

Проблемы
Советской геологии
1933. том I № 2

ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Под редакцией
акад. И. М. Губкина

PROBLEMS OF GEOLOGY OF U.S.S.R.

I. M. Gubkin
(Member of the Academy of Science of U.S.S.R.)
Editor

ТОМ
VOL. I

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА ОНТИ ЛЕНИНГРАД

№ 2

ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ PROBLEMS OF GEOLOGY OF U.S.S.R.

1933

том I vol

№ 2

Орган Союзгеоразведки и НИТО геологов при ЦНИГРИ

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

Проф. Б. Л. Личков. К последним страницам истории Черного моря	89	Prof. B. L. Lichkoff. On the last Pages of the History of the Black Sea	89
Проф. В. Вольф (Берлин). Инженерно-геологическая практика в области распространения четвертичных отложений	110	Prof. W. Wolff (Berlin). Ingenieur-geologische Erfahrungen im Bereich der Quartär-Formation	110
Ю. М. Шейнманн. Некоторые черты тектоники юго-востока Сибири	125	G. M. Shoenman. Some of the Tectonic Features of the South-eastern Part of Siberia	125
Проф. Н. С. Шатский. К тектонике Юго-восточного Прибалтики	145	Prof. Shatsky. On the Tectonics of the South-eastern Baltic Region	145
Проф. М. П. Русаков. К вопросу о рудной базе Прибалхаштроса и ее дальнейшие перспективы	155	Prof. M. P. Russakoff. On the Problem of the ore Resources of Pribalkhashstroy and their Future Possibilities	155
Аннотации	167	Annotations	167

К последним страницам геологической истории Черного моря

Проф. Б. Л. Личков

В моей работе о геосинклиналях¹ я с полной определенностью обнаружил, продолжая в этом отношении Шухерта, Грабау и некоторых других авторов, что не только горы связаны в своем генезисе с геосинклиналями, но и геосинклинали в свою очередь связаны с горами. Если горы рождаются из геосинклиналей, то геосинклинали с их мощными толщами отложений в конечном счете создаются за счет огромных масс материалов, сносимых потоками и реками с тех же гор в соседний бассейн. Правильность этого подчеркивается терригенным характером отложений геосинклиналей и целиком оправдывается тем неизменным расположением геосинклиналей у подножья высоких размываемых горных цепей, которое так ясно видно в частности на рисунках в моей статье о геосинклиналях. Мы видим на этих рисунках, суммирующих в этом отношении историю Европейского материка, как от девона до третичного времени постепенно в течение геологической истории Европы горы ее перемещались к югу, о чем давно уже говорил М. Бертран, и к югу же вместе с этим перемещалось для каждой следующей эпохи положение геосинклиналей. Геосинклинали раннего палеозоя были расположены среди Германской низменности чуть-чуть на юг от Балтики. Геосинклиналь мезозоя располагалась много южнее в области современной альпийской складчатости. Наконец в переживаемую нами сейчас эпоху очевидно живые геосинклинали должны находиться еще южнее, именно на юг от главной ветви названной складчатости в районе Средиземного моря и восточных его частей — морей Черного и Каспийского. Эту именно мысль и я высказал в своей упомянутой статье, где как раз указал в качестве примера геосинклиналей эти моря². Всюду здесь, указывая я в своей цитированной работе, имеются и 1) накопление осадков в связи с приносом терригенных материалов реками и 2) опускающиеся движения в зоне современных горообразовательных процессов. В последние годы некоторые геологи склонны были отрицать существование геосинклиналей на земле в современную эпоху.

¹ Б. Л. Личков. Геосинклинали и великие наземные аллювиальные равнины. „Изв. Академии наук“, стр. 997—1027, 1932.
² Op. cit., стр. 1027.

Ответств. редактор акад. И. Губкин. Зам. отв. редактора А. Блохин. и Е. Янишевский
Технический редактор С. Климов.

Сдано в производ. 28/II 1933 г. Подписано к печати 5/V—1933 г. Печати. листов 5.
Бумага 74×105. Знаков в п. л. 52 000. Заказ изд. № 756. Уполглавлита № В—54.086.
Типография Профиздата. Москва, Крутицкий Вал, 18. Заказ 255. Тираж 3,000.

Научная Библиотека
НИИГРИ ГАЛЛЕВЛОГО

Геосинклинали казались им чем-то далеким, неизвестным современности, чем-то таким, о чем можно получить данные только из геологической истории. Попытка Э. Ога найти современные геосинклинали на дне океанов была явно неудачна, и после него мало кто пытался указывать на земле места современных геосинклиналей.

Наконец в самое последнее время нашлись даже такие геологи, которые сочли нужным вообще отбросить представление о геосинклинальной складчатости, считая очевидно, что для упрощения геологических понятий нет надобности в дифференциации сложных научных понятий и от нее можно вполне отказаться.

Мне думается, однако, что нет надобности отказываться от геосинклиналей или отбрасывать их непременно то в даль прошлого, то в глубины океанов, а надо их искать и сейчас, ближе у себя под рукой.

Совершенно правильно подошел к этому вопросу А. Д. Архангельский, в работах которого о генезисе нефти¹ и происхождении Черного моря² находится чрезвычайно много ценного по данному вопросу. Примыкая к основному содержанию этих работ А. Д. Архангельского, я принимаю однако их содержание не по букве, а так сказать по духу этого содержания, ибо в деталях в них есть многое с чем я согласиться не могу. Я нигде не нашел у А. Д. Архангельского прямого утверждения, что Черное море или часть его есть геосинклиналь, хотя мысль эта не чужда ему. Во всяком случае относительно каспийской и прикаспийской депрессии он определенно говорил, что они «вероятно находятся в геосинклинальной стадии развития»³. Не называя Черного моря геосинклиналью, он писал о нем, что «в прошлом аналогичные моря неоднократно могли возникать в геосинклинальных областях»⁴. Важно, что эта фраза А. Д. Архангельского вовсе не является какой-нибудь случайной его фразой или обмолвкой; наоборот, это — часть целой системы воззрений, довольно полно изложенных А. Д. Архангельским уже несколько лет назад при обсуждении вопроса о связи сероводородного заражения морских глубин Черного моря с генезисом нефти. В работах, посвященных этому вопросу А. Д. Архангельский развивал мысль, что в Крымско-Кавказской области бассейны, зараженные, как и Черное море, сероводородом, суще-

¹ А. Д. Архангельский. Hydrogen sulphide contamination of the Tertiary sea basins of the Crimea-Caucasus region and probable connection of the phenomenon with the origin of petroleum. „Бюллетень Моск. общ. исп. прир.“, отд. геол., т. IV (1—2), 1926. Он же. Условия образования нефти на Северном Кавказе. Изд. „Нефть и газ“, Москва 1927. Он же. О древности сероводородного заражения в морских басс. Крымско-Кавказской обл. и вероятной связи этих явлений с процессом нефтеобразования на Северном Кавказе. Изд. „Нефть и газ“, 1927.

² А. Д. Архангельский. Об осадках Черного моря и их значении в познании осадочных горных пород. „Бюл. Моск. общ. исп. прир.“, № 3—4, 1927. Он же. Карта и разрез осадков дна Черного моря. Он же. Оползание осадков на дне Черного моря и геол. значение этого явления. „Бюл.“, 1930. Он же. Причины крымских землетрясений и геологическое будущее Крыма. Там же, 1928. Он же. Краткий очерк геологической истории Черного моря. Путеводитель экскурсий II конференции АИЧОЕ, 1932. Он же и Н. М. Страхов. Геологическая история Черного моря. „Бюл. Моск. общ. исп. прир.“, отд. геол., т. X, 1932.

³ А. Д. Архангельский. Несколько соображений о геологической структуре Ставропольской возвышенности и примыкающих к ней частей Кавказского хребта. „Бюл. Моск. общ. исп. прир.“, н. серия, т. XXXIV, 446, 1926.

⁴ А. Д. Архангельский. Краткий очерк геологической истории Черного моря. Путеводитель экскурсий II четверт. геол. конференции, стр. 283. Ср. с этим его же указанием, что Азовское море вместе с нижним течением р. Кубани представляет остаток молодого геосинклинального прогиба (стр. 291).

ствовали в течение всего неогена и части палеогена. Напоминать всей суммы мыслей А. Д. Архангельского по поводу этих морей, я не буду, считая их в основном общеизвестными. Отмечу лишь тот вывод, который из этих мыслей вытекает по отношению к Черному морю. Условия, аналогичные тому заражению морских глубин H_2S , которые имели место в Черном море, должны были нередко возникать в геосинклиналях. Следовательно с его точки зрения Черное море что-то общее с геосинклиналью имеет.

В воззрениях А. Д. Архангельского на генезис сероводородного брожения, быть может, преувеличенным является отнесение всего сероводорода за счет биологических процессов. Очень возможно, что часть этого сероводорода является первичным, происходящим из более глубоких земных слоев земли. В связи с правильной мыслью А. Д. Архангельского о том, что сероводородное заражение, которое свойственно современному Черному морю, есть явление характерное для всей эпохи неогена, интересно вспомнить мнение В. И. Вернадского, согласно которому проникновение сероводорода в Черное море связано с тектоникой дна последнего. «Черное море, — подчеркивал В. И. Вернадский, — целиком попадает в ту область новейшей дислокации, которая является столь характерной для первичного сероводорода всюду на нашей планете»¹.

То же самое относится и к дну Каспийского моря. «Уже работы Абиха, — указывал В. И. Вернадский, — показали, что термы Кавказа связаны с новейшей кавказской дислокацией и группируются нередко в зависимости от пересечения главных линий складчатости дислокациями другого направления»². По мнению В. И. Вернадского, более новые работы И. В. Мушкетова и Коншина в общем поддерживают этот вывод. Что касается Черного моря и Каспия, то важно учесть выделение сероводорода в Черноморской области (Магеста) и Бакинской губернии (Пришиб). Огромный интерес для нас представляет общее заключение В. И. Вернадского, сформулированное в таких выражениях: «Так как в течение геологических периодов перемещались географически на земной поверхности подвижные участки земной коры, то вместе с ними перемещались и области обильного выделения первичного сероводорода. Для нашего континента можно указать смещение с течением геологического времени таких областей к югу: от каледонской дислокации европейского севера до современной и новейшей альпийской». В. И. Вернадский, отметив, что области Фенноскандии и севера Европы служили прежде центром струй разного возраста, указал, что сейчас эти выделения связаны с более новыми дислокационными областями Пиринесов, Альп или современных вулканов Италии и Греции³. Первичный сероводород есть, по представлению В. И. Вернадского, одно из многих ярких проявлений еще живой дислокации⁴.

Все эти соображения В. И. Вернадского как нельзя лучше согласуются с развиваемым нами представлением о том, что область Черного моря есть область живой дислокации — геосинклиналь.

¹ В. И. Вернадский. Опыт описательной минералогии, т. II, вып. 1 стр. 50, 87.

² Ibid, вып. 2, стр. 175, 176.

³ Ibid, вып. 1, стр. 60.

⁴ Ibid.

Возвращаясь к А. Д. Архангельскому и его идеям, надо подчеркнуть следующее. А. Д. Архангельский писал в то же время, что бассейны эти — Понт и Каспий — «частью лежат внутри, частью же по краям недавно закончившейся *recently losed* (геосинклиналии)»¹.

Тут нам не может не броситься в глаза некоторая неясность и сбивчивость воззрений. С одной стороны, Понт и Каспий лежат на месте закончившейся геосинклиналии, а с другой, — Каспий является сам геосинклиналью. Эта неясность однако все-таки представляет собой мелочь. В общем, несмотря на это, А. Д. Архангельский чрезвычайно близок к мысли, что восточные части Средиземного моря представляют геосинклинальные бассейны. Это видно например из таких его слов: «Любая геосинклиналь, расположенная между двумя платформами, как геосинклиналь Тетиса или Урала, в определенных стадиях своего развития неизбежно должна переживать стадию расчленения на систему бассейнов, аналогичных системе Каспийское — Средиземное море. Эпохи образования таких систем могут совпадать или с первыми фазами горообразования или с фазами заключительными»².

К этим словам я могу только всецело присоединиться и порадоваться, что моя общая концепция геосинклиналей в части, касающейся последней фазы геологической истории, может опереться на такую прочную опору, как идеи и обильный материал фактов, касающихся палеоокеанографии, собранный и обработанный А. Д. Архангельским в связи с Черным морем.

Очень близко к мысли о том, что Средиземное море есть геосинклиналь, подошел Зейдлиц, но он определенно воздержался от распространения этого воззрения на все Средиземное море. Он писал: «Много раз рассматривали Средиземное море как широкую продольную долину и в частности как остаток древней геосинклиналии Тетиса; при этом должно быть», по его словам, «установлено, может ли такой остаток действительно сохраниться и может ли Адриатический или юго-восточный залив моря рассматриваться в качестве такого остатка»³. После обсуждения этой проблемы Зейдлиц пришел к выводу, что современное Средиземное море целиком не может быть рассматриваемо как геосинклиналь, а если и может быть, то только в незначительной своей части⁴. Однако в своей вышедшей за год перед этим книге⁵ он, следуя за Штаубом, Арганом, Коссматтом и пр., рассматривал область опускания Средиземного моря как начало образования новой геосинклиналии⁶. Однако в то же время Зейдлиц оговаривался, что поле складчатости здесь так сужено, что дальнейшее развитие средиземноморской геосинклиналии едва возможно⁷. Еще более резкую оговорку сделал он на стр. 55, где он написал, что большая часть нынешней области опускания Средиземного моря лежит вне области подлинной геосинклиналии. Исключение он сделал только для

¹ А. Д. Архангельский. Hydrogen sulphide contamination etc., стр. 126.

² А. Д. Архангельский. Об осадках Черного моря и т. д., стр. 254, 1927.

³ Wilfried von Zeidnitz. Die Asymmetrie des mediterranen Raumes. Petterm. Mittell., Heft 11/12, S. 291, 1932.

⁴ Ibid.

⁵ Wilfried von Zeidnitz. Diskordanz und Orogenese den Gebirge am Mittelmeer. S. 187, Berl. 1931.

⁶ Ibid., 187.

⁷ Ibid., 190, 57—58.

восточной части Средиземного моря, ливийского и ионического морей и южной части Адриатики¹.

Эти мысли Зейдлица, сопоставленные с приведенными выше соображениями А. Д. Архангельского, имеют для нас бесспорно большой интерес.

Равным образом большой интерес с моей точки зрения представляют соображения о геосинклиналях Д. В. Наливкина, из одной работы которого я процитирую следующие чрезвычайно ценные для меня слова: «Геосинклиналями — областями накопления осадков — являются прежде всего гигантские архипелаги, затем берега континентов с сильно изрезанной береговой линией и многочисленными островами и наконец весьма близкую картину дают средиземные морские бассейны типа современного Средиземного и Черного морей, Красного моря, Мексиканского залива и т. п.»². В связи с этими мыслями Д. В. Наливкина я напомню, что В. А. Обручев еще в 1926 г. отнес условно («может быть») Средиземное, Черное и южную часть Каспийского морей к мезогеосинклиналям³.

Чрезвычайно любопытно, что А. Д. Архангельский в своем «Геологическом строении СССР» указал, что «некоторые геологи, в том числе В. А. Обручев, предположительно относят к числу современных геосинклинальных образований Черное море, но своего отношения к этому воззрению не высказал.

Анализируя положение Кавказа в юрское время, А. Д. Архангельский подчеркнул, что минераловодская часть его в это время играла роль приподнятого массива, к западу и востоку от которого располагались «медленно пригибавшиеся ванны», в которых «отлагались огромной мощности глинистые осадки»⁴. Эти ванны и были зачатками Черного и Каспийского морей. А. Д. Архангельский указал, что зачатки каспийской впадины, включая в нее находящуюся на север от Каспия прикаспийскую низину, возникли уже в связи с варисийским (герцинским) горообразованием⁵. Каспийская и черноморская впадины, зародившиеся рядом с Кавказским хребтом, явились зачатками будущих новых геосинклиналей. Чтобы понять это, надо учесть следующее. Если горы, постепенно поднимаясь, рождаются из геосинклиналей, то, как мы уже говорили, геосинклиналии в свою очередь заполняются осадками, приносимыми во впадины с этих самых гор. Рядом с Черным и Каспийским морями лежат горы Кавказа. Чтобы доказать, что Каспий и Понт — геосинклиналии, надо доказать, что за счет энергичного размыва горного хребта создавались в Каспии и Понте мощные накопления отложений, которые заставляли дно этих морей прогибаться, причем прогибы создавали увеличение их глубины или сохраняли эту глубину на одном уровне, несмотря на мощные отложения осадков на их дне.

Имеются ли эти процессы в Черном море и Каспии? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим основные моменты геологической

¹ Ibid., 55.

² Д. В. Наливкин. Палеогеография Средней Азии в палеозое. «Труды всесоюзного союза геологов», стр. 353. Ташкент 1930.

³ В. А. Обручев. Новые течения в тектонике. «Изв. Геол. ком.», т. XLV, № 3, стр. 134, 1926.

⁴ А. Д. Архангельский. Несколько соображений о геологической структуре Ставропольской возвышенности и примыкающих к ней частей Кавказского хребта. «Бюл. Моск. общ. исп. природы», т. IV (1—2), стр. 41, 1926.

Ibid.

истории Каспийского и Черного морей в аспекте их связи с Кавказским хребтом и его размывом.

Если наша мысль о том, что впадины Понта и Каспия имеют в генезисе своих отложений связь с денудацией Кавказского хребта, а равно других примыкающих к морям хребтов того же возраста, то впадины эти должны быть моложе хребтов. Повидимому это и имеет место в действительности, поскольку глубокая сбросовая впадина Черного моря возникла до киммерийской фазы¹, и к тому же времени нужно отнести создание южной глубокой котловины Каспийского моря². Что касается Кавказского горного хребта, то он поднялся из-под уровня моря гораздо раньше. Первый зачаток Кавказа выдвинулся из моря, как мы только что говорили, уже в фазу варисийского горообразования с тем, чтобы больше уже не покрываться водами морской трансгрессии. Затем этот зачаток суши продолжал расти, обрастая по краям новыми добавками, и в результате к концу третичного времени уже изрядный кусок суши как на Большом, так и на Малом Кавказе выдвинулся из-под морских вод.

