

ВЕРХОВЬЯ БИРЮСЫ И КАНА

Общие сведения

В 1928 и 1930 гг. И. А. Молчанов изучил геологическое строение участка, расположенного в истоках Большой и Малой Бирюсы и охватывающего площадь свыше 1300 км² (1928; 1930). Этот участок находится в 350 км к юго-востоку от Красноярска.¹ В 1934 г. И. А. Молчанов напечатал сводную работу о геологии Восточного Саяна, в которой обобщил не только свои исследования, но и наблюдения других геологов (1934). В том же 1934 г. появилось в печати его исследование, в котором он описал геологическое строение площади, расположенной в верховьях р. Кан, т. е. между Бирюсой и Красноярском, и охватывающей около 1800 км² (1934₂); но итоги этого исследования не вошли в предыдущую сводную работу. Рассмотрение работ И. А. Молчанова представляет для нас очень большой интерес, так как выводы этого исследователя существенно отличаются от моих взглядов. Кроме

¹ См. карту (фиг. 12) в конце очерка.

того, им описаны такие явления, которые позволяют сделать совершенно новые выводы, мною еще не предусмотренные для Восточного Саяна.

На основании собственных наблюдений и сопоставления их с данными других геологов И. А. Молчанов пришел к заключению, что в Восточном Саяне существуют и кембрийские и докембрийские отложения, разделенные большим перерывом. Докембрийские отложения он разделяет на эозой (альгонк) и археозой, объединяя их в протерозой. Во избежание неясностей я буду в дальнейшем называть эозой (альгонк) И. А. Молчанова протерозоем и рассматривать его отдельно от археозоя.

Взгляды этого исследователя на стратиграфию древних отложений Восточного Саяна можно представить в виде приведенной ниже таблицы, в которую я пока не включаю магматические породы, кроме основных пород археозоя (табл. 4). Эта таблица составлена мной по сводной работе И. А. Молчанова. Однако внимательное изучение остальных работ этого исследователя — особенно его исследований, произведенных в верховьях Бирюсы, — заставляет меня внести в нее существенные изменения.

Прежде чем перейти к анализу стратиграфической колданки, рассмотрим кратко геологическое строение верховьев Бирюсы, как оно изложено в отчетах и на картах этого исследователя. Всю изученную им площадь можно разделить на следующие три участка.

Первый, т. е. юго-западный сложен мощной толщей битуминозных известняков, а также известняками с микрокварцитами. Среди этих слабо метаморфизованных пород выступают в виде тектонических клиньев гнейсы и другие кристаллические сланцы, имеющие заведомо более древний возраст. Эти тектонические клинья отчетливо показаны на сводной геологической карте Восточного Саяна (Молчанов, 1934₁). Весь этот комплекс пород относится к докембрию и разделяется на протерозой и археозой.

Второй участок, расположенный к северо-востоку и слагающий предгорья Восточного Саяна, сложен известняками и мергелями, прорванными различными магматическими породами. Эта осадочная толща относится к кембрию, а магматическим породам приписывается девонский возраст.

Правда, исследователь не приводит никаких доказательств кембрийского возраста этих осадочных пород, и остается непонятным, на основании каких данных он характеризует их трилобитами, которые не были им найдены в верховьях Бирюсы. Но в кембрийском возрасте этих осадков не приходится сомневаться по следующим четырем соображениям. Эта толща лежит под порфиристыми покровами и красноцветными песчаниками верхнего силура; затем, нижний силур, который в Кузнецком Алатау и на западном склоне Восточного Саяна представлен хлоритизированными сланцами и песчаниками, совершенно отсутствует в северо-западной части Восточного Саяна; кроме того, верхний кембрий (базаихская свита) также представлен существенно иной фацией там, где мы его знаем; наконец, рассматриваемая толща очевидно моложе протерозоя, слагающего первый участок, как мы увидим впоследствии. Эту свиту надо считать средним кембрием, так как нижний кембрий — там, где мы его знаем, — всюду сложен красноцветной свитой. По обстоятельствам, которые я изложу впоследствии, эта свита является повидимому верхним отделом среднего кембрия.

Третий участок занимает промежуточное положение и располагается между первыми двумя в виде узкой полосы, вытянутой в северо-западном направлении. Он сложен преимущественно различными сланцами, которые прорваны магматическими породами, обусловившими такую неравномерную метаморфизацию этих сланцев, что в одних местах эти породы остались глинистыми сланцами или филлитами, а в других превратились в гнейсы.

Отличительная особенность каждого из этих участков заключается в следующем. Первый участок собран в складки северо-западного простирания и почти лишен магматических пород. Второй участок собран в складки северо-восточного простирания, следов которых не видно в первом. Третий, т. е. промежуточный участок собран в складки северо-западного простирания и обильно пронизан разновременными интрузивами, тела которых вытянуты также в северо-западном направлении.

Между вторым и третьим участками проходит взброс северо-западного простирания, по которому древний комплекс надвинут на кембрий давлением с юго-запада; иначе говоря, в надвиге участвуют и юго-западный и промежуточный участки. И. А. Молчанов указывает, что, кроме плоскости взброса, явления надвига выражаются в том, что в сланцах промежуточного участка наблюдается пояс брекчий и милонитов, видимая ширина которого достигает 1 км и даже больше. Кроме того исследователь подчеркивает, что тектонические структуры кембрийских и докембрийских отложений совершенно различны, ибо оси складок обоих комплексов располагаются почти под прямым углом друг к другу. Это обстоятельство является, по его мнению, доказательством большого перерыва между кембрием и протерозоем.

Протерозой и кембрий

Теперь перейдем к рассмотрению стратиграфической колонки. В ней прежде всего обращают на себя внимание два перерыва: верхний перерыв отделяет кембрий от протерозоя, а нижний перерыв отделяет протерозой от археозоя.

Рассмотрим сначала протерозой. Протерозойские отложения состоят из трех отделов, которые, по-моему, представляют в действительности только две свиты.

Верхняя свита, в которую я включаю 2-й и 3-й члены протерозойской колонки, сложена непрерывной толщей мраморов, внутри которых нет никаких следов перерыва; при этом верхний горизонт отличается от остальной части только тем, что содержит прослой «микрокварцитов» и является настолько сильно углистым, что местами в контакте с магматическими породами превращается в графитовые мраморы. В этой толще нетрудно узнать енисейскую свиту именно потому, что в ее верхнем горизонте, который и здесь оказывается сильно углистым, присутствуют «микрокварциты». Правда, исследователь не решается высказать определенный взгляд на их происхождение; однако пластообразная форма этих образований, резкая граница между ними и вмещающими их известняками, выклинивание этих линз, особенности их микроструктуры, а также сама длина микрокварцитовых слоев, местами достигающая до 8 км, — все это склоняет И. А. Молчанова рассматривать их не только как первично-осадочные породы, но и как определенный стратиграфический горизонт (1934, 30). Во второй же работе он подчеркивает поразительное сходство этих образований с протерозойскими силицилитами Салаира и Горной Шории (1930, 14, 26). Несомненно, что это — обычные силицилиты, столь свойственные верхнему горизонту енисейской свиты, как я на это давно указал (Чураков, 1931, 384).

Нижняя свита его разреза, которая состоит из метаморфизованных терригенных и биогенных осадков и залегает на археозое, по-видимому представляет собой тот, самый древний отдел протерозоя, существование которого мы пытались доказать в долине Маны и Енисея. Это кажется тем более вероятным, что мы видим здесь даже основание этого отдела в виде базального конгломерата. Однако, в действительности стратиграфическое положение этой свиты нельзя считать правильно установленным по следующим соображениям.

Рассмотрим соотношение обеих протерозойских свит. Известняки енисейской свиты представляют собой толщу, гомоклинально падающую к юго-западу и имеющую видимую мощность около 13 км, если к ним присоединить верхний горизонт с силицилитами (см. карту, фиг. 13). Стратиграфически ниже лежит свита, состоящая из филлитов и зеленых сланцев, переслаивающихся с хлоритизированными известняками; это — нижний отдел протерозоя, который имеет видимую мощность от 3 до 8 км. Весьма показательно, что между «известняково-зеленосланцевой свитой» и енисейской свитой на Б. Бирюсе залегает толща известняково-глинистых сланцев и филлитов, которые переслаиваются с известняками.

Эта толща около 500 м мощности тесно связана с енисейской свитой, и разграничить их нельзя, как пишет И. А. Молчанов (1930, 17). По его словам, и филлитовая свита залегает тоже совершенно согласно со свитой зеленых сланцев (1928, 18—20).

Если считать, что во всем этом разрезе мы видим нормальные стратиграфические соотношения, то придется признать, что этот разрез, достигающий 20 км длины вкрест простирания пород, является крылом одной огромной складки. Но с таким толкованием очень трудно согласиться.

В самом деле, если учесть, что известняки енисейской свиты падают под углом 70—90°, то приходим к выводу, что ее истинная мощность будет не меньше 12 км; но это является маловероятным, ибо нигде на юге Средней Сибири никто из исследователей не наблюдал у этой свиты такую огромную мощность. Это обстоятельство учел и сам И. А. Молчанов, который в сводной работе указывает, что вообще в Восточном Саяне эта свита «собрана в крутые, опрокинутые на СВ, но, повидимому, неглубокие складки... выдержанного СЗ простирания (280—310°) с крутым и одноименным падением пластов на ЮЗ» (1934, 31 и 43). При этом он сам подчеркивает, что к такому выводу его приводит «чрезмерно большая видимая мощность известняков, превосходящая мыслимую мощность однородных осадков».

Но если это — так, то мы в праве думать, что и в верховьях Большой Бирюсы широкая, гомоклинально падающая толща енисейских известняков является не одним крылом гигантской складки, а крупной изоклинальной складкой, осевая плоскость которой наклонена к северовостоку.¹

Эта складка, вообще говоря, должна быть или синклинальной или антиклинальной. Синклиналью она не может быть, ибо в таком случае мы непременно наблюдали бы в ее мульде кутень-булукскую свиту, которая должна была сохраниться, если принять во внимание крутые углы падения известняков и формы современного рельефа. Очевидно, это — антиклиналь.

При таком объяснении действительная мощность енисейской свиты будет равна не 12 км, а значительно меньше, что вполне возможно.² Но в таком случае становится очевидным, что сланцевую свиту «нижнего» отдела протерозоя нельзя считать формацией более древней, чем енисейская свита; наоборот, этот отдел надо считать свитой, которая лежит на енисейской свите, но находится в перевернутом положении. Если мысленно вернуть обе свиты в нормальное положение и учесть отсутствие перерыва между ними, мы придем к естественному выводу: нижний отдел протерозоя И. А. Молчанова, это — кутень-булукская свита, залегающая на енисейской.

Лучшим доказательством правильности моей догадки о наличии здесь наклоненной антиклинали было бы обнаружение прослоев силици-

¹ Очень часто такие складки мы ошибочно называем опрокинутыми.

² В Кузнецком Алатау мощность енисейской свиты, по моим определениям, не меньше 3,5 км, а в Горном Алтае не меньше 3 км (Чураков, 1916, 17; 1941).

Стратиграфия древних отложений Восточного Саяна

(по И. А. Молчанову)

Возраст	Литологический состав	Отличительные особенности	Мощность в метрах
Перерыв: таконская складчатость северо-восточного простираия			
Кембрий	4. Известняки с прослоями мергелей и известняково-глинистых сланцев; чистые и глинистые известняки.	Трилобиты	100 — 150
	3. Аркозовые, неяснослоистые песчаники	Редкие гальки известняка (мало-окатанные)	120 — 150
	2. Песчанистые известняки с прослоями известково-глинистых сланцев		80 — 120
	1. Глинистые песчаники, известково-песчанистые сланцы; базальный конгломерат с галькой различных сланцев.		250
Перерыв: складчатость северо-западного простираия			
Протерозой	3. Битуминозные, местами графитовые мраморы с прослоями микрокварцитов.		?
	2. Мощная толща белых и серых мраморов с прослоями филлитизированных глинистых сланцев		8000
	1. Хлоритовые известняки и офикальциты, переслаивающиеся с зелеными известково-хлорито-серицитовыми и тальково-серицитовыми сланцами; базальный конгломерат из гальки зеленокаменных эффузивов.		1350
Перерыв: { 2) эрозионный цикл { 1) метаморфизация эффузивов			
Археозой	2. Габбро, превращенные в амфиболиты; основные эффузивы, превращенные в амфиболиты, тальково-хлоритовые и хлорито-серицитовые сланцы. 1. Биотитовые, мусковитовые, амфиболовые и биотито-амфиболовые гнейсы; линзы и прослои амфиболо-полевошпатовых мраморов, а также тремолито-анортитовых и актинолитовых сланцев.		1000

литов в правой (на разрезе) части енисейской свиты, которая прилегает к свите сланцев; но силицилиты не были там обнаружены. Их отсутствие я объясняю, во-первых, тем, что их трудно было обнаружить, ибо в этих местах нет хороших обнажений; во-вторых, надо иметь в виду, что силицилиты, как указывает И. А. Молчанов и как я неоднократно указывал, представляют собою линзы, т. е. образования выклинивающиеся. Вследствие этого нельзя требовать, чтобы в любом разрезе любой складки оба ее крыла имели вполне симметричное строение. Должен напомнить, что все эти соображения я изложил уже в 1931 г.;

но теперь я вынужден их повторить, ибо они не были своевременно учтены исследователями Восточного Саяна (Чураков, 1931, 385).

Чтобы покончить с рассмотрением нижней свиты протерозоя, которая в действительности оказалась его верхним членом, необходимо остановиться на ее базальном конгломерате. Очевидно, что этот конгломерат теперь нельзя считать базальным, так как он залегает в основании свиты, которая оказалась перевернутой: иначе говоря, стратиграфически он залегает в ее верхнем горизонте.

Но этот вывод в свою очередь неизбежно влечет за собой новый вопрос: каковы же взаимоотношения между этой толщей и археозоем? Если этот «базальный» конгломерат, судя по наблюдениям И. А. Молчанова, лежит на гнейсах и других кристаллических сланцах археозоя, то совершенно очевидно, что контакт между археозоем и налегающей на него свитой сланцев с конгломератами обязательно должен быть дизъюнктивным и амплитуда тектонического перемещения должна быть достаточно большой.

В долине Большой Бирюсы мы не находим материала для разрешения этой задачи. Но, если мы начнем проследивать этот контакт по простиранию в направлении на юго-восток, то в верховьях Малой Бирюсы мы найдем исчерпывающий ответ. Оказывается, что там свита известково-глинистых сланцев и филлитов выклинивается, енисейские известняки непосредственно лежат на археозое и контакт между ними дизъюнктивным, как подчеркивает И. А. Молчанов (1930, 14 и карта). Значит, мое предположение оправдалось.

К сожалению, ни в отчетах о Бирюсе, ни в сводном очерке И. А. Молчанов не описывает ни одного обнажения этих «базальных» конгломератов. Только в его работе о верховье Кана я нашел указания, объясняющие, на чем основана его мысль о наличии базальных конгломератов в основании протерозоя.

Так, в самом верховье Кана енисейская свита с ясно выклинивающимися линзами силицилитов содержит местами пропластки зеленых сланцев и филлитов, количество которых особенно велико в северной части площади распространения енисейской свиты, где эта последняя соприкасается по сбросу с более древним (археозойским) комплексом гнейсов и амфиболитов.

Там, около плоскости сброса встречаются не только вышеуказанные филлиты, но также зеленые песчаники и конгломераты с галькой главным образом амфиболита, кератофира и фельзита. Весьма важно при этом подчеркнуть, что больших выходов конгломерата нигде не было найдено; но «более мелкие иссеченные зеркалами скольжения и как бы затертые среди брекчии обломки этих пород» были обнаружены во многих местах (Молчанов 1934₂, 36, 49).

На основании этих наблюдений исследователь и склонен думать, что енисейская свита начинается песчаником и конгломератами, галька которых образовалась за счет разрушения археозойского комплекса. Я полагаю, что наличие сброса, который отделяет здесь протерозой от археозоя, не дает права делать такой вывод, тем более, что вертикальное перемещение было повидимому очень большим.¹ Вместе с тем описание этих конгломератов наводит на мысль, что они могут быть — и даже вероятно являются не базальными, а внутрiformационными.

К такому выводу я прихожу на основании следующих двух соображений.

Во-первых, насколько я знаю енисейскую свиту по своим наблюдениям в Кузнецком Алатау и в Горном Алтае, она не содержит прослоев терригенных пород ни в своей средней, ни в нижней части; верхняя же

¹ Только одно обнажение «крупногалечникового зеленого конгломерата» было найдено в долине р. Тагул около устья рч. Сарасуль; но условия его залегания И. А. Молчановым не описаны (1934₂, 49).

ее часть местами бывает или насыщена прослоями этих пород или загрязнена терригенной примесью. Эту последнюю особенность подметил и И. А. Молчанов в верховьях Б. Бирюсы (1928, 14). Поэтому я предполагаю, что в верховьях Кана археозой соприкасается по сбросу не с нижним, а с верхним горизонтом енисейской свиты. Во-вторых, конгломераты р. Кан описаны И. А. Молчановым так, что получается впечатление присутствия местами отдельных галек и обломков, которые заключены в мелкозернистой массе, причем эти гальки и обломки различных пород повидимому не связаны с образованием тектонической брекчии.

Как бы то ни было, ясно одно. В работах И. А. Молчанова мы не находим ни одного примера, показывающего непосредственное налегание протерозоя на археозой, ибо контакты между ними являются всюду дизъюнктивными, как подчеркивает и сам исследователь. Затем, произведенный анализ показывает, что в составе протерозоя мы нигде не могли обнаружить свиту, более древнюю, чем енисейская свита, а нижний отдел протерозоя, установленный И. А. Молчановым, должен занимать более высокое стратиграфическое положение.

Теперь перейдем к рассмотрению тех отложений, которые отнесены И. А. Молчановым к кембрию (см. выше, стр. 53). По его представлениям кембрий состоит из трех свит песчаников и песчанистых известняков, перекрываемых четвертым членом, т. е. известняками и глинистыми сланцами с трилобитами. Я считаю, что к кембрию надо относить только четвертый член его кембрийской колонки; все же три остальные свиты, залегающие ниже, являются протерозоем и представляют собою кутень-булукскую свиту.

Перейдем к доказательству этого положения, для чего рассмотрим геологическое строение верховьев Большой Бирюсы, воспользовавшись особенностями тектоники. Я уже показал, что кембрийские отложения, судя по наблюдениям И. А. Молчанова, собраны в складки северо-восточного направления и состоят только из известняков и мергелей четвертого отдела его «кембрия». Основание этой свиты нигде не обнажается, и на нее надвинут более древний комплекс. Что же касается остальных трех свит «кембрия», то они входят в состав той узкой полосы различных сланцев, которые, как это видно на карте, залегают между кембрием и енисейской свитой и собраны в складки северо-западного простирания (см. фиг. 13).

Очевидно, рассматриваемые три свиты «кембрия» по своей тектонической структуре тесно связаны с протерозоем и отделены от заведомо кембрия перерывом, поскольку средний кембрий построен по иному тектоническому плану. Правда, кембрий верховьев Бирюсы, который сопоставляется И. А. Молчановым с торгошинским известняком, имеет среднекембрийский возраст. Поэтому может возникнуть мысль, что рассматриваемые три свиты его «кембрия» являются нижним кембрием. Но это предположение необходимо отвергнуть, так как нигде в Сибири мы не знаем ни одного случая, чтобы между нижним и средним кембрием был большой перерыв, обусловленный такой тектоникой, при которой нижний и средний кембрий оказались построены по двум различным тектоническим планам. Единственно, что мы знаем, это — случаи перерыва, обусловленные местным размывом нижнего кембрия. Значит, в рассматриваемом примере мы должны всю свиту, которая в стратиграфической таблице лежит под осадками заведомо кембрийского возраста, отнести к протерозою. Конечно, естественнее всего считать ее кутень-булукской свитой, поскольку в долине Маны и в низовье Базаихи мы не видим между среднекембрийскими известняками и известняками енисейской свиты никакой другой граувакковой толщи. Но такому предположению противоречат наличие базального конгломерата, который указан И. А. Молчановым в основании этой предполагаемой кутень-булукской свиты.

*) по наблюдениям Ч. А. Ковалевского (1940), стр. 55

Этот конгломерат тем более важен, что именно на нем И. А. Молчанов обосновал тот верхний перерыв (табл. 4), который по его словам очень резко отделяет его «кембрий» от его «протерозоя». Однако нетрудно показать, что в действительности этот конгломерат, как базальный, не существует. Во-первых, исследователь не описал ни одного обнажения такого конгломерата; во-вторых, он сделал ошибочные выводы из наблюдений А. Г. Вологодина и Ю. А. Кузнецова. В самом деле, мысль о наличии этого базального конгломерата была впервые высказана И. А. Молчановым в его сводном очерке, в котором он ссылается на свои наблюдения, произведенные в верховьях Б. Бирюсы. Но в соответствующих отчетах мы не находим ни одного описания такого конгломерата, который залегает на размытой поверхности более древней свиты. Мало того, мы там видим, что эти конгломераты могут залегать только в той свите метаморфических сланцев, которая, как видно на карте, занимает промежуточное положение между енисейской свитой и известными кембрийскими отложениями. Больше того, слабо метаморфизованные глинистые сланцы этой полосы, как подчеркивает сам И. А. Молчанов, тесно связаны с одной стороны с известняками енисейской свиты, а с другой стороны с той свитой метаморфических сланцев, которые он поместил стратиграфически ниже енисейской свиты, а я отождествил с кутень-булукской свитой.

На этом основании я делаю два вывода. Во-первых, между этими свитами нет и не может быть базальных конгломератов, ибо в противном случае эти свиты были бы резко разграничены самим исследователем. Во-вторых, три рассматриваемых мной яруса «кембрийских» отложений И. А. Молчанова сливаются в одну свиту с той толщей метаморфических сланцев, в которой я признал кутень-булукскую свиту. Поэтому я считаю, что в стратиграфическую колонку И. А. Молчанова надо внести три новых поправки.