В связи однако с довольно поздним образованием впадин Черного и Каспийского морей мы остановимся лишь на самых поздних моментах поднятия хребта, относящихся к третичному времени.

В северном Предкавказском районе мы находим толщу пород палеогена мощностью около 2 000 м, созданную размывом с хребта. Позже в некоторые фазы этот размыв продолжался с той же интенсивностью, о чем говорят оставшиеся от некоторых фаз последующей геологической истории столь же мощные толщны пород.

На Каспийской стороне Кавказа огромный интерес представляет с этой стороны балаханская толща, имеющая колоссальную мощность³.

Повидимому перед отложением этой свиты в понтическое время хребет испытал большое поднятие и поэтому после подема с него снесены были огромные массы материалов, в частности разнообразный, то угловатый, то округленный, щебень⁴. Н. И. Андрусов думал, что условия отложения балаханских пластов напоминали аллювиальные конусы Западного Закавказья или сухие дельты Закаспия⁵. По Шегрену, образование толщ балаханской серии происходило в сравнительно неглубоких водах не очень далеко от берега (растительные остатки) при изменчивых физических условиях. Материал, по его мнению, доставлялся реками. Шегрен указывал черты большого сходства между моллассами и балаханской серией⁶. В. Батурин в последнее время конкретно указал, что балаханская свита в основном есть речное накопление трех рек: пра-Волги, пра-Куры и пра-Унгуза. Это в основном дельтовые осадки этих рек, образовавшиеся частью в подводных участках дельты, частью же в руслах и наконец частью в междуречных пространствах.

¹ Б. Л. Личков. По поводу климатических террас в Крыму, стр. 55 примечания.

² Н. Андрусов. Апшеронский ярус. „Тр. Геол. ком.“, новая серия, в. 110, стр. 282, Петр. 1923.

³ Н. Андрусов. Апшеронский ярус, стр. 282. А. Ульянов. Геологические исследования в восточной части Ширакского р-на. „Изв. Геол. ком.“, т. XLIX, № 10, и др. работы. 1930.

⁴ Андрусов. Ibid., 248.

⁵ Ibid.

⁶ Н. Sjögren. Preliminära meddelanden från de kaukasiska näffälten. Geolog. Föreningens handlingar 1891, vol. XIII, XIV (цитир. у Н. Андрусова).

ствах — в озерах и даже на суше¹. Н. И. Андрусов высказал догадку, что в понтическую и киммерийскую эпохи южный бассейн Каспия еще не существовал, а только начинал создаваться и на месте его была суша, на которой были условия режима временных неправильных потоков². На эту мысль наводили его такие факты: отсутствие озерно-морских понтических отложений по ту сторону Каспия, к югу от Кубадага, к западу от окраины Туркмено-Хорасанских гор и связь с балаханской нефтеносной свитой красноцветной свиты челекенской³. Если правильно это предположение Н. И. Андрусова об образовании южной впадины Каспия в понтическое время, то возможно, что самый прогиб этой территории и ее опускание произошли под влиянием тяжести той огромной толщи отложений, которая в данное время эту территорию покрывала.

За этой фазой энергичного размыва хребта последовал новый его подъем и связанная с ним трансгрессия акчагыла на материковых площадях: за новым подъемом естественно наступила фаза нового чрезвычайно энергичного размыва горного хребта, с чем связано отложение слоев апшеронского возраста.

Слои апшеронского яруса дают нам по этому поводу такой материал.

В Кубинском районе, по П. Е. Воляровичу, толща апшеронского яруса достигает 1 200 м⁴. По Н. И. Андрусову мощность Апшерона в Эльдарской степи доходит до 1 000 м⁵. Правда, для других местностей приводится меньшая мощность. Так, например К. П. Калицкий дает для Челекена мощность Апшерона значительно меньшую — около 340 м, а А. П. Иванов даже около 200 м⁶. Но во всяком случае мощность толщ Апшерона очень велика.

Морские отложения апшеронского яруса носят терригенный характер⁷, что конечно для нас очень важно, так как это указывает на принос их в моря с суши.

Из этих данных с очевидностью вырисовываются такие фазы подема Кавказского хребта в последние моменты его истории: фаза понтическая и фаза акчагыльская. Очевидно и по западной стороне Кавказа, обращенной к Черному морю, моменты, следующие за этим фазами, должны были явиться моментами такого же энергичного размыва суши, как на восточной стороне. Так оно и есть в действительности и это не так трудно обнаружить, хотя побережье Черного моря недостаточно хорошо изучено.

По новой схеме И. М. Губкина, апшеронскому ярусу отвечает на Черном море перерыв в отложениях⁸. Для данных отложений на чер-

¹ В. Батурин. 1. Петрография песков и песчаников продуктивной толщи.

2. Физико-географ. услов. века прод. толщ. „Труды Азерб. нефт. инст.“, I, 1931.

³ Н. Андрусов. Op. cit., 292.

⁴ В. Вебер и К. Калицкий. Челекен. „Тр. Геол. ком.“, т. III, 63, 1911.

⁵ П. Е. Волярович. Геологические исследования в Кубинском уезде в 1902—1903 гг. „Изв. Геол. ком.“, XXIII, № 93, 1904.

⁶ Н. Андрусов. Op. cit., 34.

⁷ В. Вебер и К. Калицкий. Остров Челекен. „Изв. Геол. ком.“, т. XXVIII, 1909. Те же, Челекен. „Тр. Геол. ком.“, н. сер. в 68, 1911. А. П. Иванов. О возрасте и стратиграфическом положении акчагыльских пластов. „Нефтяное дело“ № 6, 7, 9, 1903.

⁸ Н. Андрусов. Апшеронский ярус, стр. 265.

⁹ И. М. Губкин. Проблема Акчагыла в свете новых данных. Изд. Академ. наук, Ленингр. 1931.

номорской стороне аналогии их как морские, так и континентальные не известны. Отсутствие первых констатируется указанной выше схемой И. М. Губкина; что же касается вторых, то они, надо думать, не найдены пока в связи с недостаточной изученностью района. Что касается продуктов более поздней фазы денудации, то они повидимому имеются.

Согласно схеме И. М. Губкина, продуктивной толще Апшеронского полуострова отвечают слои кюяльницкого яруса¹. Есть ли на этой стороне Кавказского хребта такие же мощные толщи осадочных накоплений, какие в эту фазу создались на стороге Каспийской? Это не совсем ясно. Весьма возможно однако, что как раз сюда относятся мощные толщи конгломератов с крупными гальками, развитые от мыса Пицунды до р. Черной. Конгломераты чередуются с песчаными прослоями, а к востоку среди них появляются глины².

Несмотря на скудость имеющихся данных, мы имеем право все-таки сказать, на основании предыдущего, что в течение последней части третичного времени в Черном и Каспийском морях откладывались толщи пород, не уступавшие по своей мощности толщам, отлагавшимся в свое время в Кавказской геосинклинали.

Общепринятым является представление, что в течение времени последней части третичного периода и всего четвертичного Кавказский хребет сводообразно поднялся не меньше чем на 800 м, причем это поднятие происходило этапами, как это показал В. П. Ренгартен³. Ясно совершенно, что каждый этап поднятия хребта вызывал новое усиление размыва и сноса суши, и в результате в четвертичное время энергично продолжался существовавший уже в плиоцене процесс денудации гор, который заполнял осадками геосинклинали. В плиоцен и четвертичное время этот процесс заполнял осадками геосинклинали Каспия и Понта.

Об этом определенно говорит величина толщи древнеаллювиальных отложений у подножья Кавказа, как на севере в районе рр. Маныча, Кубани, Терека, так и на юге в низменностях Куро-Араксинской и Рионской, возникших как следствие оледенения.

Сводообразное поднятие Кавказского хребта есть определенная реальность, и такую же реальность для всего четвертичного и значительной части третичного времени представляет опускание морского дна под тяжестью выносившихся на это дно отложений. Таким образом перед нами два сопряженных между собою процесса: процесс поднятия берегов всего Средиземноморского района и процесс одновременного оседания дна, находящий у побережья свое выражение в виде серии ступенчатых сбросов, интересно описанных А. Д. Архангельским для Крыма и вероятно существующих и на других побережьях⁴. Эти два процесса совершенно друг друга не исключают, никак друг другу не противоречат. А. Д. Архангельский смотрит на этот вопрос иначе. Он писал в 1929 г.: «Наши выводы об опускании прибрежной полосы горного Крыма стоят в очевидном противоречии с теми представлениями о поднятиях массива крымских гор, которые за последние годы все более и более завоевывают себе место в литературе». Эти слова представляют несомненную ошибку, ибо никакого

¹ Карк и Бутов. Отчет Геологического комитета за 1911 г., стр. 56.

² Ibid.

³ В. П. Ренгартен. История долины р. Ассы на Северном Кавказе. „Изв. геогр. общ.“, т. XII, вып. 2, 1925.

⁴ А. Д. Архангельский. Причина крымских землетрясений, etc. (Op. cit.)

противоречия между данными о поднятиях береговых гор и опускании дна моря вместе с отдельными участками прибрежной полосы нет. А. Д. Архангельскому это было бы очевидно, если бы он глубже вник в этом вопросе в данные геоморфологии побережий и попытался в них разобраться, но он счел необходимым просто от них отмахнуться, и это привело к определенным противоречиям и ошибкам в его построениях. Мы не ставим себе задачей указывать на эти ошибки и противоречия. Полемика только отвлекла бы нас от существа вопроса¹, тем больше, что она преувеличила бы значение наших несогласий, с моей точки зрения не очень больших, если не считать одного принципиального пункта (отношение к геоморфологии) в сравнении с тем, в чем мы сходимся. Поэтому меньше всего я хотел бы в этой статье полемизировать с А. Д. Архангельским. В связи с этим я скажу лишь следующее.

Н. И. Андрусов, как это видно из его работ о Босфоре и Дарданеллах, древних береговых линиях Каспия, террасах Судака и пр., данными геоморфологии не только не пренебрегал, но ставил их во главу угла своих построений.

Современные наши исследователи Черного моря, считающие себя продолжателями Н. И. Андрусова, пытаются решать проблемы четвертичной и плиоценовой его истории без геоморфологии. Конечно это — большой шаг назад. Геоморфологический метод определенно уже решил по отношению к Черному морю три вопроса, которые казались при других подходах неразрешимыми: 1) так называемые климатические террасы, вопреки мнению Архангельского, всегда связаны с базисом эрозии, почему их существование является аргументом в пользу изменения этого базиса; 2) поднятия берегов в четвертичное время отнюдь не противостоят таким же опусканиям ванны и даже некоторых участков береговой ее полосы, и 3) Черное море давно уже, именно не позднее начала четвертичного периода, находится в соединении, хотя и прерывистом, со Средиземным. Важность геоморфологии в этих вопросах вполне естественна: ведь мы должны учитывать не только горные породы и их состав, но также ту форму, то сочетание рельефа, в которое эти породы отливаются. Нельзя содержание отрывать от формы, и, говоря о содержании, форму куда-то отбрасывать. Но о формах земной поверхности как раз говорит геоморфология. Для меня ясно, что сбивчивость и нетвердость взглядов А. Д. Архангельского в таких вопросах, как например вопрос о времени соединения Черного моря со Средиземным, проистекает именно от игнорирования им данных геоморфологии. В 1928 г. А. Д. Архангельский высказал мысль, что Черное море соединилось со Средиземным в промежуток времени между нашей эпохой и временем древних греков. Это утверждение впоследствии вошло в печать в собственных работах А. Д. Архангельского в значительно ослабленном виде. Недавно один из сотрудников А. Д. Архангельского с резкой категоричностью высказал явное неверное суждение о том, что соединение Понта со Средиземным морем произошло всего несколько тысяч лет назад.

Эту же мысль несколько лет назад приходилось слышать и у А. Д. Архангельского. Между тем сейчас в последней своей статье по

¹ Я отмечу только места в работе А. Д. Архангельского, вызывающие своим содержанием особенно много недоумений и возражений. „Карта и разрезы осадков дна“ etc., стр. 107. „Причины крымских землетрясений“ etc., стр. 193.

этому поводу А. Д. Архангельский с определенностью пишет уже о периодически повторявшихся в течение почти всего четвертичного времени осолонениях и опреснениях вследствие чередующихся открытий и закрытий Босфора¹. Мне думается, что такие шатания мысли в вопросе, который с точки зрения геоморфологии был ясен, объясняется тем, что автор оперся на одну палеоокеанографию и вовсе не учел геоморфологических данных, которые одни могут добавить к данным чисто геологическим то, чего недостает для решения проблемы.

Посмотрим же теперь, что говорят геоморфологические данные о побережьях Черного моря в четвертичное время. Я приведу эти данные в виде таблицы (см. 99 стр.), освещающей параллельно западное, восточное и южное побережье Черного моря. Изложу тот материал, из которого эта таблица составила.

Для Крыма взяты те материалы, которые использованы мною в статье о предгорных террасах Крыма, главным образом данные Б. А. Федоровича. Для Кавказского побережья взяты материалы разных авторов: Пренделя, Н. И. Андрусова, Н. А. Григорович-Березовского, В. Н. Петропавловского, Л. Т. Давиташвили, Р. Пренделя, П. И. Ивченко, уже однажды мною использованные в моей попытке дать сводку данных по Кавказу²; это дает сводку данных от Геленджика до Сухума.

По району, прилегающему к западному побережью, взят тот же материал, который использован в моей статье по поводу предгорных террас Крыма, т. е. данные Р. Р. Выржиковского, Р. Севастоса, Шаффера и Ш. Делере³. Материалы, использованные в той же статье по южному побережью, также повторены и здесь, это данные Цвича, Дэвиса, Косматта и пр.

Присмотримся теперь к содержанию этой таблицы. Здесь, мне думается, факты говорят сами за себя. Нельзя не сознаться, что уровни террас на всех этих побережьях Черного моря поразительно между собой совпадают и дают совершенно однородную картину уровней и числа их. Мы оставили совершенно в стороне северное Черноморско-Азовское побережье, но для тех побережий, которые приведены, картина получается поразительно выдержанная и однородная: здесь проявляются очевидно одни и те же закономерности. Несмотря на кое-какие отклонения иногда вполне реальные и требующие объяснения, иногда же имеющие свой корень в ошибках измерения, в общем на всех этих трех побережьях Черного моря видим один и тот же процесс, который мы связываем с четырехкратным поднятием не только Кавказа, но и всех побережий. Для Кавказа это понятно. Ведь по отношению к нему все геологи и геоморфологи, трактующие этот вопрос, говорят о четырехкратном сводообразном его поднятии. Об этом поднятии неоспоримо убедительно говорят данные по геоморфологии речных долин центральной части хребта. Понятно это и для Малой Азии, где перед нами столь же юные тектонические движения. Однако террас над современным базисом эрозии иные — более значительные, — чем у прибрежных террас. Пожалуй, понятно это и для Крыма; по аналогии можно ожидать и здесь таких поднятий горной складчатой

¹ Путеводитель экскурсии АИЧОЕ, стр. 305—306.

² Б. Л. Личков. Основные черты геоморфологии района Закавказской федерации. Закавказская федерация. Сборн. изд. Академией наук (в печати).

³ Труды Геоморфолог. института, вып. 3.

Террасы Средиземного моря по схеме Ш. Делере	Средиземное море				Черное море				Стратиграфия террас Черного моря	
	Запад		Восток		Черное море		Крым		Название и возраст фауны	
Возраст, название фауны	Северное побережье (Тинское)	Южное побережье (Алжир-Тунис)	Северное побережье (Ливия)	Южное побережье (Египет)	Западный бер. Черного моря	Кавказское побережье Черного моря	Крым	Южный берег Черного моря (Босфор (1), Мал. Азия (2))	11	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Нидерландская (Фландская)	4—4,5			5		5,7	3,6—9,8	1	2	Новозвксинская по Архангельскому, монастырская по Севастосу.
Монастырская (вюрмское олед.)	8,7—14	15—17	15		15	15—20	18—20	25	28	Тирренская по Андрусову, карангаск. по Архангельскому, Рисский возр.
Рисс (рисское оледенение)	25	30	20—25		70	30—40	30—40 (?)	30—40	70	Миндельский возраст
Миндель (миндельское оледенение)	60	55	40 (?)			50—60	50—70	70—80	100	Гюнцский возраст
Синий (гюнцское оледенение)	—	100				90—100	90—100	100		Чаудинская.
	180—170	135—145	150			140—150	142			
	20—210	200—205 (28—320, 345)	200			175—200 (Чанда в Гурии)				
	350 (Древн. плиоц.)		350 (Коринфск. залив)			314—450 (попгич. тер. Цивич)		300	250 у Трапезун.	

области. Что касается побережий вне пределов самых горных цепей, то они дают однообразную картину. Не дает исключения даже Подольский район, несколько отдаленный от моря и гор. Здесь за себя говорят факты: данные Р. Р. Выржиковского по Днестру и такие же данные других исследователей по Дунаю и Серету. Более того, здесь наблюдается согласие между террасами Серета в Крайове и данными по району Вены, указанное наблюдениями Депере и Ламотта. Очевидно на этой стороне моря в четырехкратном поднятии участвовали не только горные местности, но также примыкающая к горам равнинная суша. В частности, как отмечает Ромулус Севастос, судя по этим данным, Железные ворота образовались в конце среднего миоцена (астийский ярус), так что в сицилийское время они уже были¹.

Все эти факты, разумеется, нельзя понять как простые совпадения. Очевидно речь идет об единообразно действующей причине, проявляющей себя на всех этих побережьях, в связи с чем произошло прямо-таки поразительное совпадение результатов. Не тому надо удивляться, что отдельные цифры уклоняются в ту или другую сторону, а тому, что они так мало уклоняются. Чтобы подойти к освещению этой причины, нам нужно взять Черное море не изолированно, а на каком-то более широком общем фоне. Для этого посмотрим, что дают нам данные по Средиземному морю в его восточной и западной частях. Эти данные приведены в нашей таблице влево от данных по Черному морю, причем они разделены на два раздела — северное и южное побережье.

В 1899 г. Ламотт показал² существование четырех уровней четвертичных террас на изрядном куске Алжирского побережья между Иссером и Ораном. Позже он расширил свои наблюдения, распространяя их на побережье от Джиджели до Аржева³.

Позже такие же террасы были найдены на реках: в Африке — Ум-Рбия и Себу с притоком Эрга; в Европе — на Луаре, Гаронне, Толе (в Толедо), Эне, Массе, Труле, Лисе, Рейне, Роне и Мозелле; в Азии — на Евфрате и Меконге.

Мы берем из этих данных средние цифры как по северному, так и по южному побережьям морей, а следовательно приводим те средние цифры, которые дал Ш. Депере в своей известной схеме.

Что касается восточной части Средиземного моря, то дело обстоит в смысле фактов хуже, ибо здесь известны, как видно из нашей таблицы, только отрывочные разрозненные данные, которые трудно суммировать в одну общую картину.

Перед нами во всяком случае ясно выступает при взгляде на таблицу определенная закономерность соотношения четвертичных террас и закономерность их высотных уровней. Далее ясно видно, что эта закономерность совершенно та же самая, какую мы видели и на Черном море. Как это объяснить? Французские ученые Ламотт, Депере и др., открывшие эту интересную закономерность средиземноморских террас, склонны были объяснять их эйстатическим постепенным опусканием уровня океана в четвертичное время в связи с оледенением.

В согласии с этим греческий ученый Неприс развил даже целую теорию о постепенной регрессии моря в эту эпоху⁴. На той же точке

¹ Rom. Sevastos. Observations sur le défilé des Portes de Fer et sur le cours inférieur de Danube „B. S. G. Fr.“, (4) IV, p. 673, 1904.

² De Lamotte. Note sur anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isser „B. S. G. F.“, XXVII, p. 263, 295, 297, 1899.

³ „Bull. Soc. Geol. de Fr.“ (4), IV, p. 14.

⁴ Negris. Dernière regression de la mer, „Bull. Soc. Geol. de Fr.“, (4), IV, 1904.

зрения стоит повидимому из наших исследователей В. Н. Петропавловский, говорящий о черноморской трансгрессии в прошлом и тем самым о регрессии этого моря в настоящем¹.

Эти выводы очень сомнительны.

Будь уже в 1904 г. в заседании французского геологического общества 18 января высказал сомнения, чтобы эти пляжи согласовались с теорией эйстатических движений². В том же году Флик и Первенкьер отметили, что террасы Монастыря не горизонтальны, а проявляют значительные колебания рельефа от 20 до 10; пляж Сфакса, сходный с нею, опускается местами ниже уровня моря. «Очевидно, — резюмируют авторы, — здесь не может быть речи об эйстатическом движении, а лишь о медленном движении земной коры, т. е. движении эпигенетическом»³. Колло в том же томе «Бюллетеней французского общества» говорит, что поверхность суши изменяет уровни по отношению к морю, как следствие движений внутреннего происхождения, но без деформаций континентальной поверхности вследствие неравенства поднятий в соседних местах⁴. Наконец Э. Ог в заседании 7 ноября того же года указал, что альтиметрические исследования, сделанные де Геером, Брегером и др., дали результаты, диаметрально противоположные теории эйстатических движений⁵. Если уже в 1904 г. был ясен целый ряд фактов, противоречащих возможности объяснить эти террасы эйстатическим, то к настоящему времени число таких фактов увеличилось еще больше. Не входя в особые подробности по этому поводу, я для примера укажу на чрезвычайно интересные факты, приводимые в упомянутой статье геолога В. Н. Петропавловского. Не воспроизводя здесь перед читателем всего материала этого автора, я укажу здесь лишь на следующее. Цифры уровней террас приводят автора к заключению, что на Черноморском побережье Кавказа у Адлера — Сочи первая терраса меняет свои высоты от 4 до 38 м. над уровнем моря, вторая, начинаясь у Адлера на высоте 14 м, повышается у Опытной станции до 29 м, у Псахе понижается до 16 м, а затем у Магросской щели повышается до 52 м. В итоге оказывается, что эти две террасы не горизонтальны и не параллельны. Ясно совершенно, что эти данные В. Н. Петропавловского аналогичны приведенным данным Флика и Первенкьера и говорят они конечно отнюдь не о былой трансгрессии и нынешней регрессии моря, как думает почему-то В. Н. Петропавловский, а о неравномерных поднятиях береговой полосы моря в разных участках, т. е. о локальных изменениях террас.

Помимо этих локальных опусканий террас выше уровня моря мы и на Кавказе и в Крыму встречаемся с фактом общего опускания и следствием его — террасами погребенными. О них для Крыма говорил П. А. Двойченко, для Кавказа В. Н. Петропавловский. Есть они и на Средиземном море. Имея недостаточно данных для выводов по поводу их, мы сейчас оставим их без рассмотрения. Упомянул я их

¹ В. Н. Петропавловский. К вопросу о черноморской трансгрессии. „Изв. географ. общ.“, т. XIV, вып. 4—5, стр. 352, 1932.

² Прения по докладу Ламотта: Note sur les relations stratigraphiques qui paraissent exister entre les anciennes lignes du rivage de la côte Nicoise „B. S. G. F.“ (4), IV, p. 39, 1904.

³ Flick et Perquinier. Sur les plages soulevées du monastir et de Spha. „B. S. G. F.“, IV, p. 206, 1904.

⁴ Z. Colloz. Pliocene et quaternaire de la region du bas Rhône. „B. S. G. F.“, IV.

⁵ Ibid., 753.

только для того, чтобы избежать упрека в их замалчивании: фазы опускания в общей картине тоже надо учитывать.

В итоге ознакомления со всеми приведенными материалами мы можем сказать, что в течение всего четвертичного времени происходило медленное и постепенное поднятие морских побережий на протяжении всех геосинклинальных частей Черного и Средиземного морей; возможно, что моментами оно прерывалось опусканиями. Очень рельефно эту связь именно с геосинклинальными частями морей выявляет Черное море, в котором на северном побережье, относящемся не к геосинклиналям, а к Русской платформе, это поднятие в полном объеме не происходило, почему всех ярусов террас здесь нет.

Какие же выводы можно сделать из факта существования этого поднятия побережий Черного и Средиземного морей?

Прежде всего есть полное основание сделать вывод об единообразии процессов, происходивших здесь и там. Затем есть основание говорить о соединении обоих бассейнов, начиная с начала четвертичного периода. Это утверждали Г. П. Михайловский, Гернес и Цвиич. Но у нас этот взгляд не пользовался широким распространением. Большим авторитетом пользовались взгляды Н. И. Андрусова, а он считал соединение Понта со Средиземным морем явлением довольно поздним, хотя в то же время несколько раз под влиянием новых фактов менял свой взгляд на этот вопрос. Впрочем надо сказать, что в конце своей жизни он уже подошел к выводу, что событие это было довольно ранним. Это видно из последней его статьи: «Послетретичная тирренская терраса в области Черного моря»¹. Самый перенос термина, взятого из области Средиземного моря — тирренская терраса — на район Черного моря говорит о том, что, по мнению Н. И. Андрусова, уровни обоих бассейнов в тирренское время уже согласовались и самые бассейны находились во взаимном соединении². Тремя годами позже, именно в 1928 г., была напечатана моя статья «К вопросу о происхождении Черного моря»³. В ней я дал свое толкование мыслей Н. И. Андрусова в его указанной только что статье и доказал, что в ней этот авторитетнейший геолог определенно признал, что два самых нижних яруса террас Черного моря являются общими со Средиземным морем³. Со своей стороны я сам в своей статье 1928 г. пришел к выводу, что впадина Черного моря в течение всего четвертичного времени была в соединении со Средиземным морем. Этот вывод я повторил в 1932 г. в моей статье «По поводу предгорных террас в Крыму», где дал подробное истолкование этих террас и сопоставление их с речными террасами Крыма, а равно с такими же террасами западного севера западного побережья Черного моря, т. е. углубил обоснование указанной выше мысли. Мне кажется, что сейчас, после доводов, приведенных в последней моей работе, а особенно после фактов, приведенных выше и охватывающих все побережье Черного моря, тезис о связи этого моря со Средиземным морем с самого начала четвертичного периода можно считать на основании данных геоморфологии и решенным совершенно определенно и недвусмысленно.

Нас спросят: а как же северное побережье моря?

¹ Bull. Intern. de l'Acad. des Sciences de Bohême. 1925.

² См. об этих всех воззрениях в моей работе «По поводу предгорных террас Крыму».

³ Зап. Одесск. общ. ест., т. XLIV, стр. 114. 1928.

Предпосылки для ответа на этот вопрос даны мною уже в 1928 г. Северная часть Черного моря вместе с Азовским морем, Сивашем и лиманами имеет совершенно иной генезис, чем южная сбросовая его впадина, и потому естественно, что ее геоморфология совсем другая. Сюда не распространялись те поднятия, которые имели место южнее. По положению своему эта область есть уже не геосинклиналь, а подвижной шельф на краю материковой плиты. Такие шельфы у края геосинклиналей могут периодически заливаться морскими водами. Здесь таким образом происходили иные процессы, именно процессы опускания. О них говорят те погружения террас под уровень Днепра, которые констатированы для этого района Р. Р. Выржиковским, В. И. Крокосом и Л. Г. Каманиным, а для нижнего течения р. Кубани также Г. Ф. Мирчинком.

При свете приведенных геоморфологических материалов, касающихся Черного моря, в их сопоставлении с данными по Средиземью нет никаких оснований провозглашать, что Черное море соединилось со Средиземным всего 8 000 лет назад, как говорят одни исследователи, или во времена древних греков, как недавно еще утверждали другие. Пусть связь Черного моря со Средиземным была слаба, пусть она моментами на короткие фазы прерывалась, но в общем она существовала в течение всего четвертичного времени.

Почему я допускаю слабость этой связи и чем эта слабость могла объясняться? Слабость и так сказать некоторую прерывистость связей обоих бассейнов приходится объяснять узкостью и мелководностью тех проливов, которые соединяют Черное море со Средиземным. А. Д. Архангельский совершенно справедливо указывает, что в связи с движениями земной коры, которые были созданы теми же эпейрогенетическими поднятиями, связи обоих бассейнов могли временами ослабляться. Отсюда те колебания солёности, связанные с периодическими опреснениями, которые так блестяще выявил А. Д. Архангельский при толковании относящихся к Черному морю палеоокеанографических данных, добытых происходившими с его участием экспедициями последних лет, отсюда и те очень ясные признаки колебаний солёности, которые видны для гораздо более ранних моментов на изменениях фауны при переходе от одной черноморской террасы к другим. Эти данные суммированы А. Д. Архангельским в его очерке истории Черного моря, но я не совсем с его схемой согласен, поскольку он признает без оснований лишь недавнее соединение обоих бассейнов, и потому освещу те же явления, опираясь на свою изложенную в настоящей работе и впервые выдвинутую в 1928 г. параллелизацию черноморских террас со средиземноморскими для всего четвертичного времени.

Таким образом в течение всего четвертичного периода Черное море испытывало вследствие указанных выше причин, довольно правдоподобно намеченных А. Д. Архангельским, попеременные осолонения и опреснения.

На основании изложенных выше данных мы в праве сказать, что в течение четвертичного периода побережья как Черного, так и Средиземного морей испытывали поднятия, в которых мы ясно различаем четыре основных этапа. Более или менее одновременно с этим поднятием берегов происходило продолжавшееся с третичного времени опускание центральных впадин этих морей. В полном согласии с этим находятся слова А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова, которые под-

Терраса или слон	Высота	Фауна	Соленость	
Черное море	—	<i>Modiola phaseolina</i> , <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>cardium edule</i>	Осолонение	Последник
Древнечерноморские слои	—	<i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Hydrobia ventrosa</i> и пр.	Слабое осолонение	
Монастырская (новоэвксинская по А. Д. Архангельскому)	12—14 м	<i>Monodacna colorata</i> , <i>Dreis. sensia polymorpha</i> , <i>Dr. caspia</i> и пр.	Опреснение	Вюрм
Тирренская (каптангская по А. Д. Архангельскому)	26 м	<i>Cardium tuberculatum</i> , <i>Tapes carverii</i> , <i>Donax truncatulus</i>	Соленое	Рисс
Милацская (древнеэвксинская, по А. Д. Архангельскому)	50—60 м	<i>Didacna crassa</i>	Опреснение	Миндель
Сицилийская	90—100 м	Фауна террасы неизвестна	Соленое	Гюнц
Чаудинская (Гурия)	160 м	<i>Didacna Tschundal.</i>	Опреснение	—

черкуют, что процесс образования центральной черноморской впадины «имеет длительный характер» и «еще не закончился», так что центральная впадина вследствие повторных сбросовых опусканий медленно расширяется¹. Названные только что исследователи приводят факты, указывающие, что многие части современно указываемой ими у берегов Крыма континентальной ступени только в начале четвертичного периода опустились на большую глубину. Всех материалов, которые имеются по данному вопросу у А. Д. Архангельского, я приводить не буду. Мне важно только оттенить контраст между движениями берегов и движениями морского дна. К большому сожалению в интересных работах А. Д. Архангельского контраст этот не получил своего выявления и он утверждает, что мы живем «в период опускания», хотя, наоборот, морские берега поднимаются. Однако и А. Д. Архангельский, как бы заглушающий этот контраст и своего рода противоположность движений, вынужден косвенно его признать; это выражается в том, что он вынужден говорить об особых дви-

¹ Op. cit., 13.

жениях в периферических частях бассейнов, «поднятиях побережий»¹. Однако он не считает возможным эти поднятия считать наиболее характерной чертой эпохи и данного района; наоборот он всячески подчеркивает их повсеместное чередование с опусканиями. Нисколько не отрицая отдельных случаев опускания некоторых участков побережий Черного моря, как мы это определенно указали для побережья северного, мы считаем, что в целом все-таки на всех этих побережьях преобладали процессы поднятия, как это видно из приведенного выше большого фактического материала, касающегося террас. Зейдлиц по этому поводу указывает, что с третичного времени берега по окружности всего Средиземного моря поднимались². Правда, Зейдлиц оговаривался, что каждая глыба поднималась независимо от других³, что конечно для самых горных массивов весьма правдоподобно, но мы видели, насколько единообразно это происходило на побережьях для всей окружности Средиземного и Черного морей. Утверждая эти поднятия берегов, мы нисколько не отрицаем этим тех опусканий дна моря, о которых писал А. Д. Архангельский. О них говорит и Зейдлиц⁴. Однако вовсе не надо, как делает А. Д. Архангельский, говорить о «периоде опускания», а надо говорить только о сопряженном с поднятием опускании. Указанный выше подъем побережий одновременно с опусканием морского дна мы рассматриваем как проявление процесса формирования и прогибания геосинклинали⁵. Как эти два движения объединяются в геосинклинальном процессе, это понятно. Горные хребты и вообще высокая размываемая наземными водами суша, облегчаясь сносом материалов, неизбежно должна была всплывать вверх. В особенности это относится к высоким горным хребтам, как Кавказ или Альпы, которые в течение четвертичного времени покрывались периодически тяжелыми шапками оледенений, при стаивании которых хребты довольно стремительно повышались. Что касается дна морей, то поскольку моря интенсивно заполнялись терригенными отложениями, сносившимися с суши, подобно тому, как это было еще в четвертичное время⁶, естественным для этого дна является усиливавшийся и развивавшийся его прогиб. В связи с этим прогибом любопытно обратить еще внимание на следующее: А. Д. Архангельский, учитывая значение гравиметрических данных для геологии, указал, что области Черного, Каспийского и Азовского морей характеризуются отрицательными аномалиями. Вместе с тем такие аномалии имеют два поля на север от Кавказского хребта — Терско-Каспийское и Кубанско-Азовское; между ними находится древняя ставропольская глыба, характеризующаяся наоборот положительными аномалиями. А. Д. Архангельский справедливо объясняет эти отрицательные аномалии существованием здесь мощных толщ осадочных пород незначительной плотности. «Этой разностью плотностей, а отнюдь не вдавливанием района впадин в Сима и объясняется возникновение

¹ Пуревод., 304, 305.

² Zeidlitz. Diskordanz und Orogenese etc., стр. 190—191.

³ Ibid., 191.

⁴ Ibid., 186, 188, 189.

⁵ „Углубление геосинклинали является причиной поднятия глыб и подновляет эрозию“, — так выражает связь этих двух процессов Зейдлиц. Op. cit., 58.

⁶ Об этом определенно говорят данные А. Д. Архангельского о породах разрезов колонок дна.

здесь отрицательных аномалий»¹. Мы полагали, что последние слова едва ли основательны. Вдавливание, опускание здесь именно и имеет место, но в то же время во всех названных районах, кроме ставропольской плиты (т. е. Азовско-Кубанском) и в Терско-Сунженском, и в районе Черного и Каспийского морей имело место накопление огромных толщ осадков в сотни и тысячи метров мощностью.