Во-первых, между третьим и четвертым членом его «кембрия» надо показать большой перерыв, обусловленный наличием двух планов тектоники.

Во-вторых, отнеся четвертый член к среднему кембрию, надо остальные три члена перенести в протерозой и считать их кутень-булукской свитой.

В-третьих, надо уничтожить перерыв, показанный в его колонке между «кембрием» и протерозоем.

При такой постановке вопроса оказывается, что три нижних члена его «кембрия» сольются в одну свиту с той свитой, которая в его колонке является нижней свитой протерозоя. Такой вывод, который производит на первый взгляд впечатление очень сложной перестройки всей стратиграфической колонки И. А. Молчанова, окажется по существу весьма простым делом, если взглянуть на карту и учесть, что перестройка коснулась только той довольно узкой полосы преимущественно терригенных пород, которая залегает между енисейской свитой и кембрием и вытянута в северо-западном направлении.

Отдельные части этой единой свиты осадков метаморфизованы настолько различно, что в одних местах они имеют вид неслоистых граувакк, глинистых сланцев и филлитов, а в других они превращены даже в гнейсы.

Это различие обусловлено тем, что в этой свите — и только в ней — залегают различные по своему составу и возрасту интрузивные породы, которыми и обусловлен метаморфизм.

В заключение я должен сказать, что сейчас трудно говорить о мощности кутень-булукской свиты, так как, с одной стороны, И. А. Молчанов измерял мощность ее различных частей; с другой стороны, я предполагаю, что она состоит из нескольких изоклинальных складок, восстановить которые мы сейчас еще не можем. Думаю, что ее мощность надо считать в несколько сотен метров.

Не приходится сомневаться в том, что в Восточном Саяне существуют гнейсы и другие кристаллические сланцы, образовавшиеся в условиях глубинного регионального метаморфизма, который был закончен еще до отложения протерозойских осадков. Значительные площади распространения этих пород мы видим не только между Мимией — правым притоком Маны — и верховьями Бирюсы, как показал И. А. Молчанов; они видны и дальше к юго-востоку в бассейнах рр. Ия, Ока и Уда, судя по наблюдениям Л. Г. Котельникова (1933). Поэтому наличие археозойских образований в Восточном Саяне можно считать доказанным.

Но возраст магматических пород, прорвавших археозойские отложения, остается неустановленным. Кроме того надо учитывать, что местами, как, например, в верховьях Бирюсы, даже протерозойские сланцы кое-где превращены в гнейсы под влиянием контактового метаморфизма, что затрудняет изучение археозоя. Затем, мы нигде не видим непосредственного налегания протерозоя на археозой, ибо контакты между комплексами этих отложений всюду дизъюнктивные. Мало того, мы не видели ни основания енисейской свиты, ни другой более древней свиты протерозоя.

Наконец — что особенно важно — большая мощность известняков енисейской свиты и огромная площадь их распространения исключает возможность рассматривать небольшие площади распространения археозойских гнейсов как острова, существовавшие во время отложения протерозойских осадков. Достаточно сказать, что самая большая площадь распространения археозойских гнейсов, которую И. А. Молчанов обнаружил между рр. Маной и Агулом, имеет в длину около 150 км; ширина же этой полосы даже в самом широком месте не превышает 50 км, несмотря на то, что мы наблюдаем ее теперь, т. е. после длительной денудации протерозойских отложений.

Поэтому, не зная пока, на какой именно формации отлагалась енисейская свита, мы должны признать, что она представляет собой осадки, некогда покрывавшие собой всю площадь современного Восточного Саяна. Не меньшую площадь распространения имела и кутень-булукская свита, неразрывно связанная с енисейской. Этот последний вывод важен для обоснования теории протерозойского оледенения. Мои представления о стратиграфии древних свит в верховьях Бирюсы, основанные на вышеизложенном анализе, представлены на табл. 5.

Магматические породы

Теперь перейдем к рассмотрению явлений глубинного вулканизма, так как они позволят нам еще прочнее обосновать сделанные стратиграфические выводы. Магматические породы, обнаруженные И. А. Молчановым в верховьях Бирюсы, мы разобьем на две группы. В первую группу мы отнесем те породы, которые прорывают только протерозой и не встречены в кембрийских отложениях. Во вторую группу отнесем те породы, которые прорывают заведомо кембрийские известняки.

Относительный возраст большинства этих магматических пород установлен И. А. Молчановым с такой степенью точности, которая не вызывает сомнений в правильности его выводов. Что же касается геологического возраста этих пород и их связи с тем или иным периодом складчатости, то в этом отношении я очень сильно расхожусь с И. А. Молчановым, как и следовало ожидать, ибо эти расхождения обусловлены главным образом различием наших взглядов на геологический возраст древних метаморфических свит.

Рассмотрим сначала магматические породы протерозоя. Отличительная особенность всех этих магматических пород заключается в том, что

они залегают только в кутень-булукской свите, т. е. приурочены к узкой полосе северо-западного простирания, расположенной между кембрийской толщей и енисейской свитой. Никаких следов этих интрузий мы не видим в первой толще, а во второй обнаружены лишь пластовые и секущие дайки аплитов и жилы пегматитов (Молчанов, 1928, 17). Правда, между Б. Бирюсой и Мурхдем — ближе к последнему — среди енисейской свиты повидимому залегают кислый интрузив, как предполагает И. А. Молчанов; но его присутствие все-таки не нарушает указанной закономерности.

Первой, т. е. самой древней интрузией была интрузия трондьемита, который прорвал протерозойские отложения уже после того, как они были собраны в складки северо-западного простирания. Интрузив трондьемита выступает в виде удлиненного тела около 14 км в длину и немногим больше 1 км в ширину. Он располагается по обе стороны от долины Большой Бирюсы и вытянут в северо-западном направлении, т. е. вдоль складчатости и сланцеватости протерозойских отложений. Полная форма этого интрузива неизвестна, так как с северо-восточной стороны он срезан взбросом, по которому непосредственно соприкасается с кембрийскими отложениями.

Вторая интрузия представлена габбро, интрузив которого слагает голец Андреевский, расположенный к юго-востоку от трондьемита. Интрузив габбро имеет форму клиновидного штока, длинная ось которого также вытянута к северо-западу, т. е. вдоль слоистости и сланцеватости докембрийских свит. Он имеет в длину около 13 км, а его расширенная часть равна 5 км. Если всмотреться в карту, то легко понять, что это — только северо-западная половина линзовидного акмолита, юго-восточная половина которого проплавлена и замещена кислыми интрузивами.

Между этим габбровым массивом и интрузивом трондьемита выступают четыре небольших штока¹ серпентинизированного пироксенита, из которых три штока залегают среди зеленых сланцев, а четвертый прорывает трондьемит; кроме того, и в сланцах и в трондьемите обнаружены дайки габбро северо-западного простирания. Едва ли можно сомневаться в том, что пироксенит генетически связан с габбро и что обе породы представляют собой две различные фазы одного вулканического цикла ультраосновной магмы.

Поэтому в дальнейшем я буду объединять их в одну гипербазитовую интрузию.

Прорывание трондьемита небольшим штоком пироксенита и несколькими дайками габбро не оставляет сомнения в том, что гипербазитовая интрузия действительно моложе трондьемита. Кроме того, между этими интрузиями был несомненно большой перерыв, так как трондьемит уже после своего остывания подвергся с юго-запада весьма сильному тангенциальному давлению, которое раздробило и рассланцевало эту породу местами почти до неузнаваемости, причем рассланцовывание шло все в том же, т. е. в северо-западном направлении. Пироксенит, а также дайки габбро прорвали уже рассланцованный трондьемит, но сами они не подвергались столь сильной рассланцовке, которую испытал трондьемит.

Третья интрузия представлена адамеллитом: это — так называемый «бугульминский адамеллит», которым сложен голец Бугульминский. Адамеллит проплавил габбровый интрузив и расположился в его юго-восточной половине. Замечательно, что интрузив этого адамеллита, имеющий размеры 5×8 км, также вытянут своей длинной осью в северо-западном направлении. Отличительной особенностью адамеллита является обилие в нем миаролитовых пустот и других особенностей микроструктуры,

¹ Четвертый шток, не показанный на карте И. А. Молчанова, указан им в тексте (1928, 19).

Стратиграфия древних отложений Бирусы
(по А. Н. Чуракову)

Возраст	Название свит	Литогенезис, тектогенезис и эрозионные циклы	Отличительные особенности	Мощность в метрах
---------	---------------	--	---------------------------	-------------------

Перерыв: складчатость северо-восточного простирания
(или салаирская, или таконская)

Средний кембрий	Аналог торгашинского известняка	Известняки с прослоями мергелей и известково-глинистых сланцев; чистые и глинистые известняки		100 — 150
-----------------	---------------------------------	---	--	-----------

Большой перерыв { *3) эрозия*
2) пять разновременных интрузий различных пород
1) складчатость северо-западного простирания

Средний протерозой	Кутень-булукская свита	Граувакки, глинистые песчаники, известково-глинистые сланцы, известково-песчаные сланцы, прослой известняков, межформационные конгломераты. Эти породы местами превращены в хлоритовые мраморы и офиальциты, известково-хлоритовые, тальково-серицитовые сланцы и даже в гнейсы.	Морские тиллиты, представленные межформационными конгломератами.	Несколько сотен метров
--------------------	------------------------	--	--	------------------------

Отсутствие перерыва!

Средний протерозой	Енисейская свита	Белые и серые мраморы с прослоями силицилитов в верхних горизонтах. Основание этой свиты неизвестно.	Прослой силицилитов; графитизация верхнего горизонта.	5000 — 6000
--------------------	------------------	--	---	-------------

Перерыв { 2) эрозионный цикл
1) метаморфизация (?)

Археозой		2) Габбро, превращенные в амфиболиты; основные эффузивы, превращенные в амфиболитовые, тальково-хлоритовые и хлорито-серицитовые сланцы 1) Биотитовые, мусковитовые, амфиболовые и биотито-амфиболовые гнейсы; линзы и прослой амфиболо-полевошпатовых мраморов, а также тремолито-анортитовых и актинолитовых сланцев.	Магматические породы частично могут быть протерозойскими	?
----------	--	--	--	---

которые говорят о том, что это — полуглубинная интрузия, выделявшая при застывании большое количество летучих.

Дальше к юго-востоку в непосредственном соседстве с адамеллитом выступает интрузив микроклин-пертитового гранита, слагающего юго-восточный склон Бугульминского гольца и весь Нендарминский голец. Этот гранит обладает резко выраженной порфировой структурой; вкрапленники микроклина достигают в нем 3 и даже 5 см в длину, так что породу можно назвать раппакиви. В 11 км к юго-востоку от него выступает среди гнейсов второй интрузив того же раппакиви (с вкрапленниками в 6 см длиной) с длинной осью, вытянутой в том же направлении.

Этот второй интрузив раппакиви продолжается еще дальше на юго-восток за пределы карты и доходит почти до устья рч. Джуглым — левого притока Уды, т. е. прослеживается примерно на 55 км; только остается пока неизвестным, представляет ли он собою один сплошной удлиненный интрузив или же распадается на ряд обособленных плутонов, так как И. А. Молчанов пересек его лишь редкими маршрутами; второе предположение является более вероятным. Кроме того, юго-восточный конец этого интрузива замечателен тем, что он «сменяется крупнокристаллическими графитовыми мраморами»,¹ как пишет И. А. Молчанов (1930, 18). В заключение надо сказать, что вся совокупность интрузивов раппакиви занимает узкую полосу в 75 км длины.

Макро- и микроструктура порфировидного гранита и бугульминского адамеллита настолько различны, что эти породы надо безусловно считать разновременными интрузиями, как подчеркивает И. А. Молчанов. В пользу этого говорят и следы того воздействия адамеллита на раппакиви, которые были обнаружены им в северо-западном конце самого крайнего интрузива раппакиви, около краевой части адамеллита (Молчанов, 1930, 18).

Таким образом, в нашем изложении порядок интрузий надо изменить: третьей по счету интрузией следует считать раппакиви, а четвертой — адамеллит. При такой постановке вопроса становится неопределенным только относительный возраст гипербазитов, которые могут оказаться или древнее или моложе раппакиви. Чтобы подойти к решению этой неопределенности, рассмотрим еще два интрузива, условия залегания которых весьма любопытны. Это — габбро-диорит и аляскитовый гранит, которые выступают непосредственно к востоку от Красной Бирюсы.²

В этом месте находится тектонический клин, вытянутый в северо-западном направлении. В плане он представляет собою линзу, заостренную с обоих концов и имеющую 17 км в длину и не более 2 км в расширенной части. Будучи резко ограничен с обеих сторон дизъюнктивами, этот клин с северо-востока соприкасается с кембрием, а с юго-запада — с протерозоем и его магматическими породами.

Сам тектонический клин состоит из габбро-диорита в виде линзовидного интрузива, расширенная часть которого проплавлена и нацело замещена аляскитовым гранитом, поднимающимся среди окрестных речных долин под названием Иткатской сопки.

Размеры аляскитового интрузива так велики, что от габбро-диорита сохранились только его северо-западный и юго-восточный конец, да в средней части с северо-восточной стороны уцелела узкая полоса габбро, не ассимилированная гранитом. Кроме того не подлежит сомнению, что первоначальная форма самого габбро-диоритового интрузива была также линзовидной: об этом говорят те узкие оторочки боковых пород,

¹ По наблюдениям И. А. Молчанова эти мраморы относятся к той свите, которую я называю енисейской (1934, 36). Наличие графита в этих мраморах указывает на то, что и там мы видим горизонт енисейской свиты, обогащенный углистым веществом; только стратиграфическое положение этого горизонта в самой свите осталось невыясненным.

² Красная Бирюса и Черная Бирюса, это — правый и левый истоки Малой Бирюсы.

которые видны с обеих сторон интрузива внутри тектонического клина.¹ Очевидно, что и сама форма тектонического клина обусловлена формой габбро-диоритового интрузива.

Оба интрузива, т. е. габбро-диорит и аляскитовый гранит, имеют следующие особенности. Во-первых, они вытянуты в северо-западном направлении и располагаются в той же узкой полосе северо-западного направления, вдоль которой расположены и породы трех выше рассмотренных интрузий. Во-вторых, оба интрузива внедрялись под давлением, что отчетливо доказывается их линзовидной формой, а для аляскитового гранита и наличием на его обоих концах многочисленных апофизов, вытянутых в северо-западном направлении. В-третьих, аляскитовый гранит не только моложе габбро-диорита, но он внедрялся значительно позже застывания габбро-диорита. Этот вывод я делаю на основании следующих соображений.

С одной стороны, аляскитовый гранит проплавлил габбро-диорит, что отчетливо видно в его средней части; с другой стороны, зубчатые очертания, образовавшиеся только на концах аляскитового интрузива, указывают на то, что габбро-диорит был уже рассланцован, что и способствовало образованию в аляските прямолинейных и параллельных друг другу апофиз. К сожалению, И. А. Молчанов не приводит петрографического описания этих двух пород; но их особенности и условия залегания позволяют сделать ряд выводов.

Так, с очень большой долей вероятности можно думать, что габбро-диорит представляет собой габбро, метаморфизованное аляскитовым гранитом, и является одновременным с габбровым интрузивом Андреевского гольца. В пользу этого говорит расположение этих обоих интрузивов на одной линии, их близость друг к другу и одинаковая линзовидная форма, что указывает на их образование в одинаковых тектонических условиях; кроме того дайки габбро около Андреевского гольца местами тоже сильно метаморфизованы и превращены в диоритовые гнейсы и даже в амфиболиты, как отмечает И. А. Молчанов (1928, 21).

Наконец, в пользу сопоставления этих двух интрузивов говорит и то, что габбро-диорит был уже слегка рассланцован до интрузии аляскитового гранита, подобно тому, как габбро Андреевского гольца, которое тоже было слегка рассланцовано до интрузии бугульминского адамеллита. К этому можно добавить, что превращение основных и ультраосновных пород в различные породы средней кислотности под влиянием проплавления их кислыми породами представляет собой явление, широко распространенное и достаточно хорошо изученное (Соколов, 1935; Hurlbut, 1935; Reynolds, 1934).

Что же касается аляскитового гранита, то о нем можно высказать два предположения: его можно считать или самостоятельной интрузией, или ответвлением от того крупного массива раппакви, который выступает в непосредственном соседстве к юго-западу. Я думаю, что второе предположение отпадает, ибо гранит-раппакви на обширных пространствах сохраняет свою характерную порфиловую структуру, следов которой не видно в аляскитовом граните, несмотря на то, что он отстоит от массива раппакви всего лишь в 1 км.

Точно так же нельзя связывать аляскитовый гранит и с бугульминским адамеллитом, который отличается иной текстурой, обусловленной меньшей глубиной застывания; кроме того аляскитовый гранит достаточно сильно метаморфизован и катаклазирован (Молчанов, 1930, 19). О сопоставлении аляскитового гранита с трондьемитом также не приходится говорить, поскольку аляскитовый гранит не подвергся той сильной рассланцовке, которую испытал трондьемит.

Следовательно, нам удастся решить поставленную задачу, ибо интрузив

¹ Эти оторочки отчетливо видны на карте, составленной И. А. Молчановым (1930).

зии распределяются в следующем порядке: трондьемит, гипербазиты (включая габбро-диорит), раппакиви и адамеллит.

Вместе с тем встал новый вопрос об относительном возрасте интрузии аляскитового гранита. Эту задачу можно решить только приближенно, учитывая формы внедрения различных рассмотренных интрузивов. Так, бросается в глаза, что Нендарминский массив раппакиви и бугульминский адамеллит имеют округлые очертания, приближающиеся в плане к окружности, что указывает на внедрение их путем спокойного проплавления вмещающих пород, которое не сопровождалось инъекцией. Наоборот, интрузив аляскитового гранита внедрялся не только путем проплавления габбро-диорита, но и инъекцией гранитной магмы, которая внедрялась под давлением в рассланцованный габбро-диорит.

Это обстоятельство заставляет меня думать, что интрузия аляскитового гранита предшествовала интрузии раппакиви и образовалась тогда, когда в этой узкой полосе северо-западного простирания многократно действовали те тангенциальные напряжения, которые сначала расланцевали трондьемит, затем способствовали внедрению двух линзовидных интрузивов габбро и их позднейшей рассланцовке, а потом обусловили инъекцию аляскитового гранита.

Подводя итоги, мы видим, что протерозойские отложения, уже после того как они были собраны в складки северо-западного простирания, пережили следующие события. Сначала произошла интрузия трондьемита, которая после своего застывания подверглась сильной расланцовке под воздействием силы, действовавшей в направлении ЮЗ—СВ. После этого произошла (повидимому, не в один прием) интрузия габбро и пироксенита, за которыми уже после их остывания вновь наступило тангенциальное давление, местами расланцевавшее эти гипербазиты, но не столь сильно, как был рассланцован трондьемит. Затем произошла интрузия аляскитового гранита,¹ за которой последовала интрузия раппакиви.¹⁾

Замечательной особенностью всех этих четырех интрузий является их линейная форма и приуроченность к одной узкой полосе северо-западного простирания. Кроме того, оба интрузива габбро и интрузив аляскитового гранита имеют резко выраженную линзовидную форму, говорящую о том, что они внедрялись под давлением. Вместе с тем характерно, что гранитная интрузия раппакиви, которая состоит повидимому из нескольких одновременных интрузивов, располагающихся на одной линии, уже не обнаруживает таких явлений, которые указывали бы на ее внедрение под давлением. К такому выводу я прихожу на том основании, что северный интрузив раппакиви, т. е. Нендарминский голец, имеет округлые в плане, почти изометрические очертания. Однако во время застывания уже внедрившихся массивов раппакиви тангенциальное давление опять проявилось, так как южный массив раппакиви, прорезаемый Джуглымом, превращен на своем северном конце в ортогнейс с параллельным расположением вкрапленников (Молчанов, 1930, 19). Видимо, тангенциальное давление вообще стало уже затухать.

Наконец, заключительным аккордом явилась пятая интрузия, т. е. бугульминский адамеллит, который благодаря обилию содержащихся в нем агентов-минерализаторов спокойно проплавил габбровый массив и застыл на небольшой глубине.

Геологический возраст всех вышерассмотренных интрузий неизвестен; но для решения этой задачи нам вполне достаточно определить возраст только бугульминского адамеллита, как самой молодой интрузии, ибо нижний предел возраста для самой древней интрузии уже установлен. Для этой цели рассмотрим магматические породы, прорвав-

¹ Мне сдается, что именно эта интрузия породила слюдоносные пегматиты Восточного Саяна.

шие кембрийские отложения. Они распадаются на следующие три группы. Первая группа, это — вулканические покровы авгитовых, слюдино-амфиболовых и лабрадоровых порфиринов, которые лежат на дислоцированной и размытой поверхности среднего кембрия к востоку от М. Бирюсы, слагая небольшую площадь. Они частично уже размыты и трансгрессивно покрываются толщей красноцветных конгломератов и красных песчаников. Это — тот самый эффузивно-осадочный комплекс, который широко распространен по окраинам Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна, в частности около г. Красноярска. Его возраст точно еще не установлен и относится мной к верхнему силуру, а другими исследователями — к девону; некоторые относят его и к верхнему силуру и к нижнему девону.

Вторая группа пород представлена сиенитом, застывшим в полуглубинной фации, а также связанными с ними сиенит-порфирами (Молчанов, 1928, 14). Породы этой интрузии выступают в двух обособленных участках — к западу от Большой Бирюсы и к востоку от Малой Бирюсы.

В первом участке они образуют батолит, который слагает Аройский голец и имеет очень сложную поверхность, если судить по тому, что два его очень крупных тела разобщены лишь узкой перемычкой боковых пород, по которым проложил себе путь Мокрый Мирючун — левый приток Б. Бирюсы; кроме того, к востоку и юго-востоку от этого батолита среди кембрийских известняков выступают три небольших сателлита того же сиенита, указывающие на то, что сиенитовый батолит продолжается под кембрийскими известняками даже восточнее Б. Бирюсы. Мы не можем пока определить его размеры, так как северо-западная часть батолита еще не изучена.