В пользу реального существования того прогиба, о котором мы говорим, определенно свидетельствуют и другие данные того же А. Д. Архангельского, именно настойчиво указываемые им два уступа опускания у побережья южного Крыма. Существование этих двух уступов можно поставить в связь с образованием самой впадины Черного моря в плиоценовое время в результате сбросовых опусканий, как это представлял себе Освальд. По мнению этого исследователя береговая зона Анатолии, спускающаяся ступенчатыми сбросами к Черному морю, без сомнения представляет собой уцелевший и оставшийся на месте южный край древнего понтийского нагорья, соединявшего раньше Крым с Малой Азией и южным Кавказом². К этому же взгляду, исходя из иных соображений, пришел, как известно, в конце своей жизни и Н. И. Андрусов³. На этой же точке зрения стоит В. П. Рейнгартен, сближающий Рионскую плиту Закавказья по всему ее строению и тектонике с Крымом⁴. С точки зрения Зейдлица, это погружение понтийской суши есть интересный случай опускания промежуточных гор (Zwischengebirge), что, по Зейдлицу, вообще сопровождается в качестве характерного явления формирование геосинклиналей⁵. Предпосылкой этого воззрения является общее представление, что столь резко выраженная противоположность типов движений побережий и дна морских волн на Черном и Средиземном морях может быть рассматриваема как одно из особенно ярких проявлений того, что эти моря в самом деле являются подлинными геосинклиналями нашего времени. Ясно, что при условии существования этой противоположности движений между берегом и дном моря на границе их должны быть разрывы, которые должны отмечать собой целую прибрежную полосу, выходящую иной раз за пределы собственно береговой линии в ту или другую сторону.

Развитое мною в этой статье и вытекающее из предыдущей работы моей о геосинклиналях представление о них, как о мобильных зонах земного шара, где происходит быстрое опускание под тяжестью мощного накопления осадков, может быть дополнено соображениями Зейдлица, который подчеркивает, что в этих же зонах происходят сильные интрузии и излияния симатического (Sima) материала, разрывающие сиалическое (Sial) ложе⁶. В согласии с Клоосом Зейдлиц таким образом полагает, что указанные выше поднятия и опу-

¹ А. Д. Архангельский. Значение гравиметрии в геологии и проблеме изучения геологического строения Западносибирской низменности. „Бюлл. Моск. общ. испыт. природы“, нов. сер., т. X, 1932 (отд. геологич., т. X, вып. 3—4), стр. 421.

² F. Oswald. Zur tektonischen Entwicklungsgeschichte. Des Armenischen Hochlands. Peterm. Mitteil. Bd. 56 (1910). Он же. Armenien. Heidelb. 1912.

³ Н. И. Андрусов. Карты. „Природа“ № 6, 1927. Ср. Б. Л. Личков. К вопросу о происхождении Черного моря, стр. 117—118.

⁴ В. П. Рейнгартен. Тектоническая характеристика складчатых областей Кавказа. „Труды Всесоюз. геол. съезда“, вып. 2, Ташкент 1930.

⁵ Op. cit., 188, 15 и др.

⁶ Zeidlitz, Op. cit., 49.

скания должны сопровождаться движениями магмы, от которых должны зависеть от вулканизма, указанные выше¹.

В предшествующем изложении мы пришли к выводу, что поразительное согласование уровней террас разных побережий Черного моря с такими же уровнями разных побережий моря Средиземного нельзя приписать простому совпадению, а приходится объяснять какой-то единой общей для всей этой полосы суши закономерностью. Теперь мы можем пойти дальше и сказать, что эта закономерность есть закономерность геосинклинального процесса, который впервые наметился для Черного моря еще в плиоцене, когда, с одной стороны, впервые обозначились основные прогибы черноморской впадины и наметились вместе с тем первые, относящиеся еще к третичному времени, плиоценовые уровни. В самом деле, взглянув на нашу таблицу, приведенную выше, мы можем констатировать на ней наличность остатков плиоценовых береговых линий, и вот тут является чрезвычайно важным, что эти береговые линии точно так же имеют выдержанные уровни, как и линии четвертичного времени. Разумеется, дислокация их искажила больше, связь их нарушена, но все же основная закономерность и здесь ясно проглядывает. Таким образом геосинклинальный процесс нынешних Черного и Средиземного морей начался еще в плиоцене.

В заключение я хочу еще остановиться на одном моменте. В предыдущем изложении, выявляя основную закономерность четырехкратного поднятия берегов, мы видели, что и на Черном и на Средиземном морях встречаются отдельные случаи отклонения от основной закономерности. Примеры этих отклонений, т. е. каких-то самостоятельных движений, приведены словами Флика и Первенкьера и со слов В. Н. Петропавловского. Такие же указания мы находим и у других авторов. И. И. Бобков например в силу этого указывает, что берега Черного моря «испытывали в послетретичное время разнообразные движения и по знаку и по амплитуде»². Повидимому сходно смотрит на этот вопрос А. Д. Архангельский, который говорит о чередовании поднятий и опусканий в периферических частях бассейнов.

Я уже говорил, что не отрицаю в принципе возможности таких не только локальных, но и временных общих опусканий побережий, но поскольку преобладало все-таки поднятие, мы не умеем еще пока ввести этих опусканий в общую картину.

Что касается опусканий террас локального характера, то о них я считаю необходимым сказать несколько слов.

Прибрежные участки моря, так же как береговые полосы суши, находятся на грани двух противоположно направленных движений. Совершенно ясно при этих условиях, что граничная линия этих движений может то и дело характеризоваться то захватом приморской полосы в сферу влияния поднимающегося берега, то опусканием береговой полосы суши под влиянием поднимающегося берега, то опусканием береговой полосы суши под влиянием крупных и малых сбросовых оседаний. Вообразите в самом деле, что какой-нибудь участок моря вблизи берега получает мало нагрузки в связи с малым количеством отложенного на нем. Щель разрыва его с берегом так сказать залечивается, и при этих условиях легко может статься, что этот участок моря при

¹ Ibid., 152, 182.

² И. И. Бобков. Морские послетретичные террасы и раковинные скопления по берегам Крыма. „Природа“, № 6, стр. 573, 1929.

поднятии берега может быть увлечен вместе с ним. Обратно: иной раз опускающийся участок суши, излишне сильно нагруженный покрывшими его отложениями, может увлечь с собой в своем опускающемся движении участок берега. Оба эти случая тесно связаны с интенсивностью обоих противоположно направленных вертикальных движений в геосинклинальном районе¹. Явления вроде тех, какие описывает В. Н. Петропавловский, когда одна и та же терраса в отдельных местах обнаруживает на небольших расстояниях колебания своего уровня по нашему мнению, именно и являются неизбежным местным то и дело возникающим попутным явлением при геосинклинальном процессе. Это широкое распространенное явление однако ни в какой степени не нарушает той основной закономерности террасообразования, которую мы выявили в предыдущем изложении, и представляет собой лишь побочное создание основного механизма формирования геосинклинали.

**Ленинград, Геоморфологический институт
Академии наук.**

(Рукопись поступила 2 февраля 1933 г.).

„On the last Pages of the History of the Black Sea“.

(Summary)

Prof. B. L. Lichkoff

In his work the author shows how the two troughs, situated East and South of the Caucasus range, have during the process of building and forcing up this range gradually assumed the shape of permanent geosynclines.

By a series of facts (the data on the thickness of the Balohan series, the Apsheron system, etc.), the author shows that during the later part of the Tertiary an enormous deposition of sediments by the ancient rivers has taken place in this geosyncline; simultaneously the bottoms of these basins have been depressed.

The author believes that these two simultaneous phenomena, that is, the active accumulation of sediments on the bottom of the sea and the depression of this bottom represent the characteristic features of the geosynclinal process. The third feature of this process, as stated by the author, is the uplift of the shores of these basins simultaneous with the sinking of their bottoms. Such an uplift beginning in the Pliocene is now taking place, as proven by the existence of terraces on the coastal line of the Black Sea. The author shows that the levels of these terraces most astonishingly coincide with those of the Mediterranean (see table p. 104), if the northern coast of the Black Sea be left out of consideration. This proves that the same process of uplifting of the coast line has been characteristic for the whole region south of the Alpine folding.

The author seeks to explain this phenomenon by the fact that both the Mediterranean and the Black Sea are parts of one geosynclinal system situated in the South of Europe, the system occupying the same

position with respect to the Alpine folding as that of the latter with respect to the Variskian folding.

In confirmation of his conclusions the author cites the remarkable statement of A. D. Archangelsky as to the genesis of oil connected with the presence of hydrogen sulphide in the depths of the Black Sea, pointing out (according to the above mentioned author), the similarity of the Black Sea to a geosyncline. In confirmation of his idea about the origin of the geosynclinal trough in the bottom of the Black Sea the author uses the notorious results of A. D. Archangelsky's paleotopographic work on the submergings in the region of Black Sea, particularly of the Crimean coast. The Northern part of the Black Sea with its estuaries and the Asov Sea, the author considers to be a shelf; referring to the conclusions arrived at in connection with the work carried out by him in the year 1928 he draws attention to the weavy movements of this part which has been recently submerging.

¹ См. об этом Путеводитель АИЧОЕ. стр. 295, 297, 295—302.

Инженерногеологическая практика в области
распространения четвертичных отложений

Проф. В. Вольф (Берлин)

Данные, о которых в дальнейшем будет идти речь, относятся исключительно к четвертичной формации Северной Германии и в ней — к ледниковым образованиям делювиального времени, составляющими большую часть северогерманских четвертичных отложений. Так как отложения Германии в свою очередь составляют только часть ледниковых образований большой делювиальной ледниковой области Северной Европы, то материалы инженерногеологической практики, собранные в Германии, могут относиться и к обширным областям Голландии, Дании, Польши, средней и северной частей Советского союза и к пограничным государствам. Более равнинные местности Южной Швеции и некоторые области Финляндии обнаруживают подобные же соотношения.

На этом большом пространстве ландшафт определяется моренами различного вида из песка и кремнезема, глины, сыпучего песка, лёсса и т. д., следовательно из четвертичного покрова (Deckformation), который достигает иногда мощности 200 м и выше, а в среднем можно пожалуй считать от 50 до 100 м. Очень часто твердые породы начинаются не непосредственно под четвертичными отложениями, а между ними включаются более или менее мощные мягкие третичные образования, представляющие собой как пресноводные (пески, кремнеземы, глины и пласты бурого угля), так и морские отложения (глины, пески, часто зеленый песчаник, иногда также известь и гипс).

Твердые подпочвенные горные породы — мезозой или палеозой — обнаруживаются в виде зон и островов в отдельных местах, например в пограничных областях среднегерманских гор или в эстонских, северо-западных русских и латвийских равнинах уже на глубине от 10 до 50 м, в других же местностях иногда только на глубине в несколько сот метров. В санксонской ледниковой области Северо-западной Германии имеются места, где буровые в 900 м. глубины не достигали твердой породы и прекращались в третичных. Эти факты, указывают на то, что в большей части области распространения четвертичной формации работа человека, касается ли она сооружения дорог, мостов, каналов, плотин или водоснабжающих сооружений, производится исключительно в четвертичных отложениях.

Инженерногеологическое значение четвертичной формации связано прежде всего с ее внешней формой и затем с составом ее отложений. Равнины донных морен, районы подвижных морен, холмистый ландшафт конечных морен, достигающих иногда относительных высот в 100 м и больше, песчаные равнины, ландшафт больших водоемов и древних потоков, области речных террас, мягкие ландшафты лёсса,

районы дюнных образований, аллювиальные равнины потоков, илистые и прочие наносные земли у морских берегов с приливами и отливами и без них, — все они представляют виды местностей особого характера, из которых каждый ставит инженеру-геологу свои особые задачи и свои требования к изучению и определению их природы. Описание здесь этих свойств по отдельности завело бы нас слишком далеко; гораздо более целесообразным является делать каждый раз примечания при описании различных групп инженерногеологических задач.

Эти группы следующие:

1. Работа над поверхностями большого размера, при которых наряду с природой вещества почвы имеет особое значение и форма местности, т. е. постройка улиц и железных дорог, постройка каналов, устройство плотин, долинных запруд, работы по запруживанию и защите берегов.

2. Работы местного характера, при которых главным образом имеет значение строительный грунт, следовательно постройка домов и фабрик, постройка мостов и т. п. с притоком грунтовых вод и без него.

3. Использование вещества четвертичных отложений, особенно получение строительных материалов всех видов.

4. Использование направления течения воды четвертичных слоев для снабжения водой различных объектов; работы по обезвоживанию.

1.

Рассмотрим первую группу и начнем с постройки улиц и железных дорог.

Здесь вообще должно быть принято за обыкновение, чтобы с техническим планированием, которое относится большею частью к преодолению трудностей рельефа, было связано геологическое исследование почвы. Очень часто имеется выбор между различными направлениями линий, и можно для избежания трудных участков изменять определенные направления линий в отдельных местах без излишних затрат.

В этом отношении следует указать на интересные работы Геотехнической комиссии шведской государственной железной дороги («Statens järnvägars Geotekniska Kommission Seuttbetänkande», 1914—1922, Stockholm 1922, Centraltryckeriet), которая подробно занимается методами исследования подпочвы и выясняет многочисленные частные случаи.

При постройке железных дорог дело касается главным образом устойчивости откосов и общей грузоподъемности и надежности пород подпочвы; пригодность грунта для возведения плотин также играет важную роль. В моренных местностях очень часто причиняют большие затруднения совершенно невидимые трясины. Эти трясины образовались обыкновенно от осушения маленьких озер и под своим более или менее твердым покровом мощностью от 2 до 3 м содержат отложения грязи и ила, достигающие в толщину от нескольких дециметров до 20 м. Грязь эта студнеобразна, и насыпи часто внезапно проваливаются, если они превысили грузоподъемность укрепленных верхних слоев. В этих случаях требуется громадный подвоз материала, причем инженер должен обращать внимание на то, чтобы насыпной материал действительно укладывался непосредственно на грузоподъемную более глубокую подпочву, не зажимая больших остатков коллоидальных ве-

ществ. Иногда у берегов рек и в моренных местностях бывает, что песчаные слои — следовательно казалось бы хороший строительный грунт — покоятся на глубоко лежащей грязи мощностью в несколько метров. Если это явление не будет замечено во-время, то у насыпей и мостов могут — часто после долголетнего существования — внезапно произойти неприятные повреждения.

Особые результаты были получены при работе на глинах как в Скандинавии, так и в Германии (материал Шведской геотехнической комиссии, Orsohl — извещения Главного управления Норвежской государственной ж. д. Björlykke Narins Stamnes, Осло 1928). Интереснейшим примером этому может служить железнодорожная выемка в Розенгартене вблизи Франкфурта-на-Одере, в которой делювиальная глина была причиной повторных оползней и искривления пути, устраненных лишь радикальным отнесением откоса (ср. R. Michael W. Dienemann „Die Rutschungen im Eisenbahneinschnitt Rosengarten“. Jahrbuch der Preuss. Geol. Landesanstalt, 1926 u. W. D. Dieuemann u. H. Pfeifer „Geologische, chemische und physikalische Untersuchungen von Erdrutschen durch die Preuss. Geologische Landesanstalt, ebenda 1928, Bd. 49. Bd. 47. Het 10).

Благодаря соединению стратиграфического и химико-физического методов исследования здесь обращено было особое внимание на значение того явления, что глина, богатая коллоидами, когда она разгружается удалением кроющего слоя другого вида и обнажается, как это произошло при углублении выемки, такая глина начинает постепенно разбухать до известной глубины и при этом развивает непреодолимые силы давления и одновременно приобретает отсутствовавшую раньше способность скольжения именно на этой глубине. Интересно, что при Розенгартене в движение пришел только южный откос, в котором довольно круто поднятые слои глины падали к выемке, между тем как песчаный северный откос, где глина с падением слоев от выемки достигла только высоты дна последней, оставалась в спокойном состоянии. Эти свойства обнаруживают глины различнейших видов: при Розенгартене — внутриледниковая делювиальная глина, при Штеттине — среднеолигоценовая септариновая глина, при Рейнбеке к востоку от Гамбурга — верхняя миоценовая слюдистая глина.

Другая категория повреждений откосов основана на смене слоев глины или почв, богатых глиной и песком, и т. п. Глина действует при этом одновременно как запруда грунтовой воды и как размягченное смазочное средство, благодаря которому висячие почвенные массы при неблагоприятном падении приходят в движение.

В то время как остальные четвертичные виды почвы в общем грузоподъемны, могут быть все-таки и исключения в том случае, когда дело касается мелкозернистой почвы, насыщенной водой, т. е. плавучих песков, или почвы, сходной с плавучими песками. У таких почв сопротивление нагрузке при одновременном сотрясении сильно понижено, между тем как при нагрузках, находящихся в спокойном состоянии, при правильно поставленном фундаменте происходит только ограниченная осадка, хотя они и поддерживаются далеко не так хорошо, как сухой почвой. Почвы подобного рода являются следовательно очень плохой основой для железнодорожного полотна. Когда недостаточен сток воды и обезвоживание невозможно, то помогает только обход опасных мест или сильная насыпь из угловатого щебня. Мне известен случай из Северо-западной Германии, где староделювиальный

нанос в приморском климате был до того заветрен и лишен глины, что действовал точно так же, как плавучий песок. Также и лёссовподобные почвы могли бы при высоком уровне воды развить такие же неблагоприятные свойства.

Значение видов почвы для построек каналов известно. Наряду с прочностью откосов при высоком уровне грунтовой воды здесь имеет большое значение и водопроницаемость, если уровень воды в канале значительно разнится от уровня почвенной воды окружающей среды. Обыкновенно каналы проводили по новым или более старым руслам, например по делювиальным первоначальным руслам, которые одновременно представляли русла течения грунтовой воды. Здесь трудности по большей части незначительные. Но имеются проекты, как например известный проект канала, соединяющего Одер с Эльбой по Нижней Силезии и Лаузицу, при котором имеющиеся русла вследствие их неблагоприятного направления не использованы и канал должен проводиться поперек долин и водоразделов. Здесь имеет решающее значение плотность почвы или, где она недостаточна, возможность уплотнения стенок канала для предотвращения ухода воды в соседние области. Техника уплотнения каналов сделала за последнее время большие успехи, однако уплотнение всегда еще зависит от природных материалов. Третичные и делювиальные глины или наносные глины должны находиться по хозяйственным соображениям недалеко. При доставке на дно канала и к откосам они должны быть защищены от высыхания и растрескивания до наполнения водой канала. Надежное уплотнение особенно важно в таких местах, в которых необходимо экономно обращаться с наполнением водой канала вследствие недостатка более сильных притоков.