Во втором участке, т. е. восточнее М. Бирюсы, сиенитовая интрузия имеет еще более сложную поверхность и меньше размыта, чем в первом. Она представлена одиннадцатью небольшими штоками округлого очертания, которые сосредоточены на площади в 10×20 км, причем два из них срезаны той плоскостью взброса, по которой протерозой надвинут на кембрий. Очевидно, все эти мелкие штоки представляют собой едва обнажившиеся выступы крупного сиенитового батолита.

Третья группа пород, расположенная также к востоку от М. Бирюсы, представлена одним довольно крупным интрузивом габбро-диорита,¹ имеющим удлиненную форму с округлыми очертаниями. Его длина около 10 км при ширине в 4 км.

Соотношения между этими тремя группами пород вполне отчетливы. Сиенит прорывает вулканические покровы верхнего силура, а сиенит-порфир, генетически связанный с сиенитовой интрузией, внедряется даже в толщу красноцветных конгломератов и песчаников. Габбро-диорит древнее первых двух групп пород, так как вулканические покровы частично лежат на размытой поверхности этого габбро-диорита, а один из штоков сиенита прорывает его.

Трудно сказать, что представляет собой интрузив габбро-диорита, так как мы не имеем подробного петрографического описания его пород. На первый взгляд может показаться, что это — интрузив нормальной основной породы, тем более, что в самом близком от него соседстве выступает среди протерозойских отложений тот габбро-диоритовый интрузив, который я связал с ультраосновной магмой.

Однако я думаю, что это — не так. Это — едва вскрытая, апикальная часть гранитного интрузива, представленная лишь его наружной, весьма основной фацией. В пользу такого объяснения говорит краевая часть этого интрузива, которая на северной стороне переходит в пироксенит,

¹ И. А. Молчанов указывает, что это — два штока габбро-диорита; но, если раскрасить его геологическую карту цветными карандашами, то станет ясно, что это — две части одного интрузива, разделенные, да и то не вполне, штоком сиенита.

а на восточной — в эссексит (Молчанов, 1930, 24). Обычно в основных и ультраосновных интрузивах дифференциация выражается в том, что от центра к поверхности и к краям интрузива наблюдается увеличение кислотности, как это показал Дэли на ряде примеров (1936, 432—442). У кислых же интрузивов поверхностная часть обладает большей основностью, чем внутренняя; в частности, у тех интрузивов, которые внедряются в известняки, наружная часть представляет собой последовательно — диорит, габбро-диорит, габбро и даже пироксенит. Подобные примеры известны в Кузнецком Алатау. Если в данном случае габбро-диоритовый интрузив становится в наружной части пироксенитом, т. е. более основным, я предпочитаю рассматривать такой интрузив как апикальную часть кислого интрузива, — тем более, что местами он переходит даже в эссексит. К этому надо добавить, что к юго-востоку от рассматриваемой нами площади давно известна гранитная интрузия, прорвавшая средний кембрий (Ижицкий, 1896, 91; Котельников, 1933).

Самым главным вопросом является соотношение этого послекембрийского габбро-диорита с тем габбро-диоритом, который залегает к юго-востоку от него в непосредственном соседстве и был уже охарактеризован выше. На первый взгляд именно эта близость наводит на мысль, что перед нами, конечно, две части одного и того же интрузива, разобщенного взбросом и узкой перемычкой не больше 150 м ширины. Однако при внимательном рассмотрении карты приходится отвергнуть это предположение по следующим соображениям. Тот интрузив, который прорывает протерозой, внедрялся в рассланцованную толщу под большим давлением, на что указывает его линзовидная форма с заостренными концами; что же касается послекембрийского интрузива, то он спокойно проплавливал кембрийские известняки, судя по его плавным, округлым очертаниям.

Конечно, не приходится забывать, что между кембрием и протерозоем проходит взброс, который привел на один уровень оба габбро-диоритовых интрузива. Это обстоятельство можно было бы использовать как объяснение того, что оба интрузива габбро-диорита, являющиеся частями одного батолита, приняли различные формы именно потому, что застывали на различных глубинах и в тектонически различно построенных формациях. Но и это предположение приходится отвергнуть, так как в подобном случае становится совершенно непонятной узкая оторочка, которая их разделяет. Наконец, надо вспомнить, что габбро-диорит, прорвавший протерозой, кроме того сам прорван аляскитовым гранитом, следов которого мы не видим ни в послекембрийском габбро-диорите, ни среди кембрия вообще.

Я полагаю, что приведенных соображений достаточно, чтобы признать эти габбро-диоритовые массивы существенно разновозрастными и считать габбро-диорит, прорвавший протерозойские отложения, значительно более древним.

Следовательно, рассмотрение магматических пород, прорвавших кембрий, не дало нам непосредственного решения интересующего нас вопроса о возрасте магматических пород, прорвавших протерозой. Но вместе с тем вполне отчетливо выступила следующая особенность.

Магматические породы, прорвавшие протерозой, совершенно отсутствуют среди кембрийских отложений, а глубинные породы, прорвавшие кембрий, совершенно отсутствуют среди протерозойских осадков.¹ Уже одно это обстоятельство является косвенным и достаточно веским соображением в пользу того, чтобы считать магматические породы, прорвавшие протерозойские отложения, более древними, чем средний кембрий.

¹ Корни вулканических покровов верхнего силура, не обнаруженные И. А. Молчановым, но вероятно присутствующие среди протерозоя, не имеют прямого отношения к разбираемому вопросу.

Эта особенность тем более замечательна, что и та и другая группа пород располагаются в самой непосредственной близости по ту или другую сторону того взброса, по которому протерозой надвинут на кембрий. Так, протерозойские интрузивы отстоят всего лишь в 200 м от взброса и не отходят от него дальше 1300 м, а самый древний, т. е. трондьемитовый интрузив даже срезан взбросом; послекембрийские сиениты и габбро-диорит также срезаны взбросом, а один из сателлитов сиенитового батолита Большой Бирюсы отстоит от взброса на расстоянии меньше 200 м.

Еще более замечательной особенностью всех протерозойских интрузивов, принадлежащих к пяти разновременным интрузиям, является их удлиненная форма (кроме адамеллита) и расположение вдоль одной узкой полосы, сложенной сланцами кутень-булукской свиты, ибо внутри широкой полосы известняков енисейской свиты, т. е. к юго-западу, нет ни одного интрузива, хотя дайки аплитов и кварцевые жилы обнаружены (Молчанов, 1928, 10). Такое линейное распределение интрузивов зависит несомненно от того, что складчатость северо-западного простирания, создавшая наклоненную складку (или складки?) в протерозойских отложениях и имеющая, как я показал, протерозойский возраст, представляет собой тектонически очень сложное явление.

Его сложность выражается в том, что тектонические процессы не закончились образованием наклоненной складки, а продолжались в том же направлении в течение весьма долгого времени. Эти процессы выражались то внедрением магматических пород, то боковым давлением, которое приводило к рассланцовке этих последних. Процесс повторного давления отчетливо виден в трондьемите, который оказался рассланцованным в северо-западном направлении еще до интрузии гипербазитов; он виден и в самих гипербазитах, которые впоследствии подверглись частичной рассланцовке, хотя и в меньшей степени, чем трондьемит. Интрузивы раппакиви также вытянуты в северо-западном направлении на протяжении 75 км, и после своего внедрения путем проплавления они застывали все же под давлением. Наконец, интрузия габбро-диорита и аляскитового гранита около М. Бирюсы тоже происходила под давлением, как мы уже видели. Следовательно, всю ту узкую полосу метаморфических сланцев, которая лежит между кембрием и енисейской свитой, будучи стратиграфически тесно связана с последней, мы должны рассматривать вместе с ее интрузивами как один тектоно-магматический комплекс.

Совершенно очевидно, что весь этот сложный процесс и есть проявление того плана северо-западной тектоники, который отделен большим перерывом от среднекембрийских отложений, построенных по иному тектоническому плану с образованием в них складок северо-восточного простирания и интрузивов, проплавливавших кембрий. Этот перерыв лежит по времени между протерозойской эрой и всем кембрийским периодом. Я подчеркиваю — всем кембрийским периодом, ибо между нижней и среднекембрийской эпохами мы не знаем в Сибири перерыва, обусловленного угловым несогласием, а тем более перестройкой тектонического плана и явлениями глубинного вулканизма. Вот почему я считаю, что все рассмотренные глубинные магматические породы, прорвавшие протерозойские отложения в верховья Бирюсы, являются докембрийскими и имеют протерозойский возраст.

Для большей ясности нам надо остановиться только на времени образования бугульминского адамеллита, так как И. А. Молчанов полагает, что этот интрузив является послекембрийским и даже более молодым, чем послекембрийские сиениты (1928, 13). В пользу такого предположения он приводит следующие доводы. Во-первых, в устье рч. Богдй, впадающей в рч. Сухой Мирючун в 4.5 км к северу от бугульминского адамеллита, кембрийские глинистые известняки превращены в альбито-

вые роговики, что обусловлено, по его предположению, воздействием бугульминского адамеллита (Молчанов, 1928, 11, 34). Во-вторых, бугульминский адамеллит залегает в зоне того «взброса-надвига», который надвинул протерозой на средний кембрий, причем адамеллит внедрился «по готовому шву» и не подвергся каскалзу, т. е. адамеллит образовался после взброса (Молчанов, 1928, 34). Рассмотрим все эти обстоятельства.

Первое соображение не является доказательством, так как образование роговинов в кембрийских отложениях можно объяснить и воздействием послекембрийских сиенитов, которые располагаются к северо-западу и к юго-востоку от устья рч. Богдй. Правда, северо-западный интрузив послекембрийского сиенита отстоит в 5.5 км, а юго-восточный — в 7.8 км от устья этой речки; но не надо забывать, что эти сиениты представляют собой едва вскрытые части двух больших и сложных батолитов, не вскрытые части которых залегают и под кембрийскими известняками, как мы уже показали это для северо-западного батолита (см. стр. 63).

Кроме того, надо учесть, что между бугульминским адамеллитом и устьем Богоя залегают не только кембрийские известняки, но также полоса габбро и свита зеленых сланцев; эти породы представляют собой существенное препятствие для распространения явлений ороговивания на такое большое расстояние от адамеллитового интрузива, как 4.5 км. Впрочем, и сам И. А. Молчанов указывает, что бугульминский адамеллит оказывает очень слабое воздействие на боковые породы, прилегающие с северо-запада, и уже на расстоянии 0.5 км от интрузива его контактное воздействие на сланцы незаметно (1928, 28). Очевидно, первое положение не только не является доказательством, но совсем отпадает.

Против второго обстоятельства также есть крупные возражения. Бугульминский адамеллит залегает не в полосе взброса, а в стороне от него, как это отчетливо видно на карте (фиг. 13). Если бы он внедрился по взбросовой трещине, это неизбежно отразилось бы на его форме: он стал бы линейно вытянутым интрузивом, чего мы в действительности не видим. Больше того, он проплавил габбровый интрузив и внедрился в него, не выходя из пределов последнего, хотя ему легче всего было бы подниматься «по готовому шву». Очевидно, во время его интрузии еще не было взбросовой трещины.

Наконец, два магматических тела, имеющие одинаковый состав и застывающие в одинаковых термодинамических условиях, при застывании дадут две породы, минеральный состав и структура которых очевидно будут или одинаковы или близки. Но это может получиться и в том случае, если породы разновременны.

Теперь нам совершенно ясно, что и послекембрийские сиениты и бугульминский адамеллит образовались задолго до взброса. В настоящее время их апикальные части находятся примерно на одном уровне, что видно из следующих сопоставлений. Высшая точка бугульминского адамеллита, т. е. гольц Андреевский, имеет 1949 м абс. высоты;¹ высшая же точка Большого Аройского гольца, сложенного послекембрийским сиенитом и расположенного к западу от Б. Бирюсы, имеет абс. высоту в 2013 м.² Иначе говоря, адамеллит залегает только на 64 м выше сиенита. Вершина Андреевского гольца является в то же время и апикальной частью интрузива, так как в ней обнаружены среди сиенита вплавленные в него крупные ксенолиты габбро, представляющие собой обломки кровли (Молчанов, 1928, 28). Что же касается более точного определения высоты апикальной части сиенита Большого Аройского

¹ На карте в масштабе 2 версты в 1 дм — 896.7 саж.

² На карте в масштабе 2 версты в 1 дм — 913.6 саж.

гольца, то мы не имеем таких данных, и не исключена возможность, что верхушка апикальной части сиенитового интрузива значительно пострадала от денудации, что даст при подсчете еще меньшую разность высот. Во всяком случае, апикальная часть послекембрийского сиенита залегала или на той же высоте, как высота адамеллита, или даже на несколько большей.

Но это стало уже после взброса. До взброса разница была значительно большей, — и вот почему. Если кембрийские отложения собраны в крутые складки северо-восточного простиранья с углом наклона в $50-80^\circ$ и если, как пишет И. А. Молчанов, в протерозойской толще, собранной в складки северо-западного простиранья, мы не видим следов воздействия этого молодого тангенциального давления, то можно с большой долей вероятности думать, что толща кембрийских осадков была довольно мощной, и только в ней сказалось это молодое тангенциальное давление. Я предполагаю, что это — пример такого тангенциального давления, которое Джолли называет верхним давлением (1929).

О значительной мощности кембрийских отложений в верховьях Бирюсы я сужу также на основании их литологических особенностей. Дело в том, что известняки среднего кембрия, представляющие следы обширной морской трансгрессии, известны нам во многих местах Средней Сибири и всюду они отличаются большой чистотой, т. е. малой примесью терригенного материала.

Мощность уцелевшей от размыва части этих чистых известняков достигает 600 м на р. Базаихе (Баженов и Нагорский, 1937, 94). На восточном склоне Кузнецкого Алатау, около дер. Большая Ерба, я определяю их мощность примерно в 1000 м (1933, 8).

На западном склоне Восточного Саяна, т. е. в долине р. Казыр, где их мощность нам, правда, не известна, мы видим их самые верхние горизонты, которые отличаются примесью терригенного материала в виде прослоев мергелей. В свое время я обратил внимание на эту особенность и объяснил ее как начало регрессии среднекембрийского моря (1931, 373).

В верховьях Б. Бирюсы кембрийские известняки также отличаются обильной примесью терригенного материала, и я склонен видеть в этой особенности доказательство того, что и они являются самыми верхними горизонтами среднего кембрия. Следовательно, мощность кембрийских известняков на Бирюсе едва ли меньше 1000 м. Вот почему я считаю, что взброс в верховьях Бирюсы должен быть большим, хотя полная мощность среднекембрийских известняков мне пока неизвестна.

При таких условиях не приходится и думать, чтобы сиенит и бугульминский адамеллит, застывшие в виде полуглубинной фации, могли быть одновременными вследствие сходства их микроструктуры и минерального состава. Наоборот, после произведенного анализа всей обстановки их большое петрографическое сходство указывает именно на то, что это — разновременные породы.

Такой вывод позволяет нам еще больше углубить анализ. В самом деле, если бугульминский адамеллит застыл в виде полуглубинной фации, значит во время его застывания над ним была лишь небольшая толща пород. Этой толщей не могли быть кембрийские осадки, ибо мы уже установили, что та интрузия сиенита, которая сформировалась при наличии кембрия, дала полуглубинную интрузию на более высоком гипсометрическом уровне и внутри среднекембрийских отложений. Значит, адамеллит, застывший на значительно большей глубине и внутри протерозойских отложений, дал бы глубинную фацию, если бы над ним залегал кембрий.

Какой же выход из создавшегося положения? По-моему, выход только один. Мы должны признать, что бугульминский адамеллит образовался тогда, когда кембрийских отложений над ним еще не было и

над ним залежала лишь небольшая толща только протерозойских осадков. Но, если это — так, значит и бугульминский адамеллит имеет протерозойский возраст. Правда, мы вообще не знаем точно ни верхней, ни нижней границы, в пределах которых (от земной поверхности) создаются полуглубинные интрузивы; правда и то, что полная мощность среднего кембрия нам также неизвестна. Поэтому, мой вывод может показаться несколько искусственным. Чтобы подкрепить его, я напому одно обстоятельство.

Бугульминский адамеллит не случайно выбрал для своего внедрения такое неудачное и трудно проникаемое место, как габбровый массив Андреевского гольца. Это произошло именно потому, что адамеллит внедрялся тогда, когда еще продолжал свою сложную жизнь указанный мною тектоно-магматический комплекс, расположенный между енисейской свитой и кембрийскими отложениями. Я полагаю, что жизнь этого комплекса и закончилась интрузией бугульминского адамеллита. Во время его внедрения уже затихли мощные, повторные тангенциальные напряжения, вследствие чего адамеллит и проплавил габбровый интрузив так спокойно, что принял почти округлое очертание в плане.

Перерыв между кембрием и протерозоем

Как видите, понадобилось немало усилий, чтобы решить задачу о возрасте глубинных и полуглубинных интрузий, прорвавших протерозойские осадки на Бирюсе. Зато теперь мы можем сделать весьма важный вывод.

В верховьях Бирюсы перерыв между кембрием и протерозоем очень велик. Он выражен тем, что протерозойские отложения сначала были собраны в складки северо-западного простирания, а потом последовали одна за другой пять интрузий, из которых самой молодой является бугульминский адамеллит. Но это — не все. Я думаю, что перерыв между протерозоем и кембрием значительно больше, если начало этого перерыва считать с того времени, когда закончилось отложение осадков кутень-булукской свиты.

Мы уже видели, что на Енисее протерозойская тектоника достаточно сложна и выражена в виде складок северо-восточного простирания, которые затем были деформированы вторым протерозойским тангенциальным давлением, которое действовало в ином направлении и создало мелкие складки северо-западного простирания на фоне северо-восточных складок. На Бирюсе мы не видим этих северо-восточных складок; здесь развились только складки северо-западного простирания, которые, как указывает И. А. Молчанов, дальше на запад плавно изгибаются и становятся широтными в верховьях Кана. У меня нет данных, чтобы непосредственно проследить переход этих складок в северо-восточные складки на Енисее и Базаихе.

Конечно, можно пойти по обычному, проторенному пути и представить себе все эти складки только как веерообразно расходящийся пучок складок, изогнутый к северо-западу и к северу и созданный одним давлением. Но при таком толковании нам не удастся объяснить те более молодые, протерозойского возраста деформации, которые мы наблюдаем на Енисее и Базаихе. Поэтому я предпочитаю дать иное, более сложное объяснение. Я полагаю, что первоначальные протерозойские складки имели северо-восточное простирание и были плавно изогнуты так, что местами они приняли широтное и даже юго-восточное простирание.

Правильность подобного представления хорошо доказывается наличием такой плавно изогнутой протерозойской складки, которую мне удалось непрерывно проследить на восточном склоне Кузнецкого Алатау к западу от улуса Толчей (Чураков, 1932₂, 1933₁, карты). Так как подобная форма тектоники могла возникнуть не только при двух разно-

временных давлений, но и при одновременном давлении, то вопрос остается открытым. Однако затем в этом сложно дислоцированном комплексе отложений возникли новые давления, которые начали перестройку этих складок, но не завершили ее до конца. Эта перестройка и выразилась в образовании тех протерозойских деформаций, которые так отчетливо видны на Енисее и на Базаихе (см. выше, стр. 28—35).

Я полагаю, что этими же тангенциальными напряжениями, которые были многократны, надо объяснить и те явления рассланцовки, которые мы наблюдаем на Бирюсе в трондjemите и в гипербазитах, прорвавшихся протерозой уже после того, как он был собран в складки северо-западного простирания. Местами эти дислокации вызвали даже крупные дизъюнктивные нарушения, как это можно наблюдать на западном склоне Восточного Саяна, где они древнее протерозойских метаморфизованных диабазов (Чураков, 1931, 371).

Вот почему енисейскую и кутень-булукскую свиты Восточного Саяна нельзя считать верхним протерозоем. Так как перерыв между ними и кембрием был очень велик, их надо относить к среднему протерозою; к верхнему же протерозою (по времени) я отношу оба периода складчатости и весь сложный цикл глубинного вулканизма, закончившийся бугульминским адалеллитом.

Огромный перерыв между кембрием и протерозоем был впервые обнаружен мною в северной части Енисейского кряжа (Чураков, 1933, таблица). Затем я сделал большую экстраполяцию и признал наличие такого же большого перерыва между протерозоем и кембрием и в Кузнецком Алатау, опираясь на то, что следы протерозойского оледенения дают мне право отождествлять осадочные свиты обоих хребтов (Чураков, 1935). Теперь, как видите, северо-западная часть Восточного Саяна, которая лежит в промежутке, подтверждает правильность такой экстраполяции.

Для большей ясности я приведу сводную таблицу, в которой сопоставлены Кузнецкий Алатау, северо-западная часть Восточного Саяна и северная часть Енисейского кряжа (табл. 6). Данные о первом и третьем хребтах взяты из моих прежних работ; данные о Восточном Саяне — из настоящей статьи.¹

ПЕРЕДОТИТОВЫЙ ПОЯС ВОСТОЧНОГО САЯНА

Отличительной особенностью тех протерозойских гипербазитов, которые выступают в верховьях Бирюсы, является расположение их интрузивов в северо-западном направлении, т. е. параллельно складчатости вмещающих пород. Это наводит на мысль, что и дальше к северо-западу мы должны искать новые выходы тех же гипербазитов. Действительно, они имеются в верховьях Кана, как показывают наблюдения Н. Ижицкого (1895), К. И. Богдановича (1894, 378) и более подробные исследования И. А. Молчанова (1934₂).

По данным последнего, они наблюдаются там в трех местах в виде серпентинитов, прорывающих археозойский гнейсовый комплекс. Во-первых, они выступают в верховьях Кингаша, Карагана и Кузьё, которые являются правыми притоками Кана. На карте И. А. Молчанова они показаны в виде четырех дайков северо-восточного простирания; но в тексте исследователь говорит, что коренные выходы серпентинитов завалены крупными глыбами этих пород, так что он даже не уверен, имеются ли там четыре мелких дайка или один мощный дайк. Повидимому, этот массив имеет северо-восточное простирание. Во-вторых, вы-

¹ Должен заметить, что теперь я прихожу к выводу о наличии в Енисейском кряже еще одной интрузии гранита, которая внедрилась в дислоцированные протерозойские отложения еще до интрузии гипербазитов. Эту древнюю гранитную интрузию можно сопоставить по времени с интрузией трондjemита в Восточном Саяне.