Очень своеобразны результаты с запрудами долин (плотинами) в четвертичной формации. За последние 30 лет в Северной Германии, в частности в Восточной Померании и в Восточной Пруссии было построено значительное количество плотин на маленьких речках, русла которых большею частью погружаются террасообразно в четвертичную формацию. Одной из самых старых таких построек была плотина Страшин-Прангшин, в теперешнем вольном Данциге, с высотой подема уровня в 14 м, посредством которой Радаумская речушка была использована для получения энергии (ср. Behrendt и Bökenkamp в «Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure», 1910). Благоприятным обстоятельством являлось здесь то, что подпруда почти на всем своем протяжении могла быть включена в плотную наносную мергельную подпочву и что получившийся уровень воды мог находиться в мергельной ванне, закрытой песком большей или меньшей мощности. В качестве непроницаемого ядра плотины был уже в то время применен, как почти во всех позднейших плотинах, наносный мергель.

Опыты, производившиеся тогдашним мелиорационным строительным ведомством в Данциге, показали, что наносный мергель является особенно благоприятным строительным материалом для таких плотинных ядер. Его глинистые составные части делают его водонепроницаемым и содержащиеся в нем более мелкие и более грубые, довольно острые обломки пород сообщают ему заметную степень сопротивления сжатию и сдвигу, следовательно сильно понижают его пластичность. В дальнейшем позднейшие постройки плотин в Северо-восточной Германии нередко должны были происходить на участках долин, у которых боковые стенки или также подпочва были не из наносного мергеля,

Мокрый песок обладает, даже будучи мелкозернистым, довольно высокой грузоподъемностью при абсолютно спокойных грузах. Но как только одновременно с нагрузкой связано и сотрясение, фундамент неудержимо оседает. Эти наблюдения были сделаны в Северной Германии при многочисленных постройках фабрик. В одном случае силовая установка была построена на долинном песке от мелкого до среднезернистого, который на глубине приблизительно от 3 до 5 м был пропитан грунтовой водой. Вращающиеся грузы необыкновенно спокойно работающих паровых турбин и генераторов тока не причиняли здесь никакого чрезмерного оседания машинных фундаментов. Иначе дело обстоит в соседнем строении, принадлежащем сюда же, в котором аппараты для размельчения угля работали со значительно более сильными сотрясениями. Там почвы отставали от обхватывающих их стен, аппараты начинали оседать и должны были быть заново подхвачены особыми свайными конструкциями. В другом случае достаточно было стучащих вентилей больших насосных агрегатов водоснабжающей станции, чтобы вызвать поломку фундаментной плиты на мелком песке, вначале сухом, а в несколько метров глубже пропитанном водой, так что и здесь необходимы были дорогие стоящие новые фундаменты-ропки посредством бетонных свай.

Сухие делювиальные пески, а также достаточно мощные наносные глины могут служить сплошь как хороший фундамент. У ледниковых четвертичных образований структура этих отложений нередко причиняет затруднения. Песок, глина и клочки наносной глины очень часто благодаря материковому льду собирались и сдвигались в беспорядке. Эти нарушения могут занимать обширные пространства. У побережья из четвертичной формации можно иногда великолепно видеть все величие этого явления. Самым красивым, известным мне примером этого может служить Lönstrup-Klint около 8 км длиной в Северо-западной Ютландии, структура которого великолепно описана Axel Jessen (Dänmarks Geologiske undersøgelse, Serie II, № 49, Copenhagen 1931).

Ледниковые складчатые структуры в Северной Германии местами открыты разработкой копей бурого угля, например в знаменитом Faltungsbogen in Mucka и в Нижней Силезии (ср. объяснения к Bl. Mucka, вып. 266, геологическо-агрономической специальной карты Пруссии, Берлина Geolog. Landesanstalt und R. Potonic „Ueber den Muckauer Faltenbogen, Jahrb. d. Pr. Geolog. Landesanstalt, Bd. 51, 1930).

Главный тип этих структур — чешуйчатое строение, чередование слоев песка и глины или наносного мергеля в определенных расстояниях, косо надвинутых одни на другие, с всегда повторяющимися крайними полосами. Только посредством очень частой сети исследовательских бурений можно установить эту структуру так точно, как того требуют постройки различного вида. При выемках для каналов и железнодорожного пути могут вследствие недостаточного знакомства с ними произойти при планировании неприятные пререкания с организациями, производящими работы, когда например твердые массы протой и чистой глины неожиданно появляются вклиненными в песчаные массы и делают почти невозможным рытье или вычерпывание.

При основании шлюзов, водонапорных бассейнов для силовых установок паровых подьемных сооружений и больших построек другого вида меняющиеся свойства строительного грунта в ледниковых осадочных областях, не поддающиеся вычислению на самом тесном

пространстве, часто служат препятствием и вынуждают даже к перемещению места. Вместе с составом слоев в таких местах меняется также и водный режим и этим увеличивает затруднения; поэтому опять-таки нужно налегать на достаточно частое и глубокое бурение строительного грунта, как это производилось в образцовом виде перед постройкой колоссального пароводно-подъемного сооружения Niederfinow у Берлино-Штеттинской большой паровой линии.

Во многих случаях подземные сооружения и основания надземных сооружений могут быть возведены только посредством искусственного понижения грунтовых вод. Это имеет особенное значение при сооружении подземных железных дорог в четвертичной почве. Вследствие этого наступает временное обширное обезвоживание, иногда в низменностях, в которых крупные запасы воды обнаруживают поразительно малую прибыль. Действие понижения грунтовых вод у широких рек может конечно распространяться ниже русла от одного берега до другого только тогда, когда русло реки вследствие отложений грязи стало непроницаемо. Мне известен такой случай из сооружения большого шлюза. В почвах, богатых коллоидами, бывают также случаи, когда продолжительное очень глубокое понижение уровня грунтовой воды производило значительную осадку почвы, которая после восстановления прежнего уровня грунтовой воды исчезает только в очень малой степени; строения, находящиеся на таких землях, могут по этой причине надолго пострадать от сырости.

Здесь можно кстати отметить, что и сильное понижение открытых вод, имевших раньше довольно равномерный уровень, причиняло довольно большой вред. Известным примером для этого служат сдвиги (оползни) ледниковых глин со своих скалистых оснований, у берегов Вальхензее в Верхней Баварии, после того, как это озеро стало запасным резервуаром для водяных двигателей и начало претерпевать необыкновенные колебания уровня воды больше 3 м. От этого глины некоторых береговых разрезов внезапно лишились поддержки водяного столба.

В больших городах сильные колебания грунтовых вод очень часты. Прежде всего бывает, что водопроводные сооружения или промышленные предприятия больших городов сильно понижают естественный уровень грунтовых вод непрерывным или сезонным расходом воды; затем при устройстве фундаментов больших сооружений, канализаций, подземных железных дорог и т. п. вызывают в той или другой части города в течение одного года довольно большие падения уровня. Независимо от степени осушки мелких колодцев в общем от этого не бывает вреда; если же в городах с аллювиальным, неустойчивым строительным грунтом, дома стоят на свайных основаниях и эти последние своими верхними частями попадают в сферу грунтового воздуха, в которой они загнивают, то это вскоре приносит большие строительные повреждения. Это например обнаружилось с Майнским собором и с целым рядом домов в тех частях Берлина, в которых надежная песчаная подпочва была переполнена отбросами старых вод, ямами и трясинами, переполненными грязью на 15 м глубины.

Здесь необходимо добавить, что дороги, пропитанные водой или богатые коллоидной (например болотистой) подпочвой, особенно сильно разрушаются движением грузовых автомобилей. Уже было указано на то, что такого рода подпочва при динамической нагрузке обнаруживает гораздо худшие свойства, чем при статической. На дорогах

с глубокой сухой подпочвой дома от грузового движения повреждаются гораздо меньше, чем при вышеупомянутых условиях.

Одну обособленную группу в отношении техники строительного грунта представляют аллювиальные почвы. В Голландии и у немецких берегов Северного моря далеко распространяются болотистые низменности (марши), которые в некоторых случаях состоят на глубину в 20 м и больше из наносной морской глины, мелкого глинистого песка и подчиненных торфяных флещов. В этих, богатых водою, почвах погружаются все тяжелые статические грузы. Под старыми Seedeichen, искусственными сторожевыми вышками, тяжелыми шлюзовыми сооружениями и т. д. всегда находятся глубокие вдавливания профиля слоев. Наименее грузоподъемны бываю естественно недавно нагруженные почвы этих областей. При обходе портовых городов, как например Эмдена или Бремергафена, можно на каждом шагу видеть изогнутые мостовые, искривленные осевшие дома и отклонившиеся от вертикали бастионы. Почва не только сжимается, но и отходит вбок к ненагруженным местам и в особенности к искусственным или естественным выемкам. Она некоторым образом плывет в углубленные бассейны гавани, в каналы и т. п., и никакие бастионы не могут ее надолго удерживать; она даже прорывает основание водопровода. Иногда при этом обнаруживаются недостатки в устройстве фундаментов. В маленьком голштинском городке, в приморских низменностях, я ознакомился с одним зданием, стоявшим на хорошо высушенной и укрепленной глинистой почве, которая однако лежала на глубине 1,5 м на пласте торфа, еще довольно мягкого, мощностью в 3 м. Продольные стены здания помещались на фундаменте только глубиной в 60 см в глине и до некоторой степени держались. Для фронтовых стен напротив фундаментные канавы были вырыты на глубину в 1,2 м, так что под ними было только 60 см. глины. Так как эти фронтовые стены к тому же были тяжелей продольных стен, то они сильно вдавили глину и оторвались от продольных стен. Владелец приписал вину не своему архитектору, а городскому управлению на том основании, что оно сложило на соседней улице на продолжительное время тяжелую кучу камней для мостовой, хотя эта нагрузка в виду пластичности глины могла повлиять только на уличную подпочву в непосредственной близости, но не на строительный грунт дома, удаленного больше чем на 20 м; процесс по этому делу кончился явно ошибочным приговором не в пользу города.

3.

Неизмеримое значение имеет четвертичная формация в отношении природы массовых сырых материалов для строительного дела, керамического производства, мелиорации почвы и т. п. Здесь играет конечно большую роль ее местное или региональное образование. Одни земли изобилуют гравием, песком и камнями; в других же эти материалы почти совершенно отсутствуют. В ледниковой области некоторые конечные морены и эрозионные террасы служат хорошими поставщиками камней. Однако их материал имеет тот недостаток, что он находится не в бесформенных кусках, как в каменоломнях, или же в виде резко разграниченных пластов, в определенных больших разрозненных формах, — а в округлых глыбах различной формы, затем этот материал неоднороден и по составу. Во многих частях Северной Германии, особенно у западных берегов Балтийского моря,

эратический материал содержит большой процент осколков непригодного кремня, который должен быть выделен. Остальные породы отчасти трудно разбиваются на куски определенного формата, например Диабаз, гранит, порфир, песчаник, известняк имеют совершенно различные сопротивления изнашиванию и в мостовых они оказывают разное сопротивление изнашиванию и выветриванию. В прежнее время в моренных городах, о которых было сообщено, сортировали камни по величине, не обтесывая их, и мостили ими мостовые в форме «кошачьих голов». Позже начали их обтесывать, но уже не могли конкурировать с лучшим и более равномерным привозным товаром из Швеции и Средней Германии. В настоящее время в Германии моренные породы перерабатываются главным образом для дорожного щебня и железнодорожного баласта. Северогерманские морены отчасти уже сильно использованы и мощность их пластов резко достигает мощности больше 9 м и ни в каком направлении не дают большой длины. Это были неравномерные большие или меньшие гнезда, плоские, пластообразные залежи, или насыпи на подпочве другого вида.

Все это понижало их ценность. В отдельных местностях морены не содержали много известковых отложений, которые в прежнее время собирали и обжигали для мелкого сельского строительства, так например в Восточной Пруссии (в области Мазуров) и в Нижней Силезии, Лаузица, Шлезвиг-Гольштинии. С повышением спроса и улучшением сообщения отказались от этих примитивных способов добывания известки в пользу получения ее из крупных залежей. Иногда также копали полевой известняк для изготовления известки (кладка кирпичных стен) или для удобрения почвы. Для этого лучше всего пригодны были полевые известняки, не содержавшие много коллоидов и при сушке не затвердевавшие комьями, а остававшиеся в виде пыли и легко растиравшиеся. Особенно благоприятны были известковые копи из подводных террас бывшего морского дна, которые от природы или от прежнего понижения уровня вод достаточно высохли. В таких местностях развилась доходная мелкая промышленность, и еще в настоящее время имеются предприятия, вырабатывающие известь специально для удобрения почвы. При достаточной распространенности использовали аллювиальные, известковые залежи также для фабрикации цемента, особенно там, где они залегали на глине, которая вместе с ними могла доставляться. Впрочем мне в Германии не известны случаи развития крупной цементной промышленности вроде той, которая развилась в области меловых, юрских и триасовых известняков.

В ледниковых областях гравий обыкновенно служит не только для баластировки дорог и т. п., но и для приготовления бетона. Для этой последней цели гравий должен в большинстве случаев применяться, так как он отчасти в первичном виде, отчасти вследствие процессов выветривания содержит по большей части незначительные количества глины или коллоидального гидрата окиси железа. Обыкновенно ледниковый гравий острее ручного баласта. Наиболее шероховатым и острым является конечно искусственно раздробленный баластовый щебень из наносного материала. Грубые и среднесернистые ледниковые пески дают всегда хороший песок для каменных кладок, а речные пески и именно пески из дюн оказываются для этой цели слишком «мягкими». В отдельных местностях охотно применяют в качестве материала для укрепления дорог также дерновый железняк; изобилую-

щие им луга могут быть очищены только механически и таким образом, так что, используя этот напор, можно поднимать воду посред-
улучшены для сельскохозяйственных целей. Удаленный дерновой жством водяных таранов.
лезняк в прежнее время, когда он встречался в больших количества
или когда по нужде на него обращалось внимание, собирався для
бывания железа. Доисторическая и средневековая железная промыш
ленность в Северной Германии, не имевшая подходящих железных р
основана была полностью на дерновом железняке.

4.

Неизмеримое значение имеет также четвертичная
формация в деле водоснабжения городов и сел. В
всех местностях, в которых четвертичная формация до некоторо
степени мощна и не распространена исключительно как заве
на старых горных краях, она используется почти исключ
тельно для водоснабжения. Имеются однако большие прин
пиальные различия между различными местными типами четвер
тичных отложений. Наибольшим обилием грунтовых вод обладаю
обыкновенно долины теперешних рек и из них те, которые предста
вляют первоначальные долины делювиального происхождения. Вне ле
никового делювия строение слоев и приток воды в общем более регу
лярны, чем внутри ледникового делювия. В последнем опять-таки од
родные области песка и резервуары прежних запруженных озер та
же однородны и просты и в отношении грунтовых вод. Условия тру
нее на равнинах или в волнообразных местностях с моренной почвой
и наибольшие затруднения представляют конечные морены. Пр
устройстве малых сельских поселений и сельскохозяйственных про
мышленных предприятий в большинстве случаев можно до некоторо
степени выйти из затруднения. Если эти почвенные морены поверхно
стно песчаные, то можно в большинстве случаев посредством мелки
колодцев у границы песчаной коры и более компактной глины, ос
бенно в малых понижениях поверхности, найти необходимое количе
ство воды; во время продолжительных засушливых периодов такой
рода колодцы во всяком случае не удовлетворяют потребностей в п
тьевой воде и для водопоя скота. Всякая наносная глина по направле
нию в глубину исчезает, и если не окажется особо неблагоприятных сл
чайностей в виде безводных слоев глины, то в основании окажется п
сок или гравий. В Северогерманских моренных местностях бесчислен
ные фонтаны добывали воду из глубины в 10, 20, 30 и 50 м от так
«нижних» песков. Встречаются однако разбросанные отдельные мест
ности с моренной почвой, в которых приходилось бурить скважины в
глубину от 100 до 120 м, чтобы добыть воды, так что в малых поселе
ниях колодец оказывался иногда самой дорогой установкой. Небольш
шие города, не расположенные у водопроводящих долин, часто снаб
жаются грунтовой водой ледникового песка из-под покрова моренной
грунта. В случае нужды этот горизонт должен быть использован та
же и большими городами, как например Киль.

Своеобразные условия преобладают иногда у берегов. У г. Фленс
бурга имеется поток грунтовых вод в нижнем песке в направлении
ниже Фленсбургской морской бухты. Он перекрыт наносной глиной
защищающей его от соленой воды. Фленсбургская водопроводная стан
ция находится очень близко от берега, и некоторые скважины стоя
в воде и доставляют пресную воду из-под морской воды. В долине
грунтовая вода стоит в нижнем делювиальном песке, часто под напором

В конечных моренах неравномерное строение причиняет часто
большие затруднения; иногда ни гидролог, ни геолог не могут верно
предсказать что-либо о присутствии воды, и вскрытие воды зависит
от энергичных попыток бурения в надежде на счастливый случай. Если
удалось напасть на водоносный пласт, то прежде всего нет перспектив
относительно происхождения грунтовой воды. В этом отношении не
обходимо быть крайне осторожным, так как водопроницаемые тела
часто неравномерно ограничены и имеют различную величину. Иногда
дело касается быстро опорожняемых «водяных мешков» (резервуаров
для воды), и водопроводные станции малых городов в этом отношении
уже испытали не одно разочарование. Поэтому все соединения водо
проводящих слоев должны быть выяснены геологическим исследова
нием и бурением. Здесь необходимо отметить, что в моренной области
часто встречаются совершенно безводные мощные залегания гравия,
лежащие глубоко под уровнем грунтовой воды. Эти пласты песка или
гравия в таких случаях окружены глиной или наносным мергелем. То,
что высота подъема в различных горизонтах грунтовых вод очень не
одинакова, ясно само собою.

В песчаных пластах грунтовая вода может быть равномерно рас
пространена, но при этом она в котловинах подпочвы может концентри
роваться в большом изобилии. То же относится к террасообразным
речным долинам, покрытым песком. Первоначальные долины рек Се
верной Германии имеют обыкновенно довольно высокий и равномер
ный уровень грунтовых вод, так что можно почти во всех местах
устроить водоснабжающие сооружения; их доходность очень велика.
Водоснабжение Берлина с почти 200 млн. м³ в год покрывается глав
ным образом грунтовой водой колоссальных первоначальных долин
Шпрее и Гавеля, причем она во всяком случае отчасти дополняется
крытыми речными водами. До сих пор еще ни один из германских
городов не встречал препятствий своему росту от недостатка грунто
вых вод: всегда удавалось на месте или на сносных в хозяйственном
отношении расстояниях добыть необходимое количество воды для на
добностей человека или для промышленных целей. Во всяком случае
при этом пользовались водой из третичных отложений. Так например
Большой Гамбург с окрестными прусскими городами получает значи
тельную часть необходимых вод из песков плиоцена и из среднего и
нижнего миоцена из скважин глубиной до 350 м.

Качество делювиальных вод очень различно. Оно зависит главным
образом от химической и минеральной природы самих четвертичных
слоев. В аллювиальных областях со слабой водоносностью высоколе
жащая верхняя часть грунтовой воды глубиной приблизительно до 30 м
чаще малоценна вследствие большого содержания железных и азот
ных соединений или марганцевых солей; только на больших глубинах
можно найти хорошую воду. Известное содержание железа свойственно
почти всем делювиальным водам. Содержание извести часто сообщает
воде значительную жесткость, особенно в позднейших моренных мест
ностях.

Не всегда желательная примесь в некоторых водах Северной Гер
мании — это соль. Мы находим ее широко распространенной в при
брежных областях Северного и Балтийского морей, а также во внутрен
них областях, где она не имеет никакого отношения к морской воде,

а находится в связи с залежами каменной соли более глубокой почвы. В тех местностях, где соляные купола цехштейна поднимаются почти до поверхности земли и даже выше, солончаки на небольшой глубине представляют обычные явления. Оттуда они часто распространяются очень далеко. Так например в гг. Любеке и Олдеслое встречаются слабые солончаки в более глубоком делювии, о которых предполагают, что они произошли из довольно удаленного Зеgeberгского соляного и гипсового горного кряжа.

В берлинской подпочве четвертичная формация и миоцен совершенно не содержат соли, однако при бурении миоценового покрова средней олигоценовой глины, залегающей под четвертичной формацией и миоценом, входят в нижние олигоценовые пески, которые повсюду образуют солончаки; в различных местах города на глубине в 250 м были найдены помощью бурения такие солончаки. Также и в г. Бремен, в области которого имеются цехштейново-соляные толщ, имеет во многих местах уже на небольшой глубине в четвертичной формации соляную грунтовую воду, которая получалась от выщелачивания соляных толщ. То же касается Лüneбурга и других городов.

При взморье соленые и негодные грунтовые воды далеко распространяются. В северных приморских низинах очень часто только самая верхняя грунтовая вода, находящаяся в связи с открытой водой канала, пресная, но вследствие своих гигиенических свойств к употреблению мало пригодна. В нижнем песчаном аллювии вода непригодна. Попытки получения хорошей воды из более глубоких слоев четвертичной формации часто не удавались. Вследствие этого жители различных больших низменных мест получают питьевую воду помощью проводки из приграничных делювиальных высоких областей на расстоянии более 10 км. На песчаных островах Северного моря до восточно-фризийского и ольденбургского берега и на больших Севернофризийских островах имеется годная к употреблению пресная грунтовая вода, заключенная в форму больших шаровых сегментов, которые по направлению к беергу выклиниваются, а в середине достигают мощности до 30 м. Под ними залегает соленая вода, которая в почве только немного смешивается с пресной. Следовательно там можно очень часто черпать пресную воду из мелкого колодца и соленую — из глубокого колодца.

Интересны явления прилива и отлива у берегов Северного моря, влияющие также на грунтовую воду. В ближайшем соседстве к взморью и берегам с приливами и отливами у рек поверхность грунтовой воды делает такие же движения приливов и отливов иногда высотой до 42 м, по мере удаления высота движения уменьшается, а разница во времени по сравнению с движением открытых вод увеличивается. Уровни колодезей следуют при этом приливам и отливам с колебаниями только немногих сантиметров и разницей во времени в несколько часов. Иногда движение странным образом передается также на очень глубоко лежащие горизонты грунтовой воды. Под Гамбургом например в колодце глубиной в 350 м установлено более слабое движение приливов и отливов в грунтовой воде миоценовой формации, хотя она изолирована была от четвертичной формации слоем глины мощностью почти в 100 м, слой которой, проводящий грунтовую воду, опять-таки были закрыты аллювиальной глиной от притока открытых вод сверху. Трудно представить себе, чтобы от набежавшего прилива, высота которого достигает приблизительно 2 м, могло исходить непосредственное давление, вызы-

ывающееся на изменении уровня грунтовой воды; при этом странном явлении передача давления повидимому зависела меньше от эластичности земляных слоев, чем от почвенного воздуха.

При устройстве колодцев в моренных областях наносы являются часто неприятными и техническими препятствиями; они должны быть устранены взрывами. Другой неприятной средой являются мелкие и мельчайшие плавучие пески; если они находятся под напряжением, то их бурение до месторождения может иметь иногда неожиданные последствия. Плавучий песок неудержимо поднимается тогда из отверстия трубы и вызывает оседание окрестности, вследствие чего могут получиться тяжелые повреждения построек. Известен подобный случай в городе Шнейдемюле (ср. Ientzsch, (Stapff, Krebs, Herzberg u Ochsenius in der „Zeitschr. f. praktische Geologie“, Jahrg. 1893, 1894 и 1899).

Наконец следует вкратце остановиться на обезвоживании четвертичной формации. Они имеют значение только для построек и копей, например глиняных копей для кирпича. Условия так же меняются, как и при получении воды, и по временам возникают из свойств веществ и структуры четвертичных слоев. Обратим внимание только на одно, именно на то, что при всяких более глубоких врезываниях в почву следует считаться с подвижностью четвертичной формации и что эта подвижность находится в теснейшей связи со структурой. Особые трудности она представляет в моренных областях, в которых всевозможные почвенные массы осажжены вместе. Глина четвертичной формации вследствие сжатия льдом очень часто отделяется чешуями, которые отделены друг от друга тонкими плоскостями скольжения. По плоскостям этим могут произойти при расщеплении внезапные отделения значительных масс. Поэтому здесь следует приступать к делу с особой осторожностью.

Берлин, Местное отделение Прусского геологического института

(Рукопись поступила 2 февраля 1933 г.).

Ingenieurgeologische Erfahrungen im Bereich der Quartär-Formation

(Zusammenfassung)

Von Prof. W. Wolff (Berlin)

Der Verfasser beschreibt einige Eigentümlichkeiten der Quartär-Ablagerungen, die auf die Ingenieurbauten wirken. Er zeigt, dass die ihm bekannten Angaben der Arbeitsuntersuchungen in Nord-Deutschland für ein bedeutend grösseres Gebiet von Interesse sein könnten, wo die Quartär-Ablagerungen dieselben Bestandteile besitzen und eine gleiche Rolle spielen.

Hierzu gehören Holland, Dänemark, die Nord- und Südzone der U. d. S. S. R. und die an sie grenzenden Staaten. Teilweise wird auch Schweden in diese Gebiete mit eingeschlossen. Die Eigenschaften der Quartär-Ablagerungen spielen in diesem Gebiet eine sehr wesentliche Rolle, da alle Bauten, die der Mensch hier aufführt fast ausschließlich die Quartärdecke fassen und die älteren Gesteine nur in seltenen Fällen erreichen.

Die Beschreibung wird nach den Typen der Bauten durchgeführt, die irgendwie die Quartär-Ablagerungen berühren.

Der Verfasser unterscheidet vier Typen:

1. Die ein grosses Terrain der Erdoberfläche umfassen und tiefe Arbeiten nicht fördern: Kanäle, Eisenbahnen, Wege, Strassen, Dämme und Bauten zum Schutze der Ufer. In diesem Falle spielen eine grosse Rolle die Eigenschaften des Grundes, so auch die Form des Ortes. Hierzu gehören die Fragen der Ladefähigkeit des Grundes bei den statischen und wibrierenden Beladungen, Standhaftigkeit der Wände der Ausgrabungen, Durchsickerung des Wassers im Untergrund u. s. w.

2. Die Arbeiten lokalen Charakters, für die Bestandteile des Grundes von Hauptbedeutung sind: die Bauten der Häuser, Fabriken, Brücken u. s. w. Hierzu gehören hauptsächlich, die Fragen der Grundsteinlegung, die Ladefähigkeit bei den grossen statischen Beladungen, die Auspressung der beweglichen Ablagerungen unter der Wirkung der Beladung u. s. w.

3. Ausnutzung des Stoffes der Quartär-Ablagerungen als nützliche Mineral,—hauptsächlich Baustoffe u. s. w.

4. Ausnutzung des Gewässers der Quartär-Decke für die Wasserversorgung. Die Bestandteile und das Verhältnis des süßen und salzigen Wassers an den Meeresufern, die Form der unterirdischen wassertührend Becken, die Entwässerung des Grundes.

Bei der Betrachtung der Eigentümlichkeiten der Quartär-Ablagerungen bei der Ausführung der Arbeiten jedes obenerwähnten Types, gibt der Verfasser eine Reihe von Beispielen aus der deutschen und teilweise schwedischen und dänischen Praxis.

Некоторые черты тектоники юго-востока Сибири

Ю. М. Шейнман

Со времени работ вдоль линии Сибирской железной дороги в последние годы XIX в. вся область, начиная от иркутского амфитеатра на северо-западе и до манчжурской границы на юго-востоке, представлялась в виде древнего массива, сложенного породами докембрийского возраста, с начала кембрия, не затронутого сколько-нибудь значительными движениями. Являясь чуть ли не главной частью древнего темени Азии, эта чрезвычайно древняя глыба на севере граничила с более молодым образованием — районом, восполненным осадками нижне-палеозойского моря. Уступ иркутского амфитеатра являлся берегом этого морского бассейна, сохранившимся до сих пор. Внутри интересующей нас области были известны многочисленные пятна юрских пресноводных отложений. Эти отложения приурочивались к областям опускания — грабенами, образовавшимся в начале мезозоя, если не в палеозое.

Эти грабены и возвышающиеся между ними в виде хребтов горсты вытянуты в северо-восточном направлении. Их смена создает основу современного рельефа Забайкалья. Вдоль сбросовых трещин происходило излияние лав, широко распространенных на этой площади.

Первые удары этой схеме были нанесены работами в районе Байкала и истоков Ангары. М. М. Тетяев после своих работ на северо-западном берегу озера (1912—1914 гг.) отнес складчатый пояс, ограничивающий здесь древнее темя, к каледонскому возрасту и включил в область этой складчатости все древнее темя. Он же установил ангарский надвиг, по которому породы Саяна надвинуты у устья Ангары на пресноводные юрские отложения, и он же совместно с Н. И. Свистальским и С. А. Докторович-Гребнишким отнес Восточное Забайкалье к варисцийской складчатой зоне. Незадолго перед этим Г. Н. Фредерикс нашел в этом районе морские отложения девона и нижнего карбона. Дальнейшие работы в этой области прекратились, и к началу революции общая схема строения этой части Сибири рисовалась, как известно, в виде Сибирской платформы, окруженной с юга дугой каледонской складчатости. Дальше на юг и юго-восток находится мощное вариссийское складчатое сооружение, которое только вблизи океана сменяется альпийским. В пределах первых двух областей складчатости как-то проявлялись альпийские движения. Самое северное из них — ангарский надвиг — было несомненным доказательством этого.

В области, лежащей дальше, на юг — Монголия, Гоби, Северный Китай, — картина была довольно неясной. Судя по данным В. А. Обручева для Монголии и Гоби и М. А. Усова для северо-востока Монголии (хребет Кентей), весь этот район сложен докембрием, на котором рас-

положены пресноводные осадки мезозоя и третичных. Дальше на юг расположена древняя синийская плита.

Такое представление о Гоби и Монголии, как о древнем сооружении, доказывается в последнее время и американскими геологами (Berkey and Morris. „Geology of Mongolia“).

Решительный перелом в наших представлениях о строении юго-востока Сибири наступает с 1926 г., — года начала интенсивных геологических исследований в Восточном Забайкалье. Уже первый год работ принес богатейший новый материал по этому району. Новые данные властно заставляют пересмотреть все наши воззрения на строение не только Забайкалья, но и Дальнего Востока, района древнего течения и прилегающих частей Монголии и Китая.

Основными моментами, полученными в результате этих исследований, являются следующие.

В первый же год работ были открыты мощные морские юрские отложения (К. Г. Войновский-Кригер, Ю. М. Шейнманн). По существу здесь правильное было бы говорить не об открытии, а о подтверждении старых сведений. Просмотр старой литературы и рукописей показал, что эти отложения известны были давно, но все эти сведения были в последующем забыты. В этом отношении решающую роль сыграло полное отсутствие юрской морской фауны в коллекциях, собранных партиями, работавшими вдоль линии железной дороги. В связи с отсутствием каких бы то ни было фаунистических остатков в этих коллекциях все породы, слагающие Восточное Забайкалье, — кроме юрских, меловых и третичных пресноводных отложений, были огулом зачислены в докембрий.

Не менее важным являлся установленный в том же 1926 г. факт региональной интенсивной складчатости мезозойских отложений.

Таким образом уже в результате первого года работ было доказано, что Восточное Забайкалье относится не к древнему тению, как считал В. А. Обручев, и не варисийской зоне складчатости, как предполагал до этого М. М. Тетяев, а к альпийскому складчатому поясу, до сих пор вовсе неизвестному в этой части Азии. В результате работ следующих лет были открыты морские отложения мела (С. А. Музылев и О. Н. Кичигина, 1930 г.), верхнего триаса (К. Г. Войновский-Кригер и Ю. М. Шейнманн, 1928 г.), нижнего триаса (Н. И. Толстихин, 1929 г.), перми (С. А. Музылев, 1929 г., и Ю. М. Шейнманн, 1928 г.), девона (К. Г. Войновский-Кригер, 1926 г.) и пресноводные отложения третичного времени (О. Н. Кичигина, 1930 г.) и мела (С. А. Музылев, 1929 г.).

Послеюрский возраст большинства развитых в этой области гранитных интрузий был доказан в 1926 г. В 1927 г. доказано существование крупных явлений надвигания, в которых принимают участие юрские отложения. Работами последующих лет доказано, что и более молодые отложения захвачены этими мощными проявлениями складчатости.

Вся картина сложного строения этой области вырисовывалась постепенно. В связи с этим отнюдь не сразу смогли облечься в строгую систему взгляды на строение Забайкалья. Их эволюция отразилась в ряде статей М. М. Тетяева и его сотрудников, появившихся за эти годы главным образом в «Вестнике», «Известиях Геологического комитета» и в «Геологическом вестнике».

Огромный материал, собранный во время исследований этих лет, лишь в незначительной своей части опубликован. Большая часть его

будет напечатана в течение ближайшего времени. В этой статье мне хотелось кратко изложить то представление о строении этой части Азии, которое сложилось у меня в результате 5 лет работы в Забайкалье. Представление это не может считаться основанным на исчерпывающем материале. Для этого необходимо критически пересмотреть весь накопленный материал, а такой возможности у меня нет.

Как уже указано выше, основными моментами, определяющими геологическое лицо Восточного Забайкалья, являются следующие: развитие морских мезозойских отложений (от триаса до мела), наличие наряду с ними пресноводных отложений юры, мела и третичных, региональная складчатость всех этих отложений и прорывающие их интрузии гранитов. Кроме того следует указать на то, что простирание складок мезозоя всюду северо-восточное и опрокинуты они к северо-западу. Уже эти данные говорят нам совершенно определенно о том, что эта часть Забайкалья входит в состав какого-то пояса альпийской складчатости, имеющего северо-восточное простирание. Складкообразующее давление по этим данным определяется как шедшее с юго-востока на северо-запад.

Для более ясного представления о строении этого района нам необходимо более подробно остановиться на имеющемся сейчас фактическом материале. Прежде всего о стратиграфии. Наиболее древними породами Восточного Забайкалья является мощная толща метаморфических сланцев и гнейсов. Внутри этой толщи повидимому существует резкое несогласие, разделяющее гнейсы от метаморфических сланцев. Его существование не может считаться твердо установленным, так как регионально оно не прослежено и наблюдалось, насколько мне известно, только в одном месте (на р. Ононе и у дер. Джиды). Метаморфическая система смята чрезвычайно интенсивно. Простирание складок в ней преимущественно северо-восточное, хотя в некоторых крупных участках мы находим резко выявленное северо-западное направление складок. Свита эта прорвана гранитами, в результате смятия и давления превращенными в катаклазиты и милониты. Интрузия эта связана только с метаморфической свитой и является (если не считать гнейсов) самой древней в районе. Возраст этой свиты невозможно установить, так как ее резко несогласно перекрывают лишь значительно более молодые пермские отложения. Главным районом ее развития является полоса к югу от Ингоды-Шилки, захватывающая борщевочный край и долину р. Онона.