ход серпентинита обнаружен на водоразделе между рч. Алд и Ту-манжа, впадающими слева в Кан, т. е. в 30 км к югу от первого массива серпентинитов. В-третьих, выход серпентинита найден в верховье рч. Горелый Кузьё, т. е. в 20 км к юго-востоку от первого массива. Этот последний выход серпентинита интересен тем, что он находится в непосредственной близости от крупного штока гранита, также прорвавшего гнейс; но соотношение этого гранита с серпентинитом осталось невыясненным. Все эти три выхода серпентинитов находятся в 90 км от гипербазитов Бирюсы. (см. стр. 12). X)

Дальше к северо-западу мы видим два массива гипербазитов в долине Маны около Урманской излучины. Один из них указан Ю. А. Кузнецовым к югу от этой излучины, где он прорезает контакт обеих протерозойских свит в виде дайки северо-восточного простирания, выступающего в обоих склонах долины Маны (1932, карта). Второй интрузив обнаружен А. Г. Вологдиным к северу от той же излучины в правом склоне долины Маны, против устья рч. Каменки, в виде удлиненного интрузива, вытянутого также в северо-восточном направлении и прорывающего кутень-булукскую свиту; этот так называемый Каменский интрузив, по определению К. В. Радугина, сложен горнблендитом, о котором я упоминал на стр. 42—43 (Вологдин, 1931; Радугин, 1938, 183).

Наконец, еще дальше к северо-западу — на площади всего лишь в 400 км², расположенной между долиной Енисея и низовьями Базаихи Маны, — мы видим 8 интрузивов серпентинита, показанных на картах Ю. А. Кузнецова (1932). Так, в низовье р. Базаихи кутень-булукская свита прорвана в трех местах небольшими интрузивами серпентинита, линейно вытянутыми в северо-восточном направлении. Кроме того, в левом склоне Базаихи против устья ключа Часовенного также выступают два дайки серпентинитов, вытянутых в том же направлении. Правда, судя по карте Ю. А. Кузнецова, эти последние прорывают не только кутень-булукскую свиту, но и темнобурые известняки, которые Ю. А. Кузнецов относит к нижнему кембрию. Однако более подробные исследования И. К. Баженова и М. П. Нагорского показали, как я выше писал, что эти темнобурые известняки являются не нижним кембрием, а енисейской свитой, ибо на этих известняках в верховьях кл. Часовенного залегает торгашинский известняк среднего кембрия с базальным конгломератом. К этому я добавлю, что и наличие крупного прослоя силицилитов, который ими обнаружен в этих темных известняках по левому склону кл. Часовенного, также доказывает их принадлежность к енисейской свите. Небезинтересно отметить, что один из этих дайков гипербазита подходит вплотную к массиву гранодиорита, не рассекая его. Это наводит на мысль, что и здесь ультраосновная интрузия древнее гранитовой. Затем, еще один интрузив гипербазита выступает в 13 км к западо-юго-западу от кл. Часовенного в левом склоне рч. Намурт; этот интрузив также вытянут в северо-восточном направлении и прорезает кутень-булукскую свиту. Такой же небольшой интрузив гипербазита, тоже северо-восточного простирания и также обрезанный кислым интрузивом, залегает в кутень-булукской свите к западу от предыдущего и немного восточнее рч. Большой Слизневой.

Кроме того, еще К. И. Богданович указал, что серпентинит выступает в долине рч. Осиновки, впадающей слева в Енисей, где серпентинит прорывает «эффузивную формацию» Ю. А. Кузнецова (Богданович, 1894, 381; Кузнецов, 1932, карта).

Все эти гипербазиты северо-западной части Восточного Саяна прорывают только протерозой, и у нас нет доказательств их более молодого возраста. Однако исследователи этой части Восточного Саяна считают гипербазиты кембрийскими, а А. Г. Вологдин — даже силурийскими. Эти выводы основаны на том, что в 11 км к западо-юго-западу от Красноярска в обоих берегах Енисея выступает очень крупный интрузив гипербазита,

Сопоставление протерозойских глубинных пород Средней Сибири

(по А. Н. Чуракову)

	Кузнецкий Алатау	Восточный Саян (северо-западная часть)	Енисейский край
См ₂	Известняки с археоциатами, трилобитами, плеченогими и водорослями (торгашинский известняк)		
См ₁	Эрозионный цикл	Эрозионный цикл	Отложение красноцветной толщи

Перерыв: мощный эрозионный цикл

Верхний протерозой	<i>интрузивы и метаморфизм</i> <i>Кузнецкого Алатау</i>	Инtruзия адамеллита	Инtruзия нефелинового сиенита
		Инtruзия раппакиви	Инtruзия щелочного гранита
		Инtruзия аляскитового гранита	Инtruзия гранита
		Инtruзия гипербазитов <i>и интрузивы базальта</i>	Инtruзия гипербазитов <i>и интрузивы базальта</i>
	Складчатость сев.-зап. простиранья	Инtruзия трондьемита	
		Складчатость сев.-зап. простиранья	Складчатость сев.-зап. простиранья
Средний протерозой	Складчатость сев.-вост. простиранья	Складчатость сев.-вост. простиранья	?
	Кутень-булукская свита	Кутень-булукская свита	Кутень-булукская (ена- шиминская свита)
	Енисейская свита	Енисейская свита	Енисейская свита
Перерыв (?)			
	Кондомская свита		Тейская свита

Перерыв

Архезой		Кристаллические сланцы	Кристаллические сланцы
---------	--	---------------------------	---------------------------

прорывающий «кембрийские известняки». Это — так называемый Собакинский гипербазит, имеющий 6 км в длину и около 2 км в ширину.¹ Он был изучен Ю. А. Кузнецовым (1932), А. Г. Вологдиным (1933) и И. К. Баженовым с М. П. Нагорским (1937), на геологических картах которых этот гипербазит указан.

В виду того, что гипербазиты на р. Бирюсе имеют безусловно протерозойский возраст, необходимо выяснить, насколько обоснованы соображения о более молодом возрасте Собакинского гипербазита. На карте Ю. А. Кузнецова показано, что Собакинский гипербазит с восточной стороны прорывает отложения кутень-булукской свиты, а с западной — кембрийские известняки, как это видно на обоих склонах долины Енисея. На геологической же карте И. К. Баженова и М. П. Нагорского мы видим более сложную картину. Там южная половина массива с запада, юга и востока соприкасается с кембрийскими известняками, но контакты всюду дизъюнктивные. Кроме того, к юго-западу от гипербазитового массива, между рч. Большая и Малая Слизнёва выступает узкий и длинный интрузив гипербазита, прорвавший кембрийские известняки. Затем на левом склоне долины Енисея гипербазит представлен тремя небольшими интрузивами, которые залегают частью среди протерозойских, частью среди кембрийских отложений; но этот склон долины Енисея настолько сильно разбит сбросами, что трудно разобраться в первоначальных условиях залегания осадочных пород и отношениях к ним гипербазитов.

В частности, на карте И. К. Баженова и М. П. Нагорского показан небольшой тектонический клин кембрийских известняков, зажатый между енисейской свитой и гипербазитом восточнее рч. Собакиной; но в тексте работы указывается, что это — не кембрийские известняки, а известняки енисейской свиты протерозоя (1937). В действительности, в этом месте в карту вкралась ошибка, как разъяснил мне лично И. К. Баженов, и эти известняки следует считать протерозойскими.

Очень ценный материал для иного решения этого вопроса мы находим в работе А. Г. Вологодина, который составил для этого участка крупномасштабную геологическую карту (Вологдин, 1933). На ней отчетливо видно, что на правом берегу Енисея Собакинский гипербазит залегает среди кристаллических известняков и доломитов, которые к западу и к востоку резко сменяются свитой метаморфических сланцев и песчаников. Контакты обеих метаморфических свит нормальны и простираются на северо-восток; кроме того, и в свите кристаллических известняков слоистость имеет то же, т. е. северо-восточное простирание. Очевидно, гипербазит прорвал комплекс метаморфических осадочных пород, состоящих из двух литологически различных свит, которые были собраны в складки северо-восточного простирания еще до интрузии гипербазита. Возраст этих двух свит нетрудно установить, если проанализировать их соотношение и литологический состав. В самом деле, к западу от гипербазита, как указывает А. Г. Вологдин, свита кристаллических известняков и доломитов, собранная местами в мелкие складки, в общем падает к северо-западу под углом 55°. В таком случае та свита метаморфических сланцев, которая выступает к западу от мраморов и имеет видимую мощность не меньше 700 м, очевидно, лежит на мраморах, причем между ними нет перерыва, как указано на карте А. Г. Вологодина. Глинистые сланцы верхней свиты под микроскопом состоят из кварцевой пыли, кальцита, серицита и глинистых частиц (Вологдин, 1933, 23). Так как в Красноярском районе Восточного Саяна кембрийские отложения представлены всюду однородной фацией чистых известняков и доломитов, среди которых мы не находим даже тонких

¹ Это название он получил от рч. Собакиной, которая впадает слева в Енисей ниже самого интрузива.

прослоев песчаников или глинистых сланцев с серицитом,¹ то я не вижу никаких оснований относить обе эти свиты к кембрию. Наоборот, не приходится сомневаться в том, что перед нами — енисейская и кутень-булукская свиты протерозоя.

К этому надо добавить следующее очень важное обстоятельство. На картах этих исследователей правый склон долины Енисея к западу от Собакинского гипербазита вплоть до дер. Овсянки и даже дальше показан сложенным только кембрийским известняком. Между тем К. В. Радугин указывает, что около дер. Овсянки кембрийские известняки несогласно лежат на известняках, которые он относит к протерозою (1941). Это наблюдение еще больше подтверждает правильность моего вывода.

Правда, в кристаллических известняках, выступающих к востоку от гипербазита, А. Г. Вологдин при исследовании под микроскопом обнаружил «весьма плохо сохранившиеся органические остатки», которые, «судя по контурам, имеют сходство с археоциатами» (1933, 25). Однако эта находка не может говорить о кембрийском возрасте данных известняков, ибо в настоящее время в известняках енисейской свиты обнаружено такое обилие разнообразных водорослей, что устанавливать наличие археоциат по контурам... весьма плохо сохранившихся органических остатков мне представляется невозможным. Кроме того — и это самое главное — тесная связь этих известняков со свитой метаморфических песчаников и глинистых серицитовых сланцев исключает возможность отнесения этих осадков к кембрийским отложениям.

Наконец, если учесть, что обе толщи метаморфических отложений, выступающие к западу от гипербазита, имеют простираание на юго-запад, то станет понятным, что именно среди них залегает и тот второй небольшой массив гипербазита, который показан на карте И. К. Баженова и М. П. Нагорского между рч. Б. и М. Слизнёвой.

Теперь перейдем на левый берег Енисея, где нам надо рассмотреть только западную границу гипербазитового массива, которая по данным исследователей представлена кембрийскими известняками. Внимательное изучение работы А. Г. Вологодина, а также приложенной к ней карты показывает, что в контакте с гипербазитом, а также внутри последнего выступают метаморфизованные и очень сильно помятые осадочные породы, в которых местами наблюдается то же северо-восточное простираание, какое мы наблюдали на правом берегу Енисея. Кроме того, известняки, выступающие в контакте с гипербазитами, отличаются такими литологическими признаками, которые, по наблюдениям И. К. Баженова и М. П. Нагорского, характеризуют именно енисейскую свиту.

Подводя итоги, я вижу, что для установления кембрийского (или послекембрийского) возраста Собакинского гипербазита нет никаких оснований. Наоборот, если учесть, что в этой части Восточного Саяна мы не знаем ни одного случая прорывания гипербазитами заведомо кембрийских отложений, а все гипербазиты залегают только среди протерозойских осадков, естественно поставить вопрос, не являются ли эти гипербазиты протерозойскими, подобно гипербазитам р. Бирюсы.

К разрешению этой задачи я предлагаю подойти следующим образом. Если взглянуть на составленную мной карту (фиг. 12), то невольно бросится в глаза, что все рассмотренные интрузивы гипербазитов, обнаруженные между г. Красноярском и Бирюсой, располагаются вполне закономерно, вытянувшись по одной линии общей длиной в 325 км. Я думаю, что все они представляют собою интрузивы одного магматического цикла, связанные на глубине общим цоколем.

¹ Исключение представляет только верхнекембрийская (базанская) свита, в которой много песчаников. Но эта свита резко отличается от рассматриваемого комплекса отложений своим ярко выраженным красным цветом.

Это один из тех перидотитовых поясов, о которых говорит Хесс, правильно указывающий, что породы перидотитовой магмы располагаются обычно поясами и что на древних материках их можно проследить на 1000 миль. Если мы сможем определить возраст перидотитового интрузива хотя бы в одной точке пояса, то тем самым мы установим возраст всего пояса (Хесс, 1937, 185). На этом основании я и считаю, что весь рассмотренный нами перидотитовый пояс, в частности и его Собакинский интрузив имеет протерозойский возраст, поскольку этот возраст доказан для гипербазитов р. Бирюсы.

Но этот перидотитовый пояс нетрудно проследить и дальше к юго-востоку, где следы его видны даже южнее Байкала, как показано на карте. Так, Л. Г. Котельников обнаружил пироксенит на рч. Песочной, впадающей справа в р. Ию, а также на левом берегу Оки около рч. Тугултуй (1933, 43). Еще дальше к юго-востоку, в верховьях рек Белой, Иркут и Китоя, наблюдается большое количество интрузивов гипербазитов, с которыми связаны давно известные месторождения нефрита и асбеста, судя по наблюдениям Б. Н. Артемьева (1922), А. Г. Гокоева (1932), В. Н. Лодочникова (1936), П. И. Прокофьева (1935) и Н. Д. Соболева (1934). Наконец, еще дальше к юго-востоку М. В. Бесова (1937) и П. И. Налетов (1935; 1936) обнаружили их в бассейне Джиды.

Пироксениты, обнаруженные Л. Г. Котельниковым, пререзают археозойские гнейсы, как показано на его карте. Но из описания обнажений нетрудно понять, что гипербазиты имеют не археозойский, а протерозойский возраст. Так, дайк пироксенита на Оке около устья рч. Тугултуй пререзает красный лейкократовый гранит-порфир, а в 55 км к северо-западу дайк катакластического гранит-порфира пререзает толщу зеленых кремнистых сланцев (Котельников, 1933, 7). Если эти два выхода гранит-порфира считать одновременными, то мы в праве сделать вывод, что толща слабо метаморфизованных зеленых кремнистых сланцев, имеющая очевидно протерозойский возраст, была прорвана сначала кислой магмой, а затем — ультраосновной.

Значит, и здесь гипербазиты внедрились в протерозойские отложения, причем они являются второй по счету интрузией. Что же касается первой интрузии, т. е. гранит-порфира, то ее можно сопоставить с интрузией трондьемита в верховьях Бирюсы.

Гипербазиты Иркут, Китоя, Белой и Джиды пререзают толщу осадочных пород, которые подверглись слабому региональному метаморфизму, что исключает археозойский возраст этих последних.

Интрузивы всех этих гипербазитов располагаются в виде довольно узкой полосы, длина которой от р. Бирюсы до Джиды равна 525 км. Мы пока не знаем возраста этих гипербазитов; но Н. Д. Соболев намекает следующую, весьма интересную последовательность событий для района, расположенного в истоках Белой, Иркут и Китоя. По его мысли, толща слабо метаморфизованных осадков пережила два периода складчатости, т. е. байкальскую и саянскую, как это впервые установил И. Д. Черский. При этом в связи с байкальской складчатостью, а может быть и немного позже, но до саянской складчатости, произошла первая гранитная интрузия, создавшая гнейсо-граниты. Затем, уже после саянской складчатости произошла интрузия гипербазитов, тела которых расположились в «слабой зоне» различных сланцев. Эта интрузия завершилась излияниями базальтовой магмы. Последовавший затем мощный эрозионный цикл создал пенеплен и уничтожил все покровы этих базальтов, от которых сохранились лишь подводящие каналы в виде дайков метаморфизованных диабазов. После этого происходит вторая гранитная интрузия, создавшая громадный батолит очень сложного состава: он представлен биотитовым гранитом, с которым связаны мясо-красный гранит (местами порфировидный), аплит, гранит-порфир, кварцевый порфир, альбитофир и нефелиновый сиенит.

74 Иллюстрация к тексту: гранит-порфир, кварцевый порфир, альбитофир и нефелиновый сиенит.

Верхняя возрастная граница этой сложной кислой интрузии не установлена. Тем не менее, мы можем сделать весьма существенные выводы. Во-первых, гипербазиты образовались после протерозойской складчатости северо-западного простирания;¹ во-вторых, они не являются самой древней интрузией, ибо им предшествовала первая гранитная интрузия; в-третьих, после гипербазитов произошла такая сложная интрузия кислых пород, которую несомненно придется со временем разделить на несколько самостоятельных интрузий. При таких условиях едва ли можно сомневаться в том, что и эти гипербазиты имеют протерозойский возраст.

Сопоставляя эти выводы с тем, что мы наблюдали между Бирюсой и Енисеем, я вижу большое сходство в стратиграфическом положении гипербазитов этих обоих участков, ибо в обоих местах они образовались после саянской складчатости, а за ними следовали кислые интрузии. Поэтому я полагаю, что все гипербазитовые интрузивы, расположенные между Красноярском и р. Джидой на протяжении 850 км, мы действительно можем отнести к единому перидотитовому поясу, который является одной из самых отличительных особенностей протерозойского глубинного вулканизма Восточного Саяна.

В расположении отдельных интрузивов этого пояса обнаруживается еще одна любопытная особенность, которая заключается в следующем. Будучи представлены в подавляющем большинстве случаев дайками и удлиненными интрузивами, они в одних местах вытянуты в северо-восточном, а в других — в северо-западном направлении. Так, почти все интрузивы долины Базилихи, Енисея и Маны имеют северо-восточное простирание, а интрузивы в верховьях Иркуты — востоко-северо-восточное; интрузивы же в верховьях Бирюсы простираются на северо-запад. Это различие обусловлено тем, что в каждом из указанных примеров интрузивы располагаются вдоль слоистости вмещающих протерозойских пород, складчатость которых в разных частях Восточного Саяна весьма различна.²

Это своеобразное противоречие между общим северо-западным направлением всего пояса и индивидуальным расположением отдельных интрузивов я объясняю следующей причиной. Перидотитовая магма поднималась по огромной трещине, образовавшейся на очень большой глубине и имевшей северо-западное простирание, причем эта трещина не раскрывалась вверх до тех глубин, на которых обычно застывают глубинные породы. Подъем же перидотитовой магмы в более высокие горизонты литосферы происходил под давлением, лишь в отдельных местах, в виде обособленных выступов, причем магма пролагала себе путь по линии наименьшего сопротивления, т. е. вдоль слоистости вмещающих пород.

Если признать правильным такое объяснение, то изучение этого перидотитового пояса, да и других подобных поясов подводит нас к обнаружению таких явлений сверхглубинной тектоники, которые лежат за пределами наших обычных тектонических представлений.

Чтобы показать, какие возможности раскрывает перед нами такая

¹ Правильность этого вывода подтверждается наблюдениями В. Н. Лодочникова (1936, 12, 82, 114, 384). Он указывает, что массив серпентинитов, с которым связано Ильчирское месторождение асбеста, представляет собою линзу около 70 км длиной, вытянутую в северо-восточном направлении (60°) и залегающую параллельно слоистости вмещающих пород. Вместе с тем он подчеркивает, что сланцы, выступающие вокруг северо-восточной окраины серпентинитового массива, имеют различные азимуты простирания. Это различие в простирании сланцев обусловлено, по-моему, воздействием саянской складчатости, которая деформировала сланцы, первоначально собранные в северо-восточные складки байкальской складчатостью.

² В. Н. Лодочников (1936) указывает, что серпентиниты залегают всюду на земном шаре в виде обособленных толстых линз, залегающих согласно с вмещающими породами.

постановка вопроса, я отмечу, что рассмотренный перидотитовый пояс в действительности оказывается значительно сложнее, чем я его изобразил. Так, Н. Д. Соболев уже раньше наметил существование перидотитового пояса, который, по его данным, протягивается от верховьев Иркутта на западо-юго-запад, проявляясь в северной части Монголии, в Западном Саяне, в северной части Тувинской народной республики и в Горном Алтае (1934). Я думаю, что это — ветвь описанного мною перидотитового пояса Восточного Саяна, т. е. ветвь, возникшая в то же время и под влиянием тех же причин. Кроме того, вторую ветвь этого пояса мы видим в Западном Прибайкалье, где протерозойские основные и ультраосновные породы располагаются прерывистой цепью, которая тянется в северо-восточном направлении параллельно западному берегу Байкала.

Пояс Восточного Саяна не оканчивается около Красноярска, ибо его интрузивы можно проследить и в Енисейском крае от его южного конца почти до р. Подкаменной Тунгуски, где протерозойский возраст гипербазитов мною уже доказан (Чураков, 1933₂). Восточно-Саянский пояс продолжается по-моему и на восток, где навстречу ему идет отчетливо выраженный пояс гипербазитов, выступающий в верховьях Олдьды, а также к юго-западу и северо-востоку от этой реки (Чураков, 1939₁). Но все эти вопросы я рассмотрю более подробно в другой статье.