На юго-востоке Забайкалья, в бассейне р. Аргуни, развиты метаморфические породы иного типа. Это значительно менее метаморфизованные породы, представленные филлитами с прослоями известняков. В одном из таких прослоев между Нерчинским и Газимурским заводами в 1931 г. Е. А. Пресняковым найдены археоцитаты. Однако трудно сейчас говорить, имеем ли мы дело здесь только с кембрием или в состав свиты входят также нижний силур и докембрийские породы.

Следующими по возрасту являются девонские известняки, известные только в небольшом районе на р. Газимуре. Несколько большим распространением пользуются каменноугольные отложения, представленные известняками и в меньшей степени песчаниками и сланцами турне. Эти отложения известны на р. Газимуре (Г. Н. Фредерикс, 1913 г.), р. Ононе (Ю. М. Шейнманн, 1926 г.) и левобережье Унды (С. А. Призонт, 1928 г.).

Пермские морские отложения Забайкалья относятся Фредериксом к нижнему отделу системы. Представлены они темными глинистыми сланцами, граувакковыми песчаниками и в небольшом количестве конгломератами. Эти отложения известны в районе ст. Борзи и к югу от нижнего течения р. Ингоды и в верховьях р. Шилки.

Триас представлен того же типа сланцами, песчаниками и конгломератами. Отложения нижнего отдела системы известны в среднем течении р. Унды, верхнего — в низовьях р. Ингоды и по северному берегу р. Шилки между Нерчинском и Сретенском.

В 1932 г. триасовые отложения найдены по водоразделу рр. Ингоды и Онона. В них встречены кроме указанных пород прослойки известняка.

Морские отложения юры — лейас и доггер (существование майя не доказано) — захватывают все правобережье р. Онона между ст. Оловянной и устьем р. Унды, продолжаясь отсюда с перерывами на восток до р. Газимур. Они представлены, так же как триас и пермь, глинистыми сланцами, граувакковыми песчаниками и конгломератами.

Пресноводные юрские отложения, представляющие собой повидимому всю юрскую систему от низов и почти до границы с мелом, состоят из светлых аркозовых песчаников, конгломератов, различных эффузивов и их туфов. Им подчинены бурые угли некоторых угольных месторождений Забайкалья. Отложения эти развиты повсеместно в виде отдельных пятен.

Морской мел известен в бассейне р. Турги и районе ст. Борзи. Литологически он чрезвычайно сходен с отложениями перми, триаса и юры и представлен теми же породами. Возраст этой свиты нельзя считать окончательно установленным, так как встреченные здесь формы могут быть являются не нижнемеловыми, а верхнеюрскими. Однако до настоящего времени эти отложения относились работниками Восточного Забайкалья к нижнему мелу. Пресноводные фации мел представлены самыми нижними горизонтами этой системы в виде давно известных слоев с фауной *Estheria Middendorffii*. Распространение их очень широкое. Вторым типом пресноводных меловых отложений относящимся к более высоким горизонтам этой системы, являются отложения, встреченные к юго-востоку от района Борзи. Намечается некоторая связь этих отложений с морскими (находка С. А. Музылева в их обломках раковины иноцерама).

С пресноводным мелом связана повидимому большая часть углей района.

Третичные отложения до настоящего времени известны исключительно в пресноводной фации. Фаунистически доказаны они только для района Борзи (работы С. А. Музылева, В. Н. Руднева и О. Н. Кичигиной). К этому же возрасту надо может быть относить угленосные отложения р. Аргуни (Чалбучинское месторождение) и мощную свиту конгломератов, развитую по северному берегу р. Шилки, перекрывающую несогласно пресноводную юру и тектонические контакты юры и метаморфических сланцев.

Наконец в первую половину четвертичного времени происходили излияния базальтов в виде горизонтальных покровов, сохранившихся на крайнем юге района и в верховьях Витима.

Вулканические циклы области можно кратко срезюмировать следующим образом. Наиболее древними изверженными породами являются глубинные породы, связанные с толщей метаморфических слан-

цев и гнейсов. Эта интрузия представлена главным образом гранитами, частично более основными породами, появляющимися обычно вблизи контакта с известняками. Породы этой интрузии несут резкие следы сильного давления и являются в подавляющей массе катаклазитами и милонитами. Процесс милонитизации захватывает всю массу этих пород и не приурочивается, как правило, к каким-либо определенным тектоническим линиям. Никаких проявлений эффузивной деятельности, связанных с этой интрузией, до настоящего времени неизвестно. Возраст интрузии определяется предположительно, как каледонский.

Следующим циклом является варисский. Связанные с ним интрузии с несомненностью констатированы только в бассейне нижнего течения р. Онона. Это также в основном граниты и грано-диориты. Породы эти перенесли всю альпийскую эпоху складкообразования и поэтому также подвергались процессу милонитизации. Однако раздробление лишь в незначительной степени захватило всю интрузию в целом. Только вдоль линий тектонических контактов этот процесс проявился в сильной степени. При этом в этих зонах породы переходят в милониты, иногда характеризующиеся чрезвычайно сильным раздроблением зерен. Может быть в юрских порфириновых лавах мы встречаем последние фазы этого вулканического цикла, хотя правильнее вероятно эти изменения связывать с альпийской интрузией. Эта крупного масштаба вулканическая деятельность охватывает весь юг Забайкалья.

Наконец самым молодым проявлением вулканической глубинной деятельности является мощная интрузия грано-диоритов, гранитов и кислых гранитов, прорвавшаяся во время альпийской складчатости, создавшей основные черты строения района. Интрузия эта, захватившая повидимому очень большой отрезок времени, может быть разделена на несколько фаз. В настоящее время наши знания об этой интрузии еще недостаточно полны, чтобы можно было провести это деление достаточно четко. Сейчас намечаются только первые штрихи этой картины. Можно говорить о двух типах гранитов, на которые распадаются породы этой интрузии. Часть из них, слагающая юго-восток района и северную часть (примерно к северу от рр. Шилки — Ингоды), представлена в основном грано-диоритами и связанными с ними лампорфировыми жильными породами. Породы этого типа встречаются и в промежуточной, центральной, зоне, но там они резко уступают по своему распространению кислым породам второго типа. Эти последние являются кислыми гранитами, часто переходящими в пегматиты. Их массивы рассеяны пегматитовыми и аплитовыми жилами. Породы этого типа встречаются главным образом в центральной, вытянутой с юго-запада на северо-восток полосе. Классическим примером их являются граниты Борщевочного хребта, Шерловой горы и Цаган-Олуня. Мы имеем здесь дело повидимому с двумя фациями той же интрузии.

Возрастные взаимоотношения этих трех крупных полей юных гранитов в настоящее время не ясны. Но в пределах центральной зоны можно считать доказанным существование двух фаз интрузии. Первая — более основная, приближающаяся по типу к грано-диоритовым полям и метаморфизующая их. Верхняя граница возраста пород этой фазы определяется размыванием их в третичное время. Гальки этих гранитов находятся в третичном конгломерате на р. Шилке, и налега-

ние этого конгломерата на размытую поверхность гранитов этой фазы наблюдается в обнажениях.

Вторая фаза характеризуется внедрением кислых гранитов с пегматитами, типичных для центральной зоны. Эта интрузия происходила вероятно в третичное время.

Четвертичные лавовые излияния являются повидимому последней фазой альпийского вулканического цикла. В пределах Забайкалья они закончились повидимому в первую половину этого периода.

Большая часть полезных ископаемых Восточного Забайкалья, чрезвычайно разнообразных, связана с альпийской интрузивной деятельностью. Сюда относятся многочисленные, издавна известные месторождения свинца и цинка, железные, оловянные, вольфрамовые и другие руды, месторождения драгоценных камней и т. д. Весь горнорудный облик Восточного Забайкалья обусловлен внедрением альпийских гранитов.

Нам остается кратко коснуться тектонической характеристики района.

Уже первый год работ здесь показал, что Восточное Забайкалье является частью альпийского складчатого пояса и что основные черты его структуры связаны с мощным складкообразованием этой эпохи. Складкообразование выразилось в интенсивном смятии пород, большим развитием явлений надвигания. При этом все Восточное Забайкалье довольно резко может быть разделено на три крупных тектонических зоны.

Первая из них, самая северная, характеризуется большим распространением гранитов и пресноводного мезозоя. Повидимому в ней много древних пород (гнейсы, метаморфические породы). Морской мезозой отсутствует. Зона эта изучена слабее других. Отсутствие пластичных пород сказалось на характере тектоники, — складки мезозоя пологие, слабо развитые, много разломов. Зона эта сливается с зоной Западного Забайкалья, характеризующейся еще меньшим проявлением складчатости.

Дальше к югу и юго-востоку находится вторая, центральная, зона Восточного Забайкалья. Своей северной границей она заходит за левый берег р. Шилки, захватывает низовья р. Ингоды. Дальше на юго-запад ее граница проходит где-то по водоразделу рр. Онона — Ингоды и уходит в пределы Монголии. Ее южная граница захватывает район Газимурского завода, бассейн р. Турги и выходит на монгольскую границу между Тарейскими озерами и гор. Акшой. Это наиболее сложная и интересная часть Забайкалья. Для этой зоны характерно развитие морских мезозойских свит. Очень сходные по своему типу, они все представлены темносерыми глинистыми сланцами, граувакковыми песчаниками и такого же типа конгломератами. Тот же тип имеют и развитые здесь отложения перми. К этой же зоне приурочена кислая фаза альпийской интрузии. Тектоника характеризуется чрезвычайно сильным смятием мезозоя и большим развитием покровов шарьяжа.

В средней части этой зоны вдоль нижнего течения р. Онона она может быть подразделена с севера на юг следующим образом:

1. Подзона морского триаса и северных метаморфических сланцев (повидимому автохтонные образования).
2. Покров метаморфических сланцев и перми. Покров этот в свою

очередь распадается на ряд чешуй (по крайней мере на три) и имеет очень сложное строение.

3. Подзона выходов герцинских массивов (турне, верхнепалеозойские граниты).

4. Покров морской юры.

5. Второй покров метаморфических сланцев (без пермских отложений).

Это деление не может быть выдержано по всей длине зоны. Ее современная тектоника в значительной мере определяется остатками доальпийских структур (вероятно главным образом варисцийских), очень усложняющими картину.

Хорошим примером влияния этих структур на изменение альпийской тектоники является Улятуевский массив варисцийских гранитов. Он является одним из массивов третьей подзоны и расположен на линии простиранения юрского покрова (4). Однако вместо сдвинутых и брошенных на север складок юры в покрове мы здесь наблюдаем мягкие складки лежащей на граните юры и большое развитие разломов (реакция жесткой массы гранита), превращающих район в мозаику обрывков юрских складок.

Однако такие жесткие участки в центральной зоне являются редкостью и основными чертами ее тектоники являются очень интенсивная складчатость мезозоя и мощные покровы шарьяжа.

Третья зона занимает крайний юго-восток Забайкалья. Она во многом напоминает первую. Морской мезозой, кислые граниты для нее не характерны. Здесь вероятно значительную роль играют древние структуры, и альпийская складчатость не могла уничтожить их. Соответственно дислоцированность мезозоя здесь может быть несколько меньше, чем для центральной зоны. Эта зона на юге переходит повидимому постепенно в область гобийской тектоники с резким преобладанием разломов над складчатостью и отсутствием ясно выраженного направления движения масс. Фации центральной и южной зон сближены и граница между ними тектоническая.

В настоящее время можно дать первую попытку выделить главные фазы альпийского орогенеза.

Эта схема в основном будет относиться к центральной зоне Восточного Забайкалья. Повидимому наиболее древними движениями этой эпохи являются слабые складкообразующие процессы на границе триаса и юры, вызвавшие несогласное налегание пресноводных юрских отложений на верхний триас (К. Г. Войновский-Кригер, 1928 г.). Повидимому следующие движения отмечаются в конце юрского времени. Третьей фазой альпийского орогенеза в Забайкалье является меловая фаза, происходившая повидимому во второй половине этого периода. Она является, как мне кажется, наиболее мощной, вызвавшей сильнейшее смятие. В эту пору надвинуты покровы огромных шарьяжей Восточного Забайкалья. Ее существование доказывается несогласным налеганием третичного шилкинского конгломерата на размытую поверхность надвига метаморфических сланцев на пресноводную юру и морской триас. Возможно с этой фазой надо связать внедрение более древних гранитных тел альпийского цикла. Возраст основной фазы складчатости Восточного Забайкалья может быть и верхнекеммерийский, так как описанные как нижний мел отложения могут оказаться малым.

Наконец последним моментом в складкообразовании является четвертая фаза, происходившая в третичное время и смявшая третичные слои Забайкалья. Она значительно уступала по силе третьей, но вызвала все же довольно интенсивную складчатость с образованием ряда надвигов более древних пород на третичные. Что эта фаза происходила после того, как в основном область уже превратилась в складчатую страну и испытала достаточно сильные поднятия, видно из того, что смятые третичные слои в районе Шилки представлены мощной конгломератовой свитой (молоссы), отлагавшейся в депрессии вдоль северного склона современного Борщевочного хребта. Материал этих конгломератов мог сноситься только с тут же находившихся возвышенностей, продолжавших подниматься в течение всего времени отложения конгломератов и вероятно сохранившихся в несколько измененном виде и сейчас (Борщевочный хребет). Вторым и основным моментом доказывающим меньшее значение четвертой фазы, являются выше указанные условия залегания шилкинского конгломерата и сравнительно слабое смятие всех третичных отложений.

Таким образом альпийская эпоха складкообразования распадается в описываемом районе на ряд (4) фаз. Эти фазы довольно хорошо совпадают во времени с фазами складкообразования основных альпийских областей. Первая и вторая соответствуют нижне- и верхнекиммерийским движениям, третья является повидимому аналогом ларамийской складчатости Америки (или может быть австрийской фазы Европы) и наконец четвертая соответствует главному пароксизму в альпийском складкообразовании Европы и Южной Азии.

Этим я, заканчивая несколько затянувшийся, хотя и очень краткий очерк Восточного Забайкалья, и перехожу к тому, как представляется строение юго-востока Сибири и сопредельных областей в свете этих новых данных. Без такого по необходимости краткого изложения этих данных все последующее было бы слишком мало обоснованным и неясным.

Продолжение молодой складчатости Забайкалья на северо-восток в область Амура совершенно несомненно. Чрезвычайно слабая изученность этого района не позволяет ограничить эту полосу и тем более описать ее строение здесь. Но фацимальное сходство, почти тождественность граувакковых отложений триаса Забайкалья с такими же отложениями Верхоянской дуги и Удского района, однотипность оруденения и т. д. дают право соединить в единую область складчатости все эти районы. Впервые геологическое единство этой, окаймляющей с юго-востока и востока Сибирский щит, области было указано А. Е. Ферсманом в заметке о монголо-охотском рудном поясе.

Как относится этот молодой складчатый пояс к области древней складчатости, опоясавшей с юга алданскую глыбу, неясно сейчас. Для нас наиболее существенным моментом является несомненность связи складчатых областей Верхоянья и юго-запада Охотского моря с Забайкальем.

Столь же несомненным является и продолжение Забайкальской складчатости на юго-запад.

Для основной центральной зоны Восточного Забайкалья характерны, как мы видели выше, породы грауваккового типа. Отложения этих граувакк начинаются после варисийской складчатости и происходят в течение перми, триаса, юры и нижнего мела. Только основная фаза альпийской складчатости этого района (австрийская или ларамий-

ская) замкнула этот морской бассейн и прекратила отложение граувакк. Работы в бассейне верхнего течения р. Онона показали широкое развитие граувакковых отложений. Правда, до настоящего времени мы не имеем оттуда морских ископаемых мезозоя. Только в 1932 г. триасовые морские фауны найдены работниками Восточносибирского геологоразведочного треста между верховьями рр. Ингоды и Онона. Но мы знаем, что находки их и в более изученной части центральной зоны не особенно многочисленны, и работники партий, работавших вдоль линии железной дороги, относили эти мезозойские породы к докембрию. Между тем характер граувакк верховьев р. Онона, их расположение на протяжении центральной зоны Забайкалья — все это говорит за то, что мы здесь при более внимательном коллектировании найдем те же мезозойские породы и вероятно пермь.

Дальше на юго-запад, уже в пределах Монголии, те же граувакки развиты в Кентес и в районе близком Улан-Батору. Весь облик этих пород совершенно тождественен с граувакками центральной зоны и их отнесение к докембрию является совершенно условным. Они составляют непосредственное продолжение верхнеононских граувакк и являются последним на юго-западе пунктом, где мы встречаемся с фацией мезозоя, распространенной от Верхоянья до Восточного Забайкалья. Единство этой зоны подчеркивается единством оруденения, выдерживающим свой характер от Охотска и Верхоянского хребта через Амур и Восточное Забайкалье вплоть до района Улан-Батора.

В этом огромном складчатом поясе, на протяжении многих тысяч километров охватывающем Сибирский щит и нарастившие его более древние складчатые сооружения, происходит повидимому следующее изменение характера отложений. В то время как в пределах Верхоянья граувакковые свиты представлены по преимуществу сланцами и грубокластический материал играет подчиненную роль, в Забайкалье явно преобладают песчаники и значительную роль играют конгломераты. Не изменяя общего характера свит, остающихся поразительно сходными и содержащими (триас) одну и ту же фауну, эти изменения в их составе очень характерны. Повидимому вместе с продвижением на юго-запад увеличивается в общем роль грубых элементов сноса. Это показывает может быть на то, что здесь, в пределах Забайкалья и Монголии, в мезозое снос происходил на меньшем расстоянии, что вместо открытого моря в области Охотского моря и Верхоянья здесь существовал может быть архипелаг, поставлявший эти грубые осадки. Если мы вспомним, что на юго-запад и запад от меридиана Улан-Батора граувакки больше не встречаются и что таким образом мезозойский морской бассейн не протягивался в эту область, то такое огрубение материала граувакк от Охотского моря к Монголии сделается вполне понятным. Повидимому прогиб коры, заполненный морским бассейном и позволивший накопиться многокилометровой серии мезозойских (и пермских) отложений, постепенно уменьшался по направлению к нынешнему Улан-Батору. В связи с этим уменьшением прогиба должно стоять меньшее разрушение древних складчатых сооружений, бывших на его месте. Чаще могли сохраниться их жесткие участки, не подвергшиеся опусканию и как жесткие глыбы сохранившиеся в виде островов в альпийской складчатой области (примером могут быть тот же Улятуйский массив и Забайкалье). Наконец где-то около Улан-Батора, вероятно западнее его, прогиб был настолько мал, что мезозойское море не смогло затопить этой области, более древние складчатые со-

оружения сохранили свою жесткость, оказали сильное сопротивление альпийскому тангенциальному давлению и породили резко отличную альпийскую тектонику.