СЛЕДЫ ПРОТЕРОЗОЙСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Морской тиллит рч. Тубял

Самой крупной задачей, которая встает теперь перед исследователями этой части Восточного Саяна, я считаю изучение в ней ледниково-морских отложений протерозойского возраста. В самом деле, если протерозойские морские тиллиты обнаружены в северной части Енисейского края, в Кузнецком Алатау, и даже на западном склоне Восточного Саяна в долине рр. Кызыр и Кызыр (Чураков, 1931, 1933₂, 1938₁), то совершенно естественно их присутствие и в промежуточной области, т. е. в северо-западной части Восточного Саяна, — тем более, что теперь уже нет никакого сомнения в полном стратиграфическом тождестве тех двух морских осадочных свит, за которыми и в Кузнецком Алатау и в рассматриваемой части Восточного Саяна уже упрочилось название енисейской и кутень-булукской свит. Произведенный мною анализ исследований, исполненных различными геологами, показал, что обе эти протерозойские свиты имеют обширную площадь распространения, так как они обнаружены к югу от Красноярска, в долине Маны и в верховьях Бирюсы; енисейская свита опознана даже в долине Уды около устья рч. Джуглым, а также в истоках Кана, где она близко подходит к долине р. Кызыр.

Затем, и в этой части Восточного Саяна мы получили достаточно оснований для того, чтобы отрицать наличие континентального перерыва между енисейской и кутень-булукской свитами, что вполне совпадает с согласным залеганием тех же свит и на западном склоне Восточного Саяна в бассейнах рр. Кызыр и Кызыр, как это было установлено мною еще в 1931 г. на основании анализа наблюдений А. Я. Булынникова (Чураков, 1931, 38).

Кроме того, приходится отвергнуть и наличие подводных извержений во время отложения кутень-булукской свиты, что дает нам и здесь полное право рассматривать ее «вулканические брекчии» и «вулканические туфы» как образования, совершенно не связанные с вулканической деятельностью. Больше того, гальки, обломки, глыбы и даже прослои интрузивных конгломератов в протерозойских отложениях этой

части Восточного Саяна настолько своеобразны, что к ним неприменимы обычные объяснения, которые даются подобным образованиям. Самыми показательными являются внутриформационные конгломераты кутень-булукской свиты около устья рч. Тюбил, а также осадочные брекчии в известняках енисейской свиты там же и в 2—3 км от этой речки вверх по Мане.

Еще в 1932 г. я пришел к убеждению, что тюбильский конгломерат, это — морской тиллит (Tchugakow, 1932). Этот вывод я сделал тогда на том основании, что хорошо окатанная галька этого конгломерата плохо сортирована и состоит из сферолитовых порфиров и кварцитов, т. е. пород, чуждых этому району. Слабость моих доводов заключалась тогда в том, что конгломерат, судя по наблюдениям Ю. А. Кузнецова, залегал в основании кутень-булукской свиты и казался базальным. Однако я был уверен в том, что между енисейской и кутень-булукской свитой нет и не может быть континентального перерыва и что тюбильский конгломерат должен быть, следовательно, внутриформационным, хотя и залегает между двумя различными литологическими свитами.

Вероятность такого предположения подтверждалась тем, что и морские тиллиты на западном склоне Восточного Саяна занимают такое же стратиграфическое положение (Чураков, 1931, 361—370). Теперь мои предположения не только оправдались, но оказалось, что тюбильский конгломерат лежит стратиграфически даже немного выше, т. е. внутри кутень-булукской свиты.

Вдумаясь поглубже в главные особенности галек и обломков тюбильского конгломерата, а также глыб, валунов и галек там же в енисейской свите. Во-первых, гальки и обломки принадлежат весьма разнообразным породам, т. е. кислым и основным, глубинным и излившимся. Во-вторых, среди обломков обнаружены амфиболитизированный горн-блендит, рассланцованный фельзит, катаклазированный гранит и орого-викованный фельзит со вторичным биотитом, т. е. такие магматические породы, часть которых подверглась сильному метаморфизму, часть — воздействию другой магматической породы, часть — сильному динамическому воздействию. В-третьих, очень многие глыбы и обломки имеют реликтовые тектоноструктуры, впервые подмеченные и обстоятельно описанные К. В. Радугиным. В-четвертых, на поверхности некоторых известняковых галек сохранилась древняя корка выветривания. В-пятых, гальки осадочных пород представлены доломитами, известняками, песчаниками, глинистыми и кремнистыми сланцами, среди которых мы не видим ни гнейсов, ни других кристаллических парасланцев глубинной зоны регионального метаморфизма.

Все эти особенности дают возможность сделать следующие выводы. Суша, за счет размывания которой образовались эти гальки и обломки, состояла из осадочных пород, подвергшихся слабому региональному метаморфизму, т. е. принадлежащих древнему протерозою, но не археозою.¹ Кроме того, она была прорвана и залита разновременными магматическими породами различного состава, что дает нам право без ошибки утверждать наличие в осадочных свитах этой суши складок, возникших еще до начала внедрения в нее магматических пород. Этот вывод я делаю потому, что не могу себе представить возможности существования в природе горизонтальных свит, переживших сложный цикл глубинного и поверхностного вулканизма и оставшихся горизонтальными. Значит, осадочные породы этой суши не только древнее енисейской свиты, но

¹ Напомню, что протерозой Сев. Америки расчленен теперь на семь геологических периодов, отложения которых, разделенные большими перерывами, представлены слабо метаморфизованными осадками. Следовательно, в Восточном Саяне, опускаясь на большие стратиграфические глубины протерозойской эры и обнаруживая слабо метаморфизованные отложения, мы не должны смущаться тем, что нам может нехватить геологического времени в пределах протерозойской эры (Keyes, 1934).

и отделены от нее большим перерывом, в течение которого образовались вышеуказанные магматические породы и в них возникли следы динамометаморфизма.

Но где же выступала эта суша? Очевидно, она находилась где-то за пределами площади распространения известняков енисейской свиты, которые представляют собой типичные морские отложения весьма внушительной мощности. В пределах рассмотренной нами значительной части Восточного Саяна ни один из геологов не обнаружил никаких явлений, которые дали бы нам возможность предположить существование островов среди того моря, в котором отлагались известняки енисейской свиты и с которых мог смываться обломочный материал. Даже археозойские гнейсы, тектонические клинья которых выступают теперь в довольно большом количестве среди протерозоя, нельзя рассматривать как бывшие острова енисейского моря. Прстив такого предположения можно выдвинуть три доказательства. Во-первых, эти тектонические клинья сложены гнейсами и другими кристаллическими сланцами, в которых процессы глубинного метаморфизма завершились еще задолго до начала отложений енисейской свиты, тогда как обломки осадочных пород в протерозойских свитах около рч. Тюбил представлены такими породами, которые подверглись только слабому региональному метаморфизму. Во-вторых, самый крупный клин, который расположен в верховьях Кана, имеет в расширенной своей части ширину не более 50 км, — и это теперь, т. е. после длительных эрозионных процессов, неоднократно размывавших протерозойские отложения. В-третьих, границы между этим археозоем и протерозоем всюду тектонические.

Очевидно, интересующая нас суша лежит где-то в стороне, т. е. за пределами рассмотренной нами части Восточного Саяна, и лежит она довольно далеко, если судить по удивительно однообразному и вполне выдержанному литологическому составу мощных морских отложений енисейской свиты.

Такая постановка вопроса исключает возможность объяснять происхождение интересующих нас образований обычным путем, т. е. деятельностью текучей воды, ибо даже подводными течениями, которые бывают достаточно мощны, нельзя объяснить залегание крупных глыб в известковом илу, как мы видим это в «доломитовой брекчии» около устья рч. Тюбил.

Мне кажется, что для понимания происхождения этих образований можно предложить только следующие три объяснения: 1) пролювиальные отложения, 2) подводные оползни и 3) деятельность плавающих льдов.

Первое предположение я отвергаю, во-первых, потому, что нигде поблизости нет суши, с поверхности которой могли бы быть вынесены эти образования, — тем более, что они отложены не на суше и не в прибрежной области, а в море; во-вторых, с этой точки зрения становятся совершенно непонятными те осадочные брекчии, которые описаны К. В. Радугиным на Мане в составе карбонатной (енисейской) свиты около устья рч. Тюбил и выше его, ибо в этих брекчиях мы видим лишь обломки и глыбы, залегающие в известняке, но нет песчаного и глинистого материала.

Второе объяснение также приходится отвергнуть. В самом деле, подводные оползни, достаточно хорошо изученные и у нас в СССР и за границей, отличаются очень характерными признаками. Они создают весьма своеобразную мелкую складчатость, как это хорошо показывают фотографии, приведенные в работах А. Г. Гейма (Heim, 1908) и акад. А. Д. Архангельского с Н. М. Страховым (1930; 1938); эти явления прекрасно описаны также в работах Ф. Гана, а также в интересной работе Е. Бейли, Л. Колле и Р. Фильда (Bailey, Collet a. Field, 1928). Но ничего подобного мы не видим ни в енисейской, ни в кутень-булукской свитах. Наоборот, в енисейской свите они заведомо отсутствуют,

ибо там на фоне черных известняков «доломитовой брекчии» они бросились бы в глаза К. В. Радугину, и он, тонко подметивший реликтовые тектоноструктуры в светлых обломках, подметил бы и упомянул эти явления, если бы они были.

Единственно возможным остается лишь третье объяснение — деятельность плавающих льдов. При таком толковании становятся вполне понятными те древние корочки выветривания, которые сохранились на поверхности некоторых галек тюбильского конгломерата. Если бы гальки были принесены издалека силой текучей воды, эти корочки, образовавшиеся конечно на суше, были бы уничтожены; но плавающий лед мог свободно переносить эти гальки на большое расстояние, сохраняя и их оболочки. Конечно, можно было бы допустить, что это была работа только речных льдов, а не айсбергов и не пакового льда, т. е. считать, что рассматриваемые образования не связаны с ледниковой эпохой.

Однако я отвергаю и это объяснение, так как, с одной стороны, у нас нет никаких оснований для доказательства именно такого объяснения, а, с другой стороны, обширная площадь распространения подобных образований на юге Средней Сибири определенно говорит против этого (Чураков, 1938, карта).

Поэтому я считаю, что тюбильские конгломераты и брекчии енисейской свиты там же, это — морские тиллиты, т. е. ледниково-морские осадки, отложенные айсбергами и паковым льдом во время ледниковой эпохи. Эту рабочую гипотезу надо конечно углубить и прочнее обосновать специальными, подробными исследованиями во всей рассмотренной части Восточного Саяна, в которой, как мы видели, есть кроме того очень много иного, чрезвычайно интересного материала, расположенного в ее различных частях.

Места будущих подробных исследований

Морскими тиллитами, подлежащими специальному изучению, я считаю те внутриформационные конгломераты калтатского яруса на левом склоне долины Базаихи, которые описаны И. К. Баженовым с М. П. Нагорским; к ним конечно надо причислить и давленный конгломерат правого берега Базаихи, описанный А. А. Предтеченским. При исследовании этих образований надо иметь в виду, с одной стороны, изучение петрографического состава галек и обломков, изучение в них степени метаморфизма по сравнению со степенью метаморфизма цемента, а также тщательное изучение тех водорослей, которые были обнаружены в гальках известняков. Эти исследования помогут нам составить себе более ясное представление о геологическом строении той суши, с поверхности и с берегов которой были принесены льдами эти обломки; исследование же водорослей позволит нам составить себе представление о флоре более древнего периода протерозойской эры.

Столь же подробно надо исследовать и ту замечательную скалу-останец, которую обнаружил А. Г. Вологдин около левого берега Енисея в 11 км выше г. Красноярска. Здесь надо прежде всего доказать, что это — не вулканическая брекчия, хотя уже сама фотография скалы говорит против этого (Вологдин, 1933, табл. 1, № 3). Я думаю, что и это морской тиллит, в котором надо тщательно изучить и цемент и обломки. По внешнему виду эта скала живо напоминает мне одно из обнажений морских тиллитов юго-востока Горного Атая, изображенное мной на двух фотографиях (Чураков, 1938, фиг. 5 и 6). Следует напомнить, что вторая, повидимому такого же происхождения брекчия обнаружена А. Г. Вологдиным в левом берегу Енисея выше указанной скалы; она выступает выше рч. Крутой и обозначена в его работе как обнажение № 22 (Вологдин, 1933, 20).

Четвертое интересное место, также расположенное на Енисее, находится на его правом берегу выше дер. Бирюсинской. Там, как показал Ю. А. Кузнецов, кутень-булукская свита надвинута на среднекембрийские археоциатовые известняки с образованием мощной брекчии трения, которая состоит из «обтертых кусков известняка, среди которых иногда втерты участки глинистых сланцев» (Кузнецов, 1932, 16). Но «немного ниже¹ глинисто-сланцевый материал преобладает, и здесь, наоборот, в сильно размятых глинистых сланцах втерты отдельные глыбы известняка». Я не могу настаивать на определенном объяснении этих отдельных глыб известняка, втертых в глинистые сланцы и расположенных в стороне от описанной тектонической брекчии; но не исключена возможность, что это — крупные глыбы известняка, погружившиеся в толщу сланцев еще во время их отложения. Это обнажение заслуживает самого пристального внимания.

Пятое место на Енисее находится между дер. Бахтой и прииском Некрасова, где А. Г. Вологдин обнаружил в «вулканических туфах» обломки крупнозернистого габбро-пироксенита (1937, 47). Эти обломки я склонен сопоставить с тем обломком амфиболитизированного горнблендита, который был обнаружен К. В. Радугиным около рч. Тюбил в верхнем горизонте енисейской свиты.

Я придаю большое значение необходимости поисков обломков ультраосновных пород среди морских тиллитов, потому что ультраосновные породы, не в пример породам кислой магмы, крайне редко внедряются в литосферу. Поэтому, если мы наблюдаем их в каком-либо, даже очень сложном горном хребте, они обычно относятся к одному, много к двум или трем разновременным циклам глубинного вулканизма. Следовательно, если мы обнаруживаем обломки или гальки гипербазитов, залегающие в различных местах одной и той же осадочной свиты, то мы с довольно большой степенью вероятности имеем право предположить, что эти обломки произошли за счет разрушения может быть различных, но одно-возрастных гипербазитов, выступавших на поверхности той суши, которая подверглась разрушению.

Мало того, установив в Восточном Саяне наличие протерозойских ультраосновных пород (перидотитовый пояс), которые образовались уже после складчатости протерозойских осадков, мы теперь находками обломков ультраосновных пород в самих протерозойских осадках намекаем существование в Сибири другого, более древнего процесса интрузии ультраосновной магмы.

Возраст этой более древней интрузии, так же как и место ее внедрения, мы пока не можем установить. Ясно лишь одно: она выступала на поверхности той оледенелой суши, откуда приносились эти обломки. Эта ультраосновная интрузия, вообще говоря, могла быть и протерозойской, и археозойской. Но, если учесть, что среди обломков морских тиллитов как я уже подчеркивал, мы не встречаем археозойских кристаллических сланцев глубинной зоны метаморфизма, а находим лишь обломки пород, испытавших только слабый региональный метаморфизм, то с большой степенью вероятности мы можем считать эту интрузию древнепротерозойской, а не археозойской.

Наличие же самостоятельной ультраосновной интрузии в древнем протерозое со временем окажет нам помощь при изучении стратиграфии сибирского протерозоя.² Кроме того, кто знает, может быть именно она впоследствии поможет нам установить точное местоположение того оледенелого материка, который был источником образования морских тиллитов!

¹ К сожалению, автор не точно описал это место. Повидимому, слово «ниже» обозначает «ниже по реке».

² См. выше главу «Перидотитовый пояс Восточного Саяна».

Теперь обратимся к долине Маны. Там, в берегах Урманской и Саратовской излучин А. Г. Вологдин обнаружил внутрiformационные конгломераты, залегающие в кутень-булукской свите. Эти конгломераты я также считаю морскими тиллитами, ибо их происхождение нельзя объяснить следствием местного размыва. Кроме того, в Саратовской излучине есть еще более любопытное образование. Там внутрiformационный конгломерат залегает примерно в 300 м (по карте) от контакта кутень-булукской и енисейской свит. В промежутке же между конгломератом и этим контактом — примерно по середине — выступают среди сланцев своеобразные слоистые брекчии, переполненные угловатыми обломками. К сожалению, эти брекчии описаны очень неясно, а петрографический состав обломков даже не упомянут (Вологдин, 1931, 26 и карта).

Исследователь считает, что это — древние делювиальные щебнистые осыпи; но из его карты и описания вытекает с большей вероятностью, что это — внутрiformационная осадочная брекчия, происхождение которой требует иного объяснения. Любопытно отметить, что там же в правом берегу Маны, всего лишь в 600 м к юго-западу от вышеописанной брекчии, среди сланцев обнаружено включение мрамора свыше 2 м в длину и около 50 см в толщину. А. Г. Вологдин считает, что это — слой мрамора, залегающий среди сланцев; но приведенный им рисунок наводит на мысль, что это — вероятно удлинённый и слабо окатанный валун мрамора, залегающий в ныне перемятых сланцах (1931, 28, 29).

Наконец, небесполезно отметить, что в левом берегу Маны, в 1.5—2 км от ее устья обнаружены выходы довольно прочной вулканической брекчии. Правда, все исследователи утверждают, что низовья Маны сложены вулканическими покровами среднего палеозоя. Но соотношение между этими покровами и «вулканической брекчией» никем не описано. Значит, и это обнажение надлежит изучить внимательнее. Это тем более необходимо, что в устье Маны выступают черные известняки повидимому енисейской свиты, а также полоса мятых пород до 25 м шириной с падением в 50°, которая состоит из хлоритовых сланцев с обломками известняков и эффузивов (Кузнецов, 1932, 28).

При описании протерозойских морских тиллитов в Кузнецком Алатау и в Енисейском кряже я подчеркивал, что гальки, валуны и обломки чуждых пород встречаются не только в кутень-булукской, но и в верхнем горизонте енисейской свиты (Чураков, 1933₂; 1938₁). Из этого обстоятельства я делаю следующий вывод: первые признаки оледенения проявились уже в конце отложения енисейской свиты, а расцвет оледенения совпадает со временем отложения кутень-булукской свиты. Эта мысль нашла себе полное подтверждение в анализе наблюдений К. В. Радугина, ибо около устья рч. Тюбил мы видели тиллиты не только в кутень-булукской свите, но и в верхнем горизонте енисейской свиты.

Описывая протерозойские морские тиллиты северной части Енисейского кряжа, я показал, что в верхней части енисейской свиты мы наблюдаем прослой конгломератов и осадочных брекчий, а также прослой и тонкие пропластки мелкозернистых терригенных пород. Мало того, мы наблюдаем там в енисейских известняках линзообразные скопления оолитов, центрами кристаллизации которых являются обломки тех же минералов, которые в других местах образуют скопления в виде пропластков терригенных пород. Минеральные центры кристаллизации я считал и считаю той терригенной примесью к биогенным известнякам, которая, подобно галькам и глыбам, также была принесена плавающими льдами (Чураков, 1933₂, 20—33).

В долине Маны мы имеем все основания искать подобные же образования. И действительно, одни из них уже обнаружены, а для других можно указать места, где их следует искать. Так, весьма показательна

та общая характеристика, которую А. Г. Вологдин дает известнякам енисейской свиты на р. Мане. Вот, что он пишет: «Среди этих карбонатных пород, местами широкими полосами превращенных в брекчиевидные, мне в ряде случаев удалось наблюдать прослои настоящих конгломератов, с хорошо окатанной галькой. Галька эта состоит лишь из пород и иногда осколков тех же известняков, мраморов, серых и черных известняковых сланцев, оолита и пр.». Кроме того, он отмечает, что среди этих известняков также встречаются, правда очень редко, «прослои кварцитовидных песчаников и сильно метаморфизованных аркозовых песчаников» (Вологдин, 1933, 11).

К сожалению, исследователь не описывает все те места, где он наблюдал эти образования. В качестве примера он приводит только ту широкую полосу енисейских известняков, которая выступает в берегах Маны в пределах Урманской петли и выше этой последней. В левом склоне долины Маны, в Урманской петле выступает «серый кристаллический известняк, переходящий в конгломерат с крупной галькой светлосерого кварцита», причем сам известняк оказывается «жилковатым темносерым вонючим мрамором, частью несколько песчанистым» (Вологдин, 1931, 23—24). На этом конгломератовом мраморе залегает «серый, чуть зеленоватый неслоистый песчаник» с видимой мощностью около 30 м.

При взгляде на геологическую карту мы видим, что описанное обнажение находится внутри верхнего горизонта енисейской свиты, неподалеку от ее контакта с кутень-булукской свитой. Кроме того, надо подчеркнуть, что конгломератовый мрамор и прослой песчаника простираются параллельно линии контакта, ибо исследователь обнаружил их в двух обнажениях (№ 62 и № 65), выступающих в обоих концах Урманской петли, примерно на расстоянии 2 км одно от другого (Вологдин, 1931, 23, карта; 1933, 11).

Из этих наблюдений вытекают следующие выводы. Во-первых, гальки конгломератов состоят не только из пород, похожих на енисейскую свиту, но также из чуждых ей пород, какими являются кварциты. Во-вторых, конгломератовый мрамор Урманской петли приурочен к верхнему горизонту енисейской свиты. В-третьих, этот конгломерат нельзя считать обычным эрозионным конгломератом, так как он лежит не на размытой поверхности известняковой свиты, а входит в ее состав, ибо А. Г. Вологдин описывает это обнажение как «кристаллический известняк, переходящий в конгломерат». Об этом же говорит и загрязненность этого известняка песчанистым материалом. В-четвертых, если в других таких же местах встречаются гальки и обломки пород, похожих на енисейскую свиту, то мы теперь имеем полное право оспаривать их принадлежность к этой свите. Больше того, мы имеем все основания говорить о том, что они произошли за счет разрушения какой-то другой, более древней карбонатной свиты, литологически похожей на енисейскую. Эта свита имела сложный состав, так как в ней присутствовали и кварциты.

Кроме того А. Г. Вологдин отмечает, что конгломераты и брекчии «широкими полосами» встречаются около пос. Акшеп. Мне неизвестно точное местоположение этого поселка; повидимому, он расположен там, где в Ману впадают речки Акшеп и Акшепка, т. е. выше Урманской излучины. Это место приходится примерно на среднюю часть всей известняковой полосы, как видно на карте (Вологдин, 1931); но к каким горизонтам этой свиты приурочены брекчии и конгломераты, сказать пока невозможно, ибо тектоника всей полосы известняков не изучена. Можно только сказать, что брекчии не являются тектоническими, так как около указанных речек, судя по карте А. Г. Вологодина, не обнаружены дизъюнктивные перемещения.

Наконец, надо напомнить, что подобные образования не ограничива-

ются указанной частью долины Маны, как подтверждает и сам исследователь. Следовательно, их надо искать и в других частях долины Маны.

В заключение — несколько слов об оолитах.

По наблюдениям А. Г. Вологодина оолиты встречаются, хотя и редко, в известняках енисейской свиты, причем они группируются в виде линз (1931, 5, 6). Он считает их водорослями. Повидимому, оолиты в этой свите вообще не столь редки, ибо на них обратил внимание и Ю. А. Кузнецов (1932, 10). К сожалению, эти исследователи не дали ни точного указания местонахождения этих оолитов, ни их описания. Вполне возможно, что часть оолитов действительно является водорослями; но не исключена возможность, что часть из них окажется минеральными образованиями, в центре которых мы сможем обнаружить замурованными обломки минералов и обломочки пород, принесенные с суши. Исследование оолитов с указанной целью надо, по-моему, производить следующим способом. Набрав большое количество отдельных шариков оолитов и очистив их от окружающего цемента, их надо все вместе растворить в соляной кислоте, а затем нерастворимый остаток подвергнуть микроскопическому исследованию. При таком способе исследования погибнут только мелкие обломки мраморов, которые также могут быть центрами кристаллизации, как мы это наблюдаем в тиллитах Енисейского края (Чураков, 1933, 30).

Характеристика кутень-булукской свиты в Красноярском районе была бы неполной, если бы я не осветил некоторые особенности самих осадков этой свиты. Прежде всего, обилие в составе этой свиты темнозеленых и серовато-зеленых песчаников, которые по виду так похожи на вулканические туфы, свидетельствует о том, что они образовались в холодном климате, который задерживает химическое разложение на суше цветных минералов. Это обстоятельство давно известно и отмечено американскими геологами (Berkey and Morris, 1927; Blackwelder, 1918).

Вторым, еще более убедительным доказательством отложений пород в обстановке холодного климата является, как известно, ленточная слоистость. Ее присутствие мною уже было отмечено в кутень-булукской свите Кузнецкого Алатау (Чураков, 1938). В северо-западной части Восточного Саяна эти явления также наблюдаются. В самом деле, Ю. А. Кузнецов указывает, что среди песчаников его граувакковой свиты встречаются «тонкополосчатые породы из чередующихся темно-серых и светлых известковых прослоев», ленточное строение которых особенно отчетливо выступает в тех местах, где эти породы изменены контактовым метаморфизмом. При этом исследователь указывает ряд мест в долине р. Маны, где он их обнаружил (Кузнецов, 1932, 9).

Замечательно, что ленточной текстурой обладают местами даже известняки, образующие прослои в кутень-булукской свите. Так, И. К. Баженов и М. П. Нагорский указывают, что в левом склоне долины Енисея выше г. Красноярска они нашли горизонт, состоящий из сильно известковистых песчаников, которые переслаиваются с прослоями «темносерых мергелистых тонкополосчатых, иногда почти ленточных плитчатых известняков», причем толщина прослоев различна — от 0.3 до 0.7 м (1937, 15).

К этому я могу добавить, что в Кузнецком Алатау мне во многих местах приходилось наблюдать чрезвычайно тонкую, правильную слоистость в известняках енисейской свиты, причем она всюду встречалась лишь в верхних ее горизонтах и местами в самой непосредственной близости от прослоев силицилитов. Крутопоставленные слои таких ленточных известняков при выветривании легко разлитовываются, принимая вид полураскрытой книги. Эти образования, которые я назвал «книжечками», долго не понимая причины их возникновения, я склонен также считать ленточными образованиями, т. е. признаком, характеризующим

ледниковую обстановку, которая дала себя знать уже в конце отложения енисейской свиты. В северо-западной части Восточного Саяна подобные образования надо также искать в верхних горизонтах енисейской свиты.

Надо иметь в виду, что такие явления сезонной слоистости могут быть обнаружены на Мане и в кутень-булукской свите. В частности, к ним я склонен отнести тот прослой мрамора мощностью в 8—9 м, который обнаружен А. Г. Володиным в Саратовской излучине, где мрамор согласно залегает среди сланцев кутень-булукской свиты на расстоянии около 600 м (по карте) от контакта с енисейской свитой (Володин, 1931, 26, обнажение № 11). Этот пласт «серого чистого и плотного, частью грубослоистого мрамора» тонко переслаивается со сланцами. Необходимость тщательного изучения этого любопытного пласта очевидна.

Если будет доказано, что это — действительно пласт с сезонными слоями (varves), то тем самым будет точно установлена наименьшая верхняя граница эпохи оледенения во время отложения кутень-булукской свиты. Что же касается нижней границы ледниковой эпохи, которая лежит внутри енисейской свиты, то положение этой границы во всяком случае совпадает с положением пластов склицилитов, так как в одном из них на восточном склоне Кузнецкого Алатау удалось найти галечки чуждых пород,¹ мною уже описанных (Чураков, 1938, фиг. 14; Tchugakow, 1932). ✕)

Если правильны все выдвинутые объяснения, то надо признать, что и сама кутень-булукская свита в большей части своих пород, т. е. ее «туфы» и граувакки, а также значительная часть материала глинистых сланцев, тоже образованы из материала, принесенного плавающими льдами. Иначе говоря, большая часть осадков кутень-булукской свиты представляет собой морской тиллит.

Я полагаю, что морские тиллиты надо искать и в верховьях Бирюсы. В самом деле, И. А. Молчанов пишет, что пояс брекчий и милонитов, образовавшийся вдоль надвига протерозоя на кембрий, имеет в ширину 1 км и даже больше. Уже сама по себе такая большая ширина пояса милонитов, которые представлены «брекчиями и какиритами», заставляет предположить, что мы имеем здесь не только тектонические образования.

И действительно, И. А. Молчанов указывает, что «в левом берегу М. Бирюсы, между устьями Нейготы и Нижнего Хасынака, по линии тектонического контакта между гранитом и известняком, на ряду с брекчией гранита, находим и тектоническое «месиво», состоящее из обломков гранита, затертых в известняковой, большей частью перекристаллизованной массе» (1930, 10 и 17). Очевидно, что эту странную брекчию, в которой обломки гранита залегают среди известняков, надо исследовать весьма внимательно, — тем более, что подавляющая масса «брекчий и милонитов» представлена зелеными сланцами.

Попутно надо изучить и ту породу, которая выступает к северо-западу от Андреевского гольца и представляет собой «оригинальную доломитовую брекчию, в которой в качестве цементирующего вещества является молочно-белый кварц» (Молчанов, 1928, 20).

Столь же внимательно надо исследовать и ту, довольно большую площадь доломитовых мраморов, которая выступает к юго-востоку от указанного «месива» в бассейне Красной Бирюсы, как показано на карте И. А. Молчанова. И. А. Молчанов относит эти мраморы вместе с окружающими их гнейсами к археозою. Но я считаю более вероятным, что эти гнейсы являются сланцами кутень-булукской свиты, измененными

¹ Должен отметить, что эта замечательная находка была сделана моим проводником-хакасом А. П. Епишкиным, который в течение пяти лет сопровождал меня при моих работах в Кузнецком Алатау.

контактовым и инъекционным метаморфизмом; ~~Доломитовые~~ же мраморы являются енисейской свитой, как показано на моей схематической карте.

К такому выводу я прихожу на том основании, что видимая (на карте И. А. Молчанова) ширина и длина полосы доломитовых мраморов почти одинакова и превышает 4 км.

Трудно думать, чтобы в археозойских гнейсах, подвергшихся сильной складчатости, смогла сохраниться такая ненормально широкая и очень короткая линза мраморов. Вернее предположить, что это — протерозойские осадки, которые и в других частях Восточного Саяна выступают крупными площадями. Если это соображение окажется правильным, то доломитовые мраморы (в бассейне Красной Бирюсы) или, точнее, краевые части площади их распространения надо будет считать верхними горизонтами енисейской свиты, т. е. той частью этой свиты, в которой встречаются морские тиллиты.

Должен напомнить, что и к западу от Бирюсы, а именно в долине Тагула, надо искать интересующие нас образования в сланцах кутенбулукской свиты, потому что Гофман, который прошел в этих местах почти 100 лет назад, сообщает следующие интересные сведения о Тагуле: «Прежде, нежели мы достигли Тагула, проезжали мы, миновав одну из впадающих в него речек Имшигей... На Тагуле известняк заменяется тальковым сланцем, заключающим в себе обломки известняка и зеленого камня, а на Бугорме преобразуется он в совершенный конгломерат, который в зеленом тальковом цементе заключает известняк, зеленый камень и гранит в округленных кустах. И если по ту сторону Уруткая исчезают породы в берегах, то сбломки этого конгломерата, встречающиеся по дороге, доказывают, что почва состоит из того же конгломерата до самого зимовья, на Янгозе лежащего» (Гофман, 1844, 263).

Возможно, что это — те же самые конгломераты, которые наблюдал И. А. Молчанов на Бирюсе в свите зеленых сланцев.¹ Их интерес заключается именно в том, что они, как показал мой анализ наблюдений И. А. Молчанова, залегают не в основании сланцевой свиты, а в ее верхних горизонтах. Кроме того, мы видели, что на Бирюсе они присутствуют, несмотря на то, что между различными частями свиты метаморфических сланцев нет ни углового несогласия, ни следов перерыва.

Следовательно, я предполагаю, что и на Бирюсе и на Тагуле они являются теми же внутрiformационными конгломератами, какие мы видели на Мане и на Базаихе.

Само собою разумеется, что я остаюсь при прежнем мнении: я считаю, что той сушей, с поверхности которой спускались в море ледники, превращавшиеся в айсберги, являлась Протеро-Сибирь, т. е. суша, располагавшаяся на площади современной сибирской платформы (Чураков, 1933).

СПОСОБЫ ЗАХВАТА ЛЬДОМ КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА

Обдумывая теорию о протерозойском оледенении Сибири, я не раз останавливался перед двумя загадками, которые в течение нескольких лет мучительно вставали передо мною, требуя ответа. Первая загадка заключалась в следующем. Если та суша, т. е. Протеро-Сибирь, с которой спускались ледники, была сплошь покрыта ледяным покровом, то каменный материал может быть снесен с такой суши только в виде той части поддонной морены, которая примерзла к нижней поверхности ледника. Но этот материал едва ли будет унесен айсбергами далеко от берега моря, ибо он скоро отделится ото льда. Правда, на поверхности Протеро-Сибири могли быть нунатаки, подобные тем, какие мы наблю-

¹ См. также стр. 54 и примечание к ней.

даем в Гренландии; но большого количества каменного материала ледники не соберут с нунатаков. Следовательно, при сплошном оледенении Протеро-Сибири айсберги не могли доставить много каменного материала, и уже во всяком случае только очень небольшое его количество могло быть перенесено льдом на значительное расстояние от берега.

Если же допустить, что протерозойское оледенение суши было представлено долинными ледниками, тогда айсберги могли иметь на своей поверхности, а также внутри себя достаточное количество каменного материала в виде поверхностных и внутренних морен, и этот материал мог быть разнесен на большие расстояния. Зато количество льда, спускаемого в море языками отдельных долинных ледников, должно быть весьма ограниченным и во всяком случае во много раз меньшим, чем при покровном оледенении. Но это опять же приводит к тому, что с поверхности суши будет сноситься не так много материала, да и материал этот будет представлен почти исключительно крупными и мелкими обломками, но без тонко измельченного материала.

Вторая загадка, которая была еще сложнее, заключалась в следующем. Отдельные, хорошо окатанные гальки, которые встречаются внутри кутень-булукской свиты, могут быть объяснены достаточно просто и убедительно. В самом деле, если долинный ледник или ледниковый покров спускается к морю, то часть прибрежного галечника может замерзнуть к леднику и потом будет вынесена айсбергом в море. Но как объяснить целые прослои конгломератов, залегающие в виде линз, состоящие из прекрасно окатанных галек, совершенно не отличающиеся от галечников морского и озерного побережья? Какая сила могла перенести их на далекое расстояние и отложить их, сгрудив в одном месте в виде прослоя?

Теперь на эти недоуменные вопросы мне удалось найти ответы. Первая загадка разрешается следующим образом. Р. Чемберлен описал своеобразные поверхностные морены, которые были обнаружены на западном склоне Гренландии. Они были расположены в виде нескольких параллельных друг другу гряд, одиноко выступающих на поверхности необозримого ледяного пространства. Длинные оси этих моренных валов располагаются в направлении, перпендикулярном движению льда, а дальше — на восток, т. е. там, откуда движется лед, на большом пространстве не было обнаружено ни одного нунатака. Происхождение этих странных морен стало понятно только после того, как были исследованы ледниковые трещины и изучена слоистость льда. Оказалось, что это — поддонные морены, которые были вынесены на поверхность ледника тем процессом «течения льда», который происходит в леднике и который постепенно выводит наверх нижние слои льда (Chamberlin, 1928).

Это значит, что при покровном оледенении даже при полном отсутствии нунатаков могут появиться на поверхности сплошного ледяного поля поверхностные морены. Этот каменный материал, донесенный ледником до берега, может быть полностью унесен в море и сброшен вдали от его берегов.

Вторая загадка разрешается иначе. Х. У. Свердруп во время зимовки с Р. Амундсеном на судне «Мод» около мыса Челюскина имел возможность наблюдать паковый лед, т. е. тот, который образуется в Арктике зимой при замерзании поверхности моря. Взламываемый весной, он плавает в течение лета отдельными плоскими льдинами, которые с наступлением зимы смерзаются, а зимой увеличивают свою толщину, нарастая снизу. Так образуется многолетний паковый лед.

Около Таймырского полуострова осенью начинают дуть северные ветры, приносящие к берегу большое количество пакового льда, который садится на мели и зимует. В течение зимы этот лед нарастает; но его рост происходит только на нижней поверхности, так что лед вмерзает в грунт, на котором он сидит, и прочно смерзается с ним. С наступ-

лением лета, когда полярное солнце начинает неустанно нагревать поверхность льда, он усиленно тает, причем тает конечно лишь его верхняя поверхность. Лед становится легче, всплывает и отдирает ту часть грунта, к которой он примерз. Получается своеобразная плавающая льдина, на нижней поверхности которой находится нечто вроде базального конгломерата с ледяным цементом. Само собою разумеется, что подобное явление происходит только там, где мели достаточно плоски и состоят из галечника, гравия или глинистого материала, а не из коренных пород.

Весенние ветры уносят такие паковые льды в море, где часть их уничтожается солнцем и действием волн, а часть — взаимным трением друг о друга; но часть льдов сохраняется. С наступлением второй зимы обычные северные ветры снова гонят паковый лед к берегу, где он вновь садится на мели и зимует, вторично смерзаясь с грунтом морского дна. К весне лед опять всплывает. Но теперь в его нижней части находится во вмержшем состоянии уже двухлетний, т. е. более толстый слой грунта, оторванный от морского дна. Этот процесс может повторяться в течение нескольких лет. По расчетам Свердрупа достаточно 7 лет, чтобы первый слой вмержшего грунта поднялся снизу до поверхности льдины, пройдя сквозь всю ее толщу.

Небезынтересно отметить, что Х. У. Свердруп, напечатав свои наблюдения еще в 1911 г. в общем отчете, в 1938 г. напечатал небольшую статью, где он вновь возвращается к этому вопросу. Он поместил ее в геологическом журнале именно для того, чтобы привлечь, как он пишет, внимание геологов к этому явлению (Свердруп, 1930; Sverdrup, 1938). Из этих любопытных наблюдений мы можем сделать ряд весьма ценных выводов.

Если чистый паковый лед плавает на поверхности моря, то, сколько бы он ни таял, он будет плавать до последней минуты, и все время над водой будет выступать $\frac{1}{8}$ его объема. Но, если в его нижнюю часть вмерж слой глинистого или песчаного грунта, а тем более песчанистого грунта с галечником, то достаточно солнечным лучам растопить верхний слой этой льдины, чтобы ее общий удельный вес стал больше удельного веса воды, и эта льдина утонет. Нетрудно понять, что при благоприятных ветрах этот процесс может наступить тогда, когда льдина будет унесена в море и спустится со своим грузом на дно морское вдали от берега.

Нетрудно также предвидеть, что при этом таянии наступит такой промежуточный момент, когда общий удельный вес льдины и ее груза будет точно равен весу вытесненного ею слоя опресненной воды, которая лежит на поверхности Ледовитого океана. В этот момент льдина придет в состояние безразличного равновесия: она не будет ни плавать на поверхности, ни тонуть. Слегка погрузившись она коснется более плотного слоя морской воды, который и будет ее поддерживать на некотором расстоянии от поверхности моря. Конечно, она будет продолжать таять, но крайне медленно; течения же и ветры будут уносить ее все дальше и дальше. В конце концов, омываемая морской водой, она все-таки начнет медленно тонуть, опускаясь на дно, как тонет плот из бревен, набухших от воды.

Этот необычный плот, который может иметь весьма крупные размеры, опустится на дно моря со всем своим содержимым и положит его в таком же точно виде, в каком это содержимое первоначально лежало в составе той прибрежной мели, на которую некогда ветром была занесена эта глыба пакового льда. После окончательного таяния льдины ее груз будет покрыт нормальными морскими осадками. Таким образом, среди типичных морских отложений могут оказаться залегающими аллохтонные линзы мелководных осадков.

Наползание плавающих льдов на мели, а также перенос ими большого количества терригенного материала представляет собою явление, повидимому широко распространенное во всей Арктике. Так, в восточной части Северного Ледовитого океана еще Г. Я. Седов наблюдал около устья Колымы льды, которые сидели на мели в 4—5 км от берега на глубине 7—8 м (1917). Обилие таких льдов наблюдал в Чукотском море в 1933 г. и капитан «Челюскина» В. И. Воронин. Он пишет: «Тут встречаются такие ледяные скалы, которые опираются прямо на грунт морского дна» (1934). Наконец, С. П. Кочурин, участвовавший в 1938 г. в экспедиции Академии Наук СССР к острову Врангеля, лично сообщил мне, что в этой части Северного Ледовитого океана он наблюдал большое количество «грязного» пакового льда, т. е. льда, насыщенного терригенным материалом. Повидимому, такого же происхождения и тот паковый лед, который наблюдал полковник Фельден в Карском море к востоку от острова Вайгач, где этот лед поразил его огромным количеством глины, песку и ила, лежавших на его поверхности (Pearson, 1899). Надо думать, что такие явления происходили и в прошлые геологические периоды.

Я полагаю, что и в северо-западной части Восточного Саяна именно таким способом образовались линзы маломощных конгломератов внутри кутень-булукской свиты среднего протерозоя. Подобную работу могли производить и айсберги, которые часто садятся на мели, и паковый лед, и даже припай, т. е. та кромка льда, которая зимой образуется ежегодно у морских берегов, а летом уносится в море.

После таких объяснений становится понятным, что паковый лед и айсберги могли доставить большое количество даже тонкозернистого материала, который входит в состав кутень-булукской свиты в виде песчаников, граувакк, так называемых туфов и даже, частично, глинистых сланцев. Вполне понятны подобные образования и в верхних горизонтах енисейской свиты, поскольку начало ледниковой эпохи относится именно к этому времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оглядываясь на пройденный путь, мы можем теперь подвести основные итоги и наметить главные задачи дальнейшего изучения протерозоя северо-западной части Восточного Саяна.

Самым главным итогом проделанной работы я считаю доказательство того, что нет никаких оснований принимать для этой части Восточного Саяна ту сложную стратиграфию протерозойских отложений, которая была предложена К. В. Радугиным.

Наоборот, мы видим очень простую стратиграфию и полное тождество этих отложений с протерозойскими отложениями Кузнецкого Алатау. Даже тот перерыв, который был обнаружен в Восточном Саяне между енисейской и кутень-булукской свитами и явился большим камнем преткновения для отождествления протерозойских свит этих двух горных сооружений, оказался несуществующим.

Теперь предстоит задача изучить тот, самый древний отдел протерозоя, который залегает под енисейской свитой и который остается пока в тумане. Затем выяснилось, что дальнейшее изучение протерозойских отложений долины Енисея между г. Красноярском и дер. Езагаш, а также отложений долины Маны приобретает исключительный интерес, ибо в этих отложениях мы обнаружили ценнейший материал для изучения своеобразной геохимической фации, обусловленной концентрацией кремния, железа и отчасти углерода.

Изучение этих геохимических процессов имеет весьма существенное значение для установления руководящих стратиграфических горизонтов в протерозое различных горных хребтов. В самом деле, если мои

взгляды на осадочное происхождение этих образований окажутся правильными, перед нами настоятельно встанет задача сопоставить и отождествить кремнисто-железистые сланцы долины Енисея с такими же породами в верховьях р. Сыды (правого притока Енисея), расположенными в 160 км к югу от г. Красноярска (Староверов, 1933; Филатов, 1934), а также с теми железистыми кварцитами, которые совсем недавно были обнаружены в Горной Шории, в Кузнецком Алатау и в Салаире (Радугин, 1929; Сперанский, 1938, 53—54).

Совершенно естественно, что с ними надо будет сопоставить и те осадочные железные руды, которые известны в Западном Саяне (Баженов, 1932; Филатов, 1934). Правда, эти руды считаются силурийскими, с чем очень трудно согласиться. Но недалек тот час, когда современные воззрения на стратиграфию древних свит Западного Саяна будут пересмотрены, ибо заря этой перестройки взглядов уже занялась. Начало такого перелома я вижу в том, что тот протерозой, который в Западном Саяне в последние годы был совершенно отвергнут сибирскими геологами и считался более молодыми отложениями, в настоящее время восстанавливается, как это был вынужден отметить акад. М. А. Усов (1938, 13).

Кроме того, обогащенные углеродом сланцы и известняки протерозоя Восточного Саяна естественно будет сопоставить с теми своеобразными прослоями заведомо осадочных углистых образований, которые недавно найдены в протерозое Горной Шории (Радугин, 1941).

Наконец, при исследовании кремнисто-железистых осадочных пород в долине Енисея необходимо будет иметь в виду возможное присутствие в них марганца, отлагавшегося одновременно с железом. Эту задачу я ставлю потому, что недавно Е. П. Молдаванцевым было выдвинуто не лишнее основания предположение об осадочном происхождении Мазульского железо-марганцевого месторождения близ г. Ачинска (1938).

При изучении всех этих геохимических процессов, вызвавших осаждение железа, кремния и углерода, а может быть и марганца, надо иметь в виду необходимость установления родственной связи между всеми этими процессами и теми образованиями, которые я называю морскими тиллитами.

Для решения этой задачи необходимо произвести подробное исследование всех описанных мною морских тиллитов, а также образований, предположительно принятых мной за таковые. При этом я считаю, что главное внимание надо сосредоточить на изучении долины Маны, ибо я ни на минуту не сомневаюсь в том, что мы обнаружим там еще более богатый и еще более разнообразный материал, чем тот, достаточно интересный, который был собран А. Г. Вологдиным, Ю. А. Кузнецовым и К. В. Радугиным во время их кратковременных исследований.

При дальнейшем углубленном изучении всех этих процессов необходимо обратить внимание на определение верхней и нижней границ отложений ледниковой эпохи, что имеет не столько теоретическое, сколько практическое значение, так как это позволит установить мощность отложений той геохимической фации, с образованием которой связана концентрация кремния, железа, углерода и марганца (см. выше, стр. 84).

Не менее важные выводы нам дало и изучение последовательности глубинных интрузий в верховьях Бирюсы, так как оно позволило вскрыть очень большой перерыв между временем отложения протерозойских осадков и кембрийским периодом.

Этот вывод имеет большое значение для стратиграфии протерозоя, так как позволяет еще точнее сопоставить и отождествить протерозойские отложения Восточного Саяна с протерозойскими отложениями северной части Енисейского кряжа, где мной был обнаружен столь же большой перерыв.

На основании этого вывода становится очевидным, что протерозойские отложения Енисейского края, Восточного Саяна, Кузнецкого Алатау и Горного Алтая нельзя относить к самому концу протерозойской эры. Наоборот, они значительно древнее. Условно они отнесены мной к среднему протерозою.

Очевидно, что тот же вывод приходится сделать и для определения времени той ледниковой эпохи, следы которой в виде морских тиллитов известны теперь во всех указанных горных массивах.

Небезинтересно напомнить, что тиллиты северной части Скандинавского полуострова относятся Седергольмом к самому концу протерозоя (Sederholm, 1932, таблица), тогда как тиллиты соседних областей, т. е. северной части Кольского полуострова, А. А. Полканов считает даже кембрийскими (1934). Это наводит на ряд размышлений.

Дело в том, что нигде в других частях земного шара мы не знаем ни одного примера следов ледниковой эпохи кембрийского периода, а те случаи, которые указывались, оказались ошибочными. Так обстояло дело с «кембрийскими» тиллитами Китая и Енисейского края, которые оказались протерозойскими (Чураков, 1933₂, 1938₁); так обстоит теперь дело и с тиллитами Австралии, возраст которых в течение многих лет считался кембрийским, а теперь точно установлен как протерозойский (David a. Tillard, 1936, 37). Поэтому на севере Кольского полуострова встает задача более точного установления возраста тиллитов, которые так естественно сопоставить с тиллитами соседних областей, расположенных к западу.

Но вместе с тем встает новый вопрос: следует ли считать протерозойские тиллиты Средней Сибири и протерозойские тиллиты Скандинавского полуострова одновременными, или они говорят нам о двух разновременных ледниковых эпохах протерозойской эры? Сейчас я не собираюсь решать этот вопрос. Я хочу только показать, какие далеко идущие возможности раскрывает перед нами эта увлекательная палеоклиматологическая задача и как важно нам вплотную заняться изучением следов протерозойского оледенения в Сибири, — тем более, что значение этой задачи и правильность самой постановки вопроса до сих пор вызывает сомнение у некоторых советских геологов (Чураков, 1938₁, 42).

Следующей особенностью, которую мы обнаружили в Восточном Саяне, является его протерозойский перидотитовый пояс. При дальнейшем изучении этого пояса необходимо, во-первых, найти новые интрузивы ультраосновных пород в промежутках между теми интрузивами, которые показаны на карте, и установить, будут ли и они располагаться на той же или почти на той же линии. Во-вторых, надо провести в верховьях Иркута и Китоя более подробные геолого-петрографические исследования с целью разделить на несколько самостоятельных интрузий интрузив того весьма сложного батолита, который образовался после интрузии гипербазитов, как указывает Н. Д. Соболев.

Кроме того, надо продолжить геологические исследования в бассейне Оки, чтобы и там вскрыть наличие нескольких кислых интрузий, происшедших после интрузии гипербазитов, но до начала кембрийского периода, что является нам особенно желательным, ибо в бассейне Оки мы имеем и нижний кембрий.

Затем, сам собой встает вопрос об установлении геологического возраста тех кислых интрузивов, которые широко распространены в Красноярском районе. В своем очерке я умышленно не касался этого вопроса из-за отсутствия наблюдений. Я только показал, что в бассейне Базаихи и к югу от нее кислые интрузивы моложе гипербазитов; кроме того я отметил, что на левом берегу Енисея повыше Красноярска мы видим кислую интрузию, которая предшествовала излияниям древних базальтов, имеющих повидимому протерозойский возраст.

Теперь, в свете тех выводов, которые мы получили в верховьях Би-

рюсы и Иркутта, становится весьма вероятным, что и в Красноярском районе существует не одна кислая интрузия протерозойского возраста.

В связи с решением задачи об установлении протерозойского возраста магматических пород, я считаю необходимым обратить внимание на одно очень важное обстоятельство. На первый взгляд кажется вполне естественным, что эта задача решается очень просто, т. е. изучением петрографического состава галек базального конгломерата, независимо от того, будем ли мы изучать базальный конгломерат нижнего кембрия в бассейне Оки и Иркутта или исследовать базальный конгломерат торгашинского известняка среднего кембрия в Красноярском районе. Но нельзя забывать того, что в составе кутень-булукской свиты часто встречаются внутриформационные конгломераты с гальками различных магматических пород, да и в енисейской свите наблюдаются прослои конгломератов и отдельные обломки различного состава. Весь этот материал конечно может попасть в состав базального конгломерата ниже- и среднекембрийских отложений при размывании дислоцированных протерозойских осадков.

Следовательно, при изучении ^{Кембрийских} базальных конгломератов надо быть очень бдительным и учитывать, что их гальки магматических пород могут принадлежать не только тем интрузивам, которые прорывают протерозойские отложения Восточного Саяна, но и тем, значительно более древним магматическим породам, которые залегают или залежали где-то далеко в стороне от него. Первый случай такого размывания протерозойских тиллитов, что привело ко включению их галек в состав базального конгломерата среднекембрийских осадков, я уже давно указал для западного склона Восточного Саяна (Чураков, 1931, 376).

В вопросах протерозойской тектоники я отмечу два следующих обстоятельства. С одной стороны, стало очевидным, что протерозойские отложения северо-западной части Восточного Саяна еще в протерозойское время действительно подверглись двум разновременным периодам складчатости; как это мы имеем в Кузнецком Алатау. С другой стороны, теперь стало еще яснее, что второй период протерозойской складчатости, который еще в 1931 г. я назвал в Кузнецком Алатау саянской складчатостью, действительно является той складчатостью, которой И. Д. Черский давно дал это название (Чураков, 1931, 380). Вместе с тем окончательно выяснился протерозойский возраст саянской складчатости И. Д. Черского. Эти тектонические выводы еще прочнее связывают в одно целое протерозойские отложения Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау.

В заключение еще раз подчеркну самый главный вывод. В главе «Современные разногласия во взглядах на строение протерозоя и кембрия на юге Средней Сибири» я указал, что разработанная мною стратиграфия протерозойских отложений и их протерозойская тектоника встретили большие возражения, так что в настоящее время мои более простые выводы, касающиеся главным образом Кузнецкого Алатау и западного склона Восточного Саяна, оказались зажатými, как в тиски, более сложными стратиграфическими и тектоническими воззрениями, которые созданы, с одной стороны, для северо-западной части Восточного Саяна, а с другой — для Горной Шории с северной частью Горного Алтая.

Теперь первая половина этой задачи решена, и правильность моих выводов распространяется на северо-западную часть Восточного Саяна. Очередь — за Горной Шорией и северной частью Горного Алтая, где также надлежит произвести подробный анализ всех наблюдений, приведших к созданию очень сложной стратиграфии и тектоники протерозоя.

Мне думается, что работа, сделанная в настоящем очерке, значительно облегчит решение второй части этой большой задачи.

- Арган Э. Тектоника Азии. Доклад на Брюссельской (XII) сессии Международного геологического конгресса в 1922 г. Перевод с франц. И. П. Тепляковой. ОНТИ, НКПТ СССР, 1935.
- Арте́мьев Б. Н. Полезные ископаемые и ближайшие задачи учета минеральных ресурсов Бурят-Монгольской АССР. Тр. Центр. упр. промышл. разв., 1922, вып. 2, 217.
- Архангельский А. Д. Оползание осадков на дне Черного моря и геологическое значение этого явления. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, нов. сер., 1930, 38, вып. 1—2.
- Архангельский А. Д. и Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. Изд. Акад. Наук, 1938.
- Баженов И. К. Новые железорудные месторождения Западного Саяна. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1932, вып. 2.
- Основные черты стратиграфии и тектоники района г. Красноярска. Изв. Акад. Наук, отд. мат. и ест. наук, сер. геол., 1938, № 1.
- Баженов И. К. и Нагорский М. П. Кембрий и протерозой Восточного Саяна в районе гор. Красноярска. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1936, вып. 5.
- Геология района г. Красноярска. Мат. по геол. Красноярск. края, 1937, вып. 1.
- Бесова М. В. Признаки хромо-никелевого оруденения на Джиде. Мат. по геол. и полезн. ископ. Вост. Сиб., 1937, вып. 13.
- Богданович К. И. Геологические исследования вдоль Сибирской железной дороги в 1893 г. Горн. журн., 1894, 3, № 9.
- Булы́нников А. Я. Саралинский золоторудный район. I. Геологическое строение района и Андреевский рудный участок. Изв. Сиб. отд. Геол. ком., 1928, 7, вып. 3.
- Мазульское марганцовое кобальт-содержащее месторождение. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. треста, 1937, вып. 4.
- Вологдин А. Г. О древнейших отложениях в районе южной части Красноярского округа, Геол. вестн., 1928, 6, № 1—3, 1.
- Урманская и Саратовская петли р. Маны. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, вып. 55.
- Геологический очерк района проектируемой Красноярской гидроустановки на р. Енисее. Тр. Всесоюз. геол.-разв. об., 1933, вып. 282.
- 1) Район г. Красноярска. 2) Р. Енисей от устья р. Бирюсы до с. Езагаш. Путевод. Междунар. XVI геол. конгр., Сиб. экс., Красноярск. край. Лг.—М. ОНТИ, 1937.
- [Воронин В. И.] Рассказ капитана Воронина. Изв. ЦИК и ВЦИК, 1934, № 94 (5342).
- Гокоев А. Г. Некоторые месторождения хризотил-асбеста в змеевиковом поясе Китайских гольцов (Восточная Сибирь). Изв. Всесоюз. геол.-разв. об., 1932, 51, вып. 10.
- Гофман Э. О золотых промыслах Восточной Сибири. Горн. журн., 1844, №№ 11 и 12.
- Дэли Р. А. Изверженные породы и глубины земли. Перевод с англ. С. П. Соловьева под ред. проф. А. П. Герасимова. ОНТИ, 1936, 432—442.
- Джоли Д. История поверхности земли. Перевод с англ. Л. Ш. Давиташвили под ред. акад. А. Д. Архангельского. Современ. пробл. ест. 1929, кн. 43.
- Златковский В. Геологические наблюдения в окрестностях г. Красноярска. Тр. СПб. общ. ест., 1884, 14, вып. 2, 52—59.
- О геологических экскурсиях, совершенных... по Канскому и Красноярскому округам Енисейской губернии. Изв. Вост. Сиб., отд. Рус. геогр. общ., 1885, 16 № 1, 1—23.
- Ижицкий Н. Геологические работы в Красноярском и Канском округах Енисейской губернии за 1893 г. Горн. журн., 1895, 2.
- Геологические исследования вдоль Сибирской ж. д. в 1894 г. Геол. и разв. работы по линии Сиб. ж. д., 1896, вып. 3, 65—104.
- Козлов А. И. Геологическая карта окрестностей города Красноярска. Лист Кузнецово-Торгашино, Красноярского уезда. Масштаб 1:42 000. Изв. Геол. ком. 1927, 46, № 1 [статья А. Н. Чуракова].
- Котельников Л. Г. Маршрутные геологические исследования в районе рек Ока и Уда. Тр. Всесоюз. геол.-разв. об., 1933, вып. 228.
- Краснопеева П. С. Водоросли и археоциаты древнейших толщ Потехинского планшета Хакассии. Мат. по геол. Красноярск. края, 1937, вып. 3.
- Кузнецов Ю. А. Геология района г. Красноярска. Изв. Сиб. геол.-разв. тр., 1932, 12, вып. 2.
- Лодочников В. Н. Серпентины и серпентиниты Ильчирские и другие. Тр. ЦНИГРИ, 1936, вып. 38.
- Молдаванцев Е. П. К вопросу о генезисе Мазульского марганцового месторождения (Западная Сибирь). Сов. геол., 1938, 8, № 7.

- Молчанов И. А. Геологический очерк золотоносного района р. Большой Бирюсы. Изв. Сиб. отд. геол. ком., 1928, 7, вып. 4.
- Геологическое строение Бирюсинского золотоносного района. Малая Бирюса. Изв. З.-Сиб. отд. Геол. ком., 1930, 9, вып. 5.
 - 1. Восточный Саян. Сер. «Очерки по геологии Сибири». М.—Лг., изд. Акад. Наук, 1934.
 - 2. Геологическое строение Канского золотоносного района и условия образования его золотых россыпей. Мат. по геол. З.-Сиб. края, 1934, вып. 10.
- Налетов П. И. Геологические исследования долины верхнего течения р. Джиды. Тр. Вост.-Сиб. геол. гидрогеодез. тр., 1935, вып. 11.
- Геологическая съемка в верховьях рек Джиды и Зон-Мурина (краткий отчет по работам 1934 г.). Тр. Вост.-Сиб. геол.-разв. тр., 1936, вып. 18.
- Обручев В. А. Геология Сибири, т. I: Докембрий и древний палеозой. Изд. Акад. Наук, 1935, 133—134.
- Решение вопроса о границе между кембрием и докембрием в Прибайкалье. Изв. Иркутск. гос. музея, 1937, 2, 253—261.
- Пинегин В. Н. Река Мана в связи с утилизацией ее водной энергии. Вестн. Сиб. инж., 1923, 4, № 4, 49—54.
- Полканов А. А. Гипербрейская формация полуострова Рыбачий и острова Кильдин (Кольский полуостров). Пробл. сов. геол., 1934, 4, № 6.
- Предтеченский А. А. Разрез древнего палеозоя района г. Красноярска. Пробл. сов. геол., 1937, 7, № 7, 619—629.
- Прокофьев П. И. Отчет о работе геологического отряда Тункинской партии Прибайкальской экспедиции Академии Наук СССР в 1934 г. Рукопись. 1935.
- Радугин К. В. Геология северной оконечности Кузнецкого Алатау, Анжеро-Судженского и Томского районов. 1929, рукопись.
- Новое в геологии древнего палеозоя Горной Шории. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1934, № 5.
 - Элементы стратиграфии и тектоники Горной Шории. Мат. по геол. З.-Сиб. края, 1936, вып. 37.
 - О соотношении кембрия и докембрия в Горной Шории. Пробл. сов. геол., 1937, № 5, 295—317.
 - Несколько страниц из истории Восточного Саяна. Сб., посвящ. 50-летию научн. и педаг. деят. акад. В. А. Обручева, т. I. Изд. Акад. Наук, 1938, 181—202.
 - Геологический очерк Чемальского листа Горного Алтая. [Сборн.] Горный Алтай, геология, т. I, Изд. Акад. Наук, 1941.
- Свердруп Х. У. Плавание на судне Мод в водах моря Лаптевых и Восточно-Сибирского. Мат. Якутск. ком., 1930, вып. 40, изд. Акад. Наук СССР.
- Седов Г. Я. Путешествие на Колыму в 1909 г. Зап. по гидрограф., 1917, 41, вып. 2—3.
- Соболев Н. Д. Месторождения хризотил-асбеста Саянской перидотито-серпентиновой полосы. Тр. Научно-иссл. инст., геол. и мин., 1934, № 4.
- Соколов Г. А. Гибридный гранито-габбровый Шигир-тараташский массив на западном склоне Среднего Урала. Тр. Петр. инст. Акад. Наук СССР, 1935, вып. 5.
- Сперанский Б. Ф. Новые данные в геологии Западной Сибири по работам ЗСГУ 1938 года. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. упр., 1938, № 6, 49—69.
- Староверов Л. Д. Сыдинское железорудное месторождение. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1933, вып. 1.
- Тетяев М. М. Геология района озера Байкал. Путевод. Междунар. XVII геол. конгр., Сиб. экск., Вост. Сиб. Лг.—М, ОНТИ, 1937.
- Усов М. А. Итоги исследования геологии Западно-Сибирского края за первую пятилетку. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1933, вып. 2—3.
- Новые данные по геологии Западно-Сибирского края (итоги работ 1934 года). Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1934, вып. 6.
 - 1. Новые данные 1935 года по геологии Западно-Сибирского края. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр. 1935, вып. 6.
 - 2. Докембрий Западно-Сибирского края. Пробл. сов. геол., 1935, 5, № 5, 441—443.
 - 3. Новые данные о геологии Западного Саяна. Пробл. сов. геол., 1935, 5, № 5, 500—501.
 - 4. Геология рудных месторождений Западно-Сибирского края. Томск, изд. З.-Сиб. геол.-разв. гидро-геодез. тр., 1935, 45—62.
 - 1. Предварительная сводка новых данных 1936 г. по геологии Западной Сибири. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1936, вып. 6.
 - 2. Фазы и циклы тектогенеза Западно-Сибирского края. Томск, изд. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1936.
 - Общие итоги геологического изучения Западной Сибири к двадцатилетию Октября. Вестн. З.-Сиб. геол.-разв. тр., 1937, № 5.
 - Фазы тектогенеза. Сов. геол., 1938, 8, № 11.
- Филатов К. С. Хакасско-Минусинские железорудные месторождения. Сб. Полез-

- ные ископаемые Западно-Сибирского края, т. I. Металлы, Новосибирск, изд. 3.-Сиб. геол. гидро-геодез. тр., 1934.
- Хесс Г. Г. Интрузии перидотита, аномалии силы тяжести и островные дуги. Тезисы докладов Междунар. XVII геол. конгр. ОНТИ, 1937, 185—186.
- Чураков А. Н. Материалы для тектоники Кузнецкого Алатау. Тр. Геол. ком., нов. сер., 1916, вып. 145.
- История развития наших представлений о строении северо-западной окраины «древнего теменн Азии». Изв. Геол. ком., 1927, 46, № 1.
 - Основные вопросы стратиграфии Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна. Зап. Мин. общ., 2 сер., 1930, 59, вып. 1, 144—146.
 - Современное состояние наших знаний о стратиграфии и тектонике древних отложений южной части Средней Сибири. Изв. Акад. Наук, отд. мат. и ест. наук, 1931, № 1—4.
 - 1. О соотношении между кембрием и протерозоем в Кузнецком Алатау. Изв. Акад. Наук, отд. мат. и ест. наук, 1932, № 1.
 - 2. Кузнецкий Алатау. История его геологического развития и его геохимические эпохи. Серия «Очерки по геологии Сибири», Изд. Акад. Наук, 1932.
 - 1. Геологическое строение восточной окраины Кузнецкого Алатау (Богградский район). Рукопись, 1933.
 - 2. Протерозойское оледенение и история развития северной части Енисейского кряжа. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1933, вып. 292.
 - История геологического развития южной части Средней Сибири от середины протерозойской эры до наших дней. [Серия] «Очерки по геологии Сибири». Изд. Акад. Наук, 1933.
 - 1. Следы протерозойского оледенения на юге Средней Сибири. Сб., посвящ. 50-летию научн. и педаг. деят. акад. Обручева, т. I. Изд. Акад. Наук, 1938.
 - 2. Следы протерозойского оледенения в юго-восточной части Горного Алтая. Сб., посвящ. 50-летию научн. и педаг. деят. акад. В. А. Обручева, т. I, М., изд. Акад. Наук, 1938.
 - 1. Докембрий Дальнего Востока и Восточного Забайкалья. Стратиграфия СССР, т. I. Докембрий СССР. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - 2. Существует ли протерозой на юге Средней Сибири. Изв. Акад. Наук; сер. геол., 1939, № 1.
 - 1. Протерозойское оледенение Сибири. Тр. XVII Междунар. геол. конгр., 1941, 5.
 - 2. Геологическое строение восточной части Айгулакского и западной окраины Курайского хребтов (юго-восток Горного Алтая). Сб. Горный Алтай, геология, т. I. Изд. Акад. Наук, 1941.
- Эдельштейн Я. С. Общие сведения о геологическом строении южной части Красноярского края. Путевод. Междунар. XVII геол. конгр., Сиб. экс., Красноярск. край. ОНТИ, М.—Лг., 1937.
- К вопросу о происхождении кремнистых пород в нижнепалеозойских отложениях Красноярского края. Сб., посвящ. 50-летию научн. и педаг. деят. акад. В. А. Обручева, т. I. М., изд. Акад. Наук, 1938, 91—97.
- Argand E. La tectonique de l'Asie. C. R. Congr. Géol. Int., XIII-e Sess. Belg., 1924.
- Bailey E. B., Collet L. W. a. Field R. M. Paleozoic submarine landslips near Quebec City. Journ. Geol., 1928, 36, 577—614.
- Berkey P. a. Morris F. K. Natural History of Central Asia, v. 2. Geology of Mongolia. 1927, 253.
- Blackwelder E. The climatic history of Alaska from a new viewpoint. Trans. Illinois Acad. Sci. 1918, 10, 275—280.
- Chamberlin R. T. Instrumental work on the nature of glacial motion. Journ. Geol. 1928, 36, 1—30.
- Coleman A. P. The proterozoic of the Canadian Shield and its problems. Problems of American Geology, 2-d ed. Yale Univ. Press, 1918, Chapter 3.
- Collins W. H. The Keewatin iron formation. Fennia, 1928, № 50, 8.
- David T. W. E. and Tillard R. Y. Memoir on fossils of the late Pre-Cambrian (newer Proterozoic) from the Adelaide Series, South Australia. Sydney. 1936.
- Hahn F. F. Untermeerische Gleitung bei Trenton Falls (Nord-Amerika) und ihr Verhältniss zu ähnlichen Störungsbildern. Neues Jb. Min. Geol. u. Palaeont, 1915, B. 3, 1—41.
- Heim A. Ueber rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. Neues Jb. Min. Geol. u. Palaeont., 1908, 2, 136—157.
- Hurlbut C. Dark inclusions in a tonalite of Southern California. Amer. Min., 1935, 20.
- Keyes Ch. Methodical sciences of geological Chronology. Pan-Amer. Geol., 1934, 61, № 1.
- Pearson H. J. Beyond Petchora Eastward. Two summer voyages to Novaja Zemlya and the islands of Barents Sea. With appendices on botany and geology by colonel M. W. Feilden. London, 1899, 269—270.
- Reynolds D. Newry igneous complex. Quart. Journ. Geol. Soc., 1934, 11.
- Sederholm I. I. On the geology of Fennoscandia with special reference to the pre-cambrian. Bull. Comm. Géol. Finl., 1932, № 98.

- Sverdrup H. Notes on erosion by drift, snow and transport of solid material by sea-ice. *Amer. Journ. Sci.*, 1938, 35, № 290, 370—373.
Tarr W. A. The origin of chert and flint. *Univ. Missouri Stud.*, 1926, 1, № 2, 24.
Tchurakow A. N. Traces of proterozoic glaciation in the Southern part of Central Siberia. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1932, 43, № 3.

A. N. TCHURAKOW

THE PROTEROZOIC OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE EASTERN SAYAN (Central Siberia)

Summary

Introduction. The author points out that Proterozoic deposits of Soviet Asia, where under the Soviet Government a large number of new deposits of diverse useful minerals have been discovered, urgently require a more thorough study of their lithology, stratigraphy, paleontology, tectonics and volcanism, since these investigations will undoubtedly lead to the discovery of new deposits of useful minerals. When studying Proterozoic deposits of Siberia, three aims should be borne in mind, advanced in 1937 by the International Association for the Correlation of the Proterozoic Formations of the Earth, namely: 1) Study of calcareous algae; 2) a determination of the absolute age of Proterozoic magmatic rocks; 3) a further study of the traces of Proterozoic glaciation, as well as of the tectonics and volcanism at the end of Proterozoic era. The author assumes that to these three problems a study of the conditions of deposition of silica and iron should be added which are so characteristic of the Proterozoic of Soviet Asia on the stretch from the Kazakh S. S. R. to almost as far as the Pacific (pp. 1—2).

The modern divergency of opinion of the stratigraphy and tectonics of the Proterozoic in the south of Central Siberia. The many years' studies of the present author (Tchurakow, 1932) of the stratigraphy and tectonics of the Proterozoic in the southern part of Central Siberia were skeptically received by some geologists who regarded the author's conclusions as unfounded and too intricate. However, a verification of the author's conclusions, accomplished in the Mountain Shoria, showed that the author was essentially right. At the same time this verification resulted in the appearance of a still more complex scheme of the stratigraphy and tectonics of the Proterozoic, since these new conclusions were extended not only to the Mountain Shoria, but to the Eastern Sayan and the northern part of the Mountain Altai as well. Therefore it is the author's purpose to show in the present paper that these new conclusions are erroneous, while his views are correct (pp. 2—6).

The north-western part of the Eastern Sayan. In this chapter, on the basis of a critical analysis of the observations and conclusions of different geologists, the author proves in detail that in the north-western part of the Eastern Sayan the ancient deposits are actually Proterozoic in age, and are subdivided into the same formations which were long ago established by the author for Central Siberia in general; in addition, he shows that in this part of the Eastern Sayan there is a huge gap between the Proterozoic and the Cambrian, represented by two periods of folding and five intrusions of ultrabasic and acid magma which intruded at different time. This period accurately coincides with a similarly great hiatus recorded previously by the author in the northern part of the Yenisei ridge. The most characteristic peculiarity of Proterozoic deposits of the Eastern Sayan is that in them a combination of the four following processes is observed: (1) a deposition of glacial-marine deposits (marine tillites); (2) a deposition of silica in large lenses; (3) a deposition of ferric hydroxides which, being locally deposited with together silica, form ferruginous siliceous rocks (ferruginous cherts); (4) a concentration of carbon in the shape of coaly carbo-argillaceous and carbo-siliceous shales. There are reasons to believe that concurrently with these processes manganese compounds were being deposited.

V

All the four processes seem to have been related to the fact that the climate was getting colder.

In the author's opinion, the sedimentary formation within which the concentration of silica, iron, carbon and possibly manganese occurred represents together with the marine tillites such a geochemical facies which makes is a reliable stratigraphical marker in correlating Proterozoic deposits of the different mountain ranges of Siberia (pp. 7—69).

The peridotite belt of the Eastern Sayan. Concomitantly with H. H. Hess and independently of him, the author arrived at a conclusion that the ultrabasic rocks are arranged in the lithosphere in belts which may be made use of in determining the age of the containing sedimentary formations.

In the Eastern Sayan, between the town of Krasnoyarsk and Lake Baikal, a Proterozoic peridotite belt, 850 km. long, is distinctly pronounced. This belt extends from the town of Krasnoyarsk northwards and is traceable in the Yenisei ridge as far as Podkamennaja Tunguska River. On the other side this belt extends eastwards to the Transbaikal region and reaches Zeia River to the Far East (pp. 69—76).

Traces of Proterozoic glaciation. In this chapter those numerous localities are listed where the previous investigators have observed in Proterozoic formations as „volcanic breccias“, „intraformational conglomerates“, „ancient talus“ and „mylonites“.

The author urgently advises to undertake a thorough study of all of these formations, as, in his opinion, many of their peculiarities lead us to an assumption that these formations may prove to be marine tillites. In addition, the author explains how the intraformational conglomerates, as well as layers of clayey shales and greywackes, could have been deposited by floating ice. In order to explain these processes the author makes use of interesting observations made by R. T. Chamberlain (1928) in Greenland, and by H. Sverdrup (1938) near the Taimyr Peninsula (pp. 76—88).

Conclusions. The author shows further trends in the study of Proterozoic strata of the Eastern Sayan. The chief attention is directed by him to the necessity of a thorough study of the geochemical facies which is characterized by a concentration of silica, iron, carbon and manganese and he stresses that the study of this facies is of great practical importance. In addition, the author points out that the critical analysis made by him does away with all the discrepancies, and proves the correctness of the author's previous views upon the stratigraphy and tectonics of the Proterozoic of the Eastern Sayan. It still remains to make a similar critical analysis of the conflicting views existing in connection with the stratigraphy and tectonics of the Proterozoic of the Mountain Shoria and of the northern part of the Mountain Altai (pp. 88—91).

Поздравляю с выходом в свет
книжки о перидотитовом поясе
и о других вещах из области
геологии и истории науки: Г-И

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВЕРХОВЬЕВ БОЛЬШОЙ И МАЛОЙ БИРЮСЫ

(по И. А. Молчанову)

МАСШТАБ

2 0 2 4 6 8 10 км

ВЕРХНИЙ
СИЛУР
(S₂)

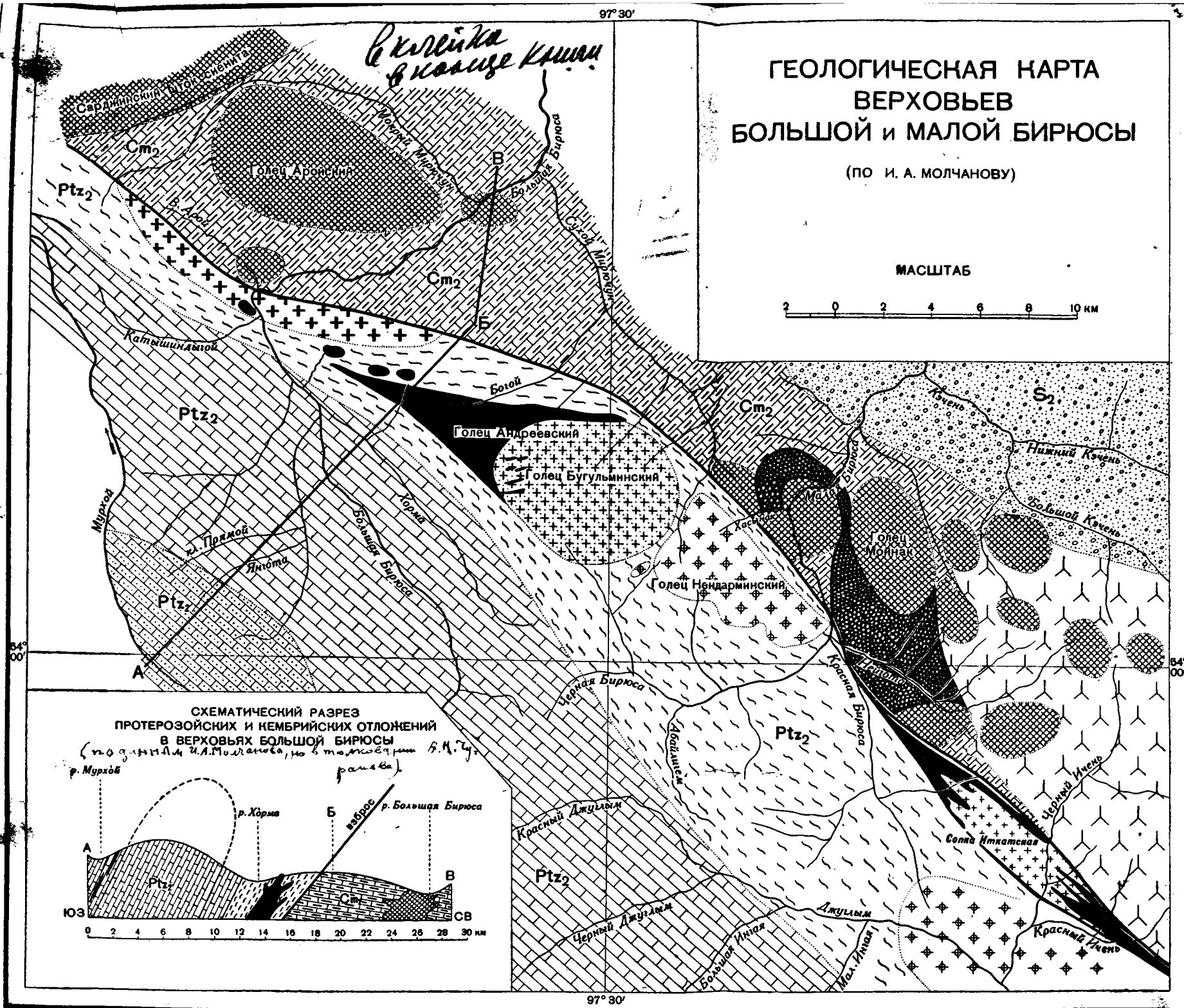
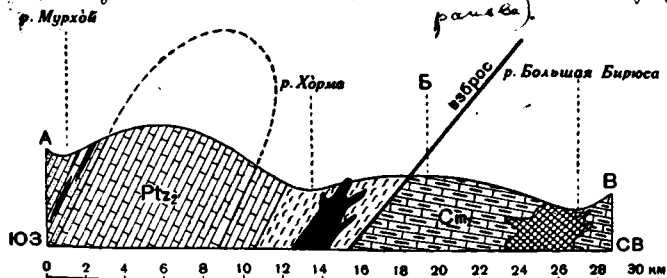
СРЕДНИЙ
КЕМБРИЙ
(Cm₂)

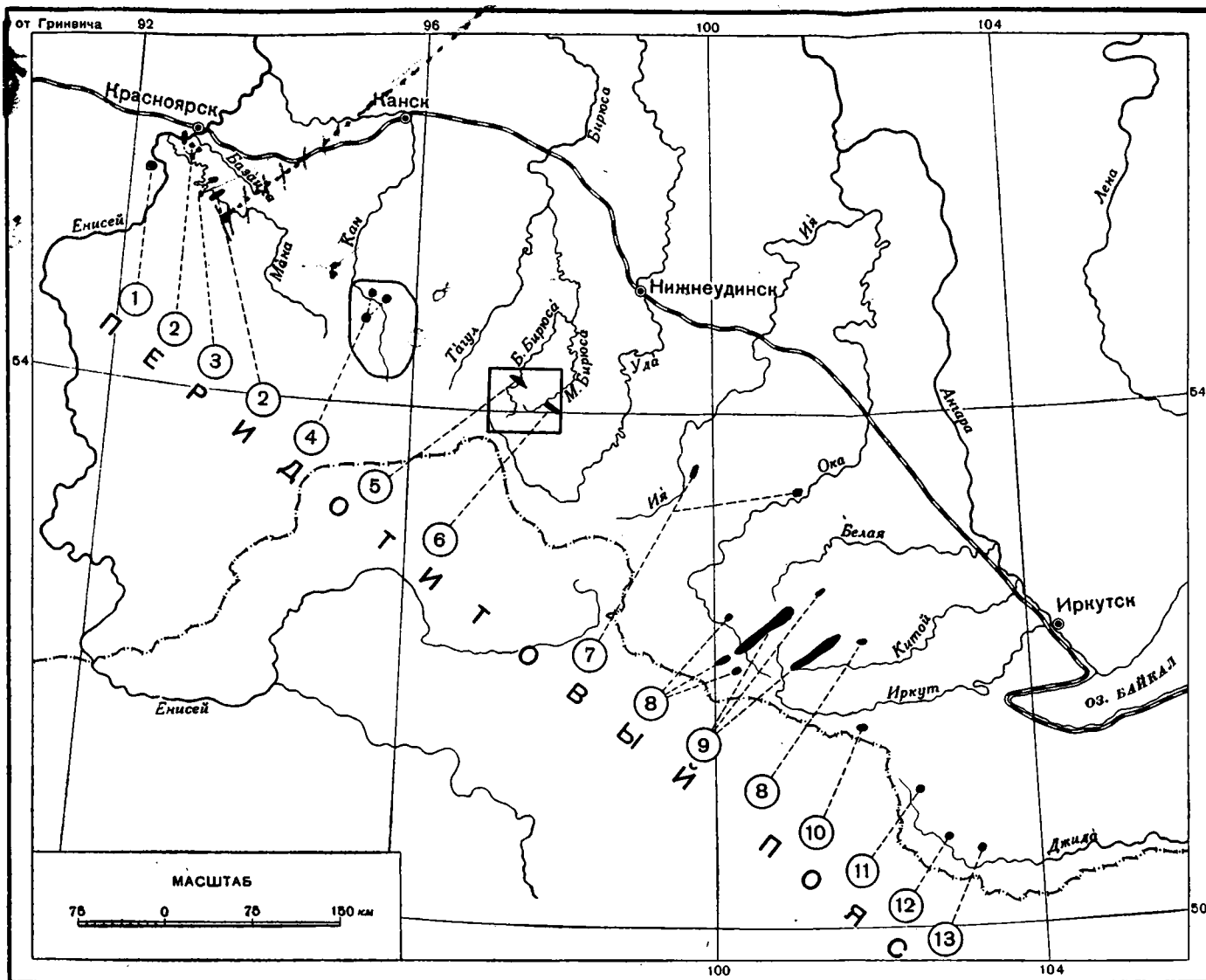
ВЕРХНИЙ
ПРОТЕРОЗОЙ
(Ptz₂)

СРЕДНИЙ
ПРОТЕРОЗОЙ
(Ptz₂)

СХЕМАТИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПРОТЕРОЗОЙСКИХ И КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВЕРХОВЬЯХ БОЛЬШОЙ БИРЮСЫ

(по данным И. А. Молчанова, но в масштабе 1:100 000)





Фиг. 12. Протерозойский перидотитовый пояс Восточного Саяна

Дайки, штоки и акмолиты гипербазитов (залито тушью):

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 — по К. И. Богдановичу (1893) | 7 — по Л. Г. Котельникову (1933) |
| 2 — по Ю. А. Кузнецову (1932) | 8 — по Б. Н. Артемьеву (1922) |
| 3 — по К. В. Радугину (1938) | 9 — по А. Г. Гокоеву (1932) |
| 4 — по И. А. Молчанову (1932) | 10 — по П. И. Прокофьеву (1934) |
| 5 — по И. А. Молчанову (1928) | 11 — по П. И. Налетову (1936) |
| 6 — по И. А. Молчанову (1930) | 12 — по П. И. Налетову (1935) |
| | 13 — по М. В. Бесовой (1937) |

Прямоугольник в верховьях Бирюсы — площадь, исследованная И. А. Молчановым и изображенная на фиг. 13:
площадь, оконтуренная в верховьях Кана, — второй район исследований И. А. Молчанова.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Введение	1
Современные разногласия во взглядах на строение протерозоя и кембрия юга Средней Сибири	2
Северо-западная часть Восточного Саяна	7
Красноярский район	7
Существует ли перерыв между енисейской и кутень-булукской свитами?	7
Стратиграфическое положение «эффузивно-осадочной формации»	13
Сялицилиты	18
Протерозойские подводные излияния	26
Протерозойская тектоника	28
Критика взглядов К. В. Радугина на стратиграфию протерозоя Восточ- ного Саяна	35
Верховья Бирюсы и Кана	49
Общие сведения	49
Протерозой и кембрий	51
Археозой	57
Магматические породы	57
Перерыв между кембрием и протерозоем	68
Перидотитовый пояс Восточного Саяна	69
Следы протерозойского оледенения	76
Морской тиллит рч. Тюбэл	76
Места будущих подробных исследований	79
Способы захвата льдом каменного материала	85
Заключение	88
Библиография	92
Summary	95

Цена 7 руб. 50 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Вып. 34 (№ 12). 1940. Стр. 48. Ц. 4 р. 50 к.

Б. П. Беликов. Мраморы Грузии.

Вып. 36 (№ 11). 1940. Стр. 72. Ц. 6 р.

И. А. Островский и В. П. Петров. Материалы по связи оптики и химического состава магнезиально-железистых слюд. В. П. Еремеев и Р. П. Петров. Петрографическая характеристика неонитрузии г. Квиран. В. П. Еремеев. Петрографическое исследование цеолитового габбро из района с. Гвердзанети в Грузии. В. В. Лапин. К минералогии основных мартеновских шлаков рудного процесса.

Вып. 40 (№ 13). 1940. Стр. 55. Ц. 3 р. 80 к.

Д. С. Белянкин. Современные успехи советской технической петрографии — основа дальнейших ее перспектив. Н. А. Сирия. Гранитные интрузии Приполярного Урала. В. В. Лапин. О составе фаялитового силиката в шлаке медного штейна. Б. В. Иванов. Петрографический анализ импортного доломитового кирпича. В. И. Луцицкий. К вопросу о диагностике кордиерита в метаморфических и магматических породах. И. А. Преображенский. Об автигенных минералах и минералообразовании.

Вып. 44 (№ 14). 1940. Стр. 50. Ц. 4 р.

Н. Ф. Шония. Сакаурская неонитрузия в верхней Раче. Г. М. Заридзе и К. И. Чичинадзе. Эцкерская неонитрузия на Кавказе. И. В. Борисевич. К минералогии карбонатных марганцевых руд Мазульского месторождения. М. К. Бельштерли и А. А. Турцев. Термоманитные исследования биотита.

Вып. 50 (№ 15). (В печати).

С. Г. Саркисян. Петрография рыхлых касситеритсодержащих отложений Забайкалья.

Вып. 55 (№ 16). (В печати).

И. Е. Сморгчов. Кислые интрузии Зеренского района (Восточное Забайкалье) в связи с их оловоносностью.

Вып. 56 (№ 17). (В печати).

И. А. Преображенский. Акцессорные минералы изверженных пород.

Вып. 57 (№ 18). (В печати).

В. И. Луцицкий и М. И. Ожегова. Генетические взаимоотношения глубинных и интрузивно-эффузивных пород северо-запада Украинского кристаллического массива. В. П. Еремеев. Некоторые строительные материалы и нерудные ископаемые Дигории.

Вып. 58 (№ 19). (В печати).

Д. С. Белянкин и В. В. Лапин. Новые данные по минералогии шлаков Зестафонского завода. В. В. Лапин. О шлаках Карсакпайского медеплавильного завода: нормальном и базальтоидном. Б. В. Залеский, А. И. Корсунский и В. В. Лапин. К вопросу о долговечности разностей карбонатных пород Самарской Луки.

Вып. 59 (№ 20). (В печати).

И. А. Преображенский. Граниты Мань-Хамбо, Приполярный Урал. С. Г. Саркисян и М. К. Житкова. Петрография рыхлых отложений бассейна рр. Народа, Мань-я и Щокурья Приполярного Урала. Д. С. Белянкин, В. П. Еремеев и Р. П. Петров. К изучению неонитрузии горы Тепли. П. И. Спасько. К вопросу о происхождении гнейсов долины р. Теберды на Северном Кавказе.

КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ

Адрес: Москва, 12. Б. Черкасский пер., 2.

Контора «АКАДЕМКНИГА».