К западу от этой области мы встречаемся с отдельными мощными накоплениями пресноводного мезозоя. Его осадки смяты не сильно и лишь по определенным линиям, в то время как значительные площади смятию почти не подвергались. Мы незаметно переходим к альпийской тектонике, характерной для Западной Монголии и Китая и средних дуг нашей Средней Азии.

До сих пор мы касались лишь полосы альпийской складчатости, проходящей по Восточному Забайкалью и Северо-восточной Монголии. Сейчас необходимо хотя бы вкратце коснуться областей, расположенных к северу и югу от нее, и таким образом представить себе схематический разрез от Сибирского щита к Китайскому. Обратимся к северной окраине этого складчатого пояса, расположенной между ним и собственно Сибирской платформой. Эта область нам лучше всего известна в пределах Западного Забайкалья и Прибайкалья.

Уже выше было отмечено, что к северу и северо-западу от центральной зоны Восточного Забайкалья еще в пределах альпийской складчатого пояса исчезают отложения морского мезозоя. Нигде дальше до самой Сибирской платформы этих отложений нет. Мы не можем еще провести границу между собственно складчатой альпийской областью и ее форпостами на севере. Однако уже северная краевая зона альпийской складчатости является по существу переходной к платформе. Здесь при дальнейших работах надо ожидать появления в большом числе древних (доальпийских) интрузий, сохранившихся структур более древних складчатых сооружений и т. д. В этом отношении эта зона, как и еще менее затронутые движениями альпийской орогенизации районы Западного Забайкалья и Прибайкалья, должна напоминать по своей структуре область к западу от Улан-Батора. Геологическая съемка Западного Забайкалья, начатая только в 1930 г., уже сейчас наметила довольно любопытную картину строения этой области. Работами М. М. Тетяева, В. В. Белоусова, Малявкина, Б. Максимова, А. Масленникова и П. М. Клевенского к настоящему времени (я имею сведения только о работах 1930 и 1931 гг.) установлено, что никаких морских отложений мезозоя в этом районе нет. Пресноводные юрские и меловые отложения имеют самостоятельные разрезы для каждого крупного пятна. Эти осадки являются грубокластическими и представляют собой результат интенсивного сноса с тут же находящихся возвышенностей. Юрские отложения приурочены к местным крупным понижениям того времени, в большинстве случаев однако представляющим котловины опускания без разрыва сплошности пород. Повидимому некоторые современные котловины находятся на месте этих древних юрских областей опускания и лишь обновлены во время альпийских движений. Прогибание этих котловин (или может быть поднятие соседних участков) достигало очень внушительного размера, так как юрские осадки достигают в них до 2 км мощности. Примером такой возможно еще более резкой области опускания является может быть современный Байкал.

В остальном вся область Западного Забайкалья к северу от долины рр. Чикоя и Джиды сложена древними кристаллическими породами и гранитами. Роль альпийских интрузий, считавшаяся после первых годов работ в этой области очень существенной, была повидимому силь-

но переоценена, и на деле альпийские граниты видимо очень немногочисленны.

Отсутствие охарактеризованных нижнепалеозойских отложений не позволяет точно установить возраст складчатости, присоединившей этот район к Сибирской платформе. Размытые благодаря большому поднятию до очень глубоких горизонтов, эти складчатые сооружения представляли очень жесткий массив, оказавший чрезвычайно сильное сопротивление шедшему с юга альпийскому давлению. В результате осадочные образования, отдельными пятнами покрывавшие этот район и представленные очень грубозернистыми, как правило, породами, не подверглись сколько-нибудь значительному смятию. Юра Западного Забайкалья залегает в большинстве случаев очень спокойно в виде широких с плоским дном синклиналей. Сколько-нибудь значительные дислокации испытали только их борты. Орогеническое давление альпийской эпохи разрешилось в образовании повидимому многочисленных разломов, по которым происходило перемещение и надвигание отдельных массивов этого форпоста альпийской складчатости. Разломы эти могли появиться частично и по линиям старых разломов более древних периодов. Возможно, что многие из них образовались на ослабленных местах по окраинам прежних зон опускания. Здесь мы наблюдаем надвигания, направленные как на юг, так и на север. Самым северным из них является ангарский надвиг (его продолжение на восточном берегу Байкала доказано в 1931 г. Н. С. Шатским и Г. Е. Рябухиным). Прогибание отдельных участков этой зоны продолжалось и после того, как закончилась основная фаза альпийской складчатости.

В этих понижениях происходило накопление третичных осадков, ничем по своему характеру не отличающихся от юрских. Подобного же типа отложения образуются в долинах и в настоящее время. Третичные отложения дислоцированы очень слабо и только по краям впадин, где углы наклона достигают до 40—45°. Возможно, что такое их изгибание в значительной мере зависит от продолжавшегося и после их отложения подъема бортов долины.

Наибольшее из современных понижений этого района — впадина Байкала — не совпадает с направлением более древних, в которых откладывались юрские и третичные осадки. Эти последние депрессии секут первую под острым углом и имеют простирание, близкое к широтному (ОНО). Такое несовпадение направления Байкала с направлением древних опусканий может быть объясняется тем, что он образовался под влиянием скольжения масс вдоль линии шва между Сибирской платформой и древним (каледонским?) складчатым сооружением. Во всяком случае ось депрессии Байкала¹ идет параллельно и очень близко к этому шву.

Таким образом влияние тангенциальных напряжений альпийской эпохи сказывается на север по линии ангарского надвига. Дальше повидимому никаких заметных нарушений мезозойские породы не испытали. К югу же от этой линии в пределах Восточного Саяна существуют вероятно разломы, по которым происходило надвигание и перемещение отдельных участков этой зоны. Однако эти движения, как и в пределах Западного Забайкалья, не смогли сколько-нибудь сильно изме-

¹ Говорю депрессии, так как в результате работ 1932 г. (Г. Е. Рябухин) доказано отсутствие сбросов, ограничивающих с юго-востока предполагаемый грабен Байкала и отделяющих Хамар-Дабан от третичного района Танхой. Поэтому самая природа этого понижения еще не может считаться доказанной.

нить картину древних (каледонских) складчатых сооружений этой области. И говорить здесь о проявлениях альпийской складчатости в собственном смысле этого слова не приходится. В лучшем случае здесь могло происходить сминание вдоль отдельных линий, — явление, резко ограниченное пространственно и чисто местное. В большинстве же случаев альпийская тектоника этой области представляется в виде разломов в жестком теле древних сохранившихся сооружений.

На крайнем юге Западного Забайкалья мы входим в область по-видимому иного строения. Здесь появляются морские отложения среднего палеозоя (девон и нижний карбон), отдельные находки которых известны на Джиде, Чикое и в Монголии вблизи нашей границы. Возможно, что здесь мы входим в пределы варисийского складчатого пояса, оборванного на востоке альпийской складчатостью. О характере альпийских движений здесь мы ничего не знаем, так как систематические работы начаты здесь в 1932 г. и результаты их еще неизвестны. Однако вероятно эти движения здесь ближе по своему характеру к более северным частям Западного Забайкалья, чем к альпийской тектонике центральной зоны Востока.

К югу от нашего складчатого пояса мы вступаем в область Маньчжурии и Гоби, разделенных Большим Хинганом. В нашем распоряжении гораздо больше данных по геологии Гоби, чем значительно более обжитой ее восточной соседки. Картину этого района мы можем воссоздать лишь в самых общих чертах, однако она вырисовывается достаточно определенно.

Эта область, судя по данным последней американской экспедиции и старым маршрутам В. А. Обручева и др., сложена в основном сильно дислоцированными и прорванными мощными интрузиями метаморфическими породами. Эти свиты всеми исследователями относятся к докембрию. Однако мы уже видели, что на севере, в районе Улан-Батора, часть этих пород — именно граувакковая серия — по всей вероятности окажутся в значительной мере, если не целиком, мезозойскими.

Возраст остальных пород, в частности пород, развитых в пределах самой Гоби, установить сейчас по-видимому невозможно, так как никаких фаунистических остатков здесь не найдено. Во всяком случае мы здесь имеем дело с каким-то или какими-то древними складчатыми сооружениями, глубоко вскрытыми последующей эрозией. На этих древних породах резко несогласно залегают мезозойские и отчасти третичные пресноводные осадки. Они разбиты многочисленными сбросами и вероятно надвигами (последние не упоминаются работавшими здесь геологами, хотя их существование в высокой степени вероятно). Складчатость этих пород очень слаба и более резко сказалась на отложениях юры. Меловые осадки ложатся на нее резко несогласно, и по-видимому самые сильные проявления складчатости относятся в этой области к верхнекеммерийской фазе.

Эти движения не создали правильной, единообразно ориентированной системы складок и разломов, как это мы наблюдаем к северу от складчатого пояса в пределах Западного Забайкалья. Разломы и складки Гоби производят впечатление неправильной сетки нарушений с ка-бы случайно ориентированными отдельными элементами.

Весь район несет резко выраженные черты крупной жесткой глыбы, разбитой в результате альпийских движений, но не утратившей при этом своей жесткости.

Область Маньчжурии, геологическую характеристику которой дать гораздо труднее, чем для Гоби, является по-видимому аналогом последней. Во всяком случае она несет те же черты чрезвычайно жесткой глыбы, прикрытой отдельными пятнами молодых отложений и вероятно расколотой во время альпийских дислокаций.

Между нею и Гоби находится зона Большого Хингана, по данным Teilhard de Chardin, отличающаяся чрезвычайно сильной смятостью всех слагающих ее пород. Возможно, что этот смятый более мобильный участок — прогиб между Маньчжурией и Гоби. Однако прогиб этот был не настолько велик, чтобы мезозойское море Забайкалья и Амура смогло проникнуть в него. Эта слабая зона сливается на севере в верховьях Амура с монголо-амурским складчатым поясом, пересекает в почти меридиональном направлении область между Гоби и Маньчжурией и, повернув на юго-запад, сливается со складками, ограничивающими с севера Ордос. Об этих складках речь несколько ниже. Общая форма зоны смятия Большого Хингана напоминает знак интеграла. Только что ска-



Рис. 1. Характер альпийских структур Восточного Забайкалья. Разрез к югу от нижнего течения Ингоды в области развития пермских и триасовых отложений. 1—метаморфические сланцы; 2—пермь; 3—триас; 4—альпийский гранит.

занное о ней является совершенно предварительными догадками, так как эта область почти совершенно не исследована.

К югу от Гоби, вернее ее восточной половины, мы входим в район Ордоса. Сложенный в основании какими-то древними (архей) и чрезвычайно жесткими породами, на поверхности перекрытыми горизонтально лежащими молодыми пресноводными отложениями, Ордос реагировал на альпийские движения как единая глыба и не подвергся в это время никаким дислокациям. Необычайная устойчивость этой западной оконечности Синийского щита резко бросается в глаза. С запада и севера Ордос окружен неширокой, но чрезвычайно резко выраженной зоной смятия. Она составляет границу, отделяющую его от области Гоби. Эта зона сложена как палеозойскими породами, так и пресноводными отложениями угленосной юры. Все эти породы принимают участие в интенсивной складчатости, сопровождающейся явлениями шарьяжа. При этом движение масс всюду направлено на Ордос (Teilhard de Chardin). Только для одного участка Wang указывает движение от Ордоса на север. Но его трактовка явлений в достаточной степени своеобразна и в лучшем случае требует проверки. По своему строению этот южный складчатый пояс больше всего напоминает третью, южную зону монголо-амурского складчатого пояса в Восточном Забайкалье.

От Ордоса на западе этот североазиатский складчатый пояс довольно хорошо прослеживается на восток через северо-западные холмы у Пекина к южной границе Маньчжурии (Жехол. район Пеи-Пиао). Последюрские дислокации к северу от Пекина хорошо известны, и складчатость выражена здесь достаточно резко. Однако направление движения для этого района определить по появившимся в печати работам совершенно невозможно. Для района Жехола картина исключительно ясно дана Wang. Здесь в складчатости принимают участие меловые от-

ложения (пресноводные), складки сопровождаются шарьяжем с ясно видимым передвижением масс к югу. Таким образом, как я уже указал в заметке о монголо-амурском складчатом поясе в заметке в «Zentralblatt f. Mineralogie», можно считать установленным наличие вдоль северного края Китайского щита молодой альпийской складчатой зоны, очень неширокой и протягивающейся от Ордоса до Кореи.

В отличие от монголо-амурского складчатого пояса в этой зоне нет морских отложений мезозоя, ее масштаб в ширину значительно меньше и движение масс направлено на юг.

Теперь мы можем подойти к составлению схематического разреза от Сибирского до Китайского щита по линии Байкал—Ордос. Создание такой схемы и является целью настоящей заметки.

Из всего вышесказанного видно, что основными, наиболее устойчивыми элементами этой области являются: огромная глыба Сибирской платформы на севере и меньшая, но не менее устойчивая глыба Синийского щита на юге.

Между ними находится подвергшийся сильному воздействию альпийских тангенциальных напряжений массив Гоби.

Как на юг, так и на север от него располагались мобильные зоны, смятые во время этих движений и брошенные одна на север, другая на юг. Северная складчатая полоса — монголо-амурский складчатый пояс — образовалась на месте крупного прогиба коры, шедшего от нынешнего Охотского моря к Улан-Батору и заполненного мощными морскими отложениями мезозоя. После складкообразования эта область разбилась более или менее отчетливо на три зоны. Центральная, образовавшаяся на месте максимального прогиба, включает морские мезозойские отложения и характеризуется ясно выраженной альпийской тектоникой. К югу от нее расположена зона, состоящая из пород пресноводных фаций мезозоя. Она несколько менее интенсивно складчатая и является переходной от альпийской к германотипной тектонике. Северная зона имеет много сходства с южной. Она захватывает все пространство до Байкала и является типично германотипной, во всяком случае в своей северной части. Здесь преобладают разломы, и складчатость выражена очень слабо.

Центральная и южная, а частично и северная зоны захвачены мощной интрузией гранитов и грано-диоритов. Складчатость монголо-амурского пояса происходила по крайней мере в четыре фазы. Из них нижнекеммерийская выражена слабо. Особой силой отличалась третья фаза (австрийская или ларамийская), третичная значительно слабее. Направление движения масс на север и северо-запад.

К югу от массива Гоби расположена северокитайская складчатая зона. Она значительно меньше монголо-амурского пояса, сложена пресноводными мезозойскими породами и более древними образованиями. Ее образование не сопровождалось интрузией магмы. В остальном она очень напоминает южную зону монголо-амурского пояса.

Движение масс в ней происходило на юг. Время складчатости соответствует третьей фазе монголо-амурского пояса и может быть частично верхнекеммерийским движениям.

Указанное направление движения масс в этих двух складчатых зонах говорит о том, что обе эти зоны как бы выдавливались гобийским массивом. Это явление станет понятным, если мы представим себе, что при сближении Синийского и Сибирского щитов этот массив был сдавлен и приподнят. В результате этого обе податливые зоны

его ограничивавшие, были смяты и выброшены на сдавившие всю эту область щиты. При этом северная зона, образовавшаяся на месте прогиба геосинклинального типа, образовала мощный складчатый пояс Восточного Забайкалья. Сам гобийский массив, сжатый и приподнятый сближавшимися щитами, подвергся в первое время (верхнекеммерийский период) легкой складчатости и затем раскололся. В результате получилась своеобразная тектоника Гоби.

Как известно, общее движение Восточной Азии, если обратить внимание на аллюр складчатых дуг от Гималаев до Малайского архи-

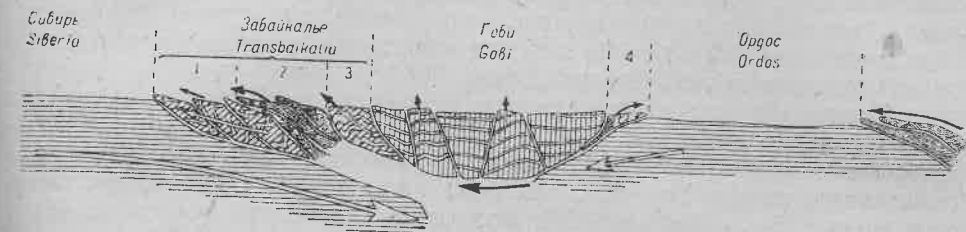


Рис. 2. Схематический разрез от Байкала к Ордосу: 1, 2 и 3 — северная, центральная и южная зоны Забайкалья; 4 — северокитайская складчатая зона.

пелага, происходило на юг. Кажущееся противоречие между этим движением и северным движением масс в монголо-амурском поясе легко разрешается приведенными соображениями о роли гобийского массива. Несомненно в этой области основным движением является движение огромного Сибирского щита к югу. Вся описанная выше тектоника и смена направлений надвигания масс являются результатом этого основного для альпийского времени движения восточной части Евразии.

Описанная только что схема тектоники между Байкалом и Ордосом представлена на рис. 2.

Нам остается сказать несколько слов о пространственном распространении только что выделенных элементов.

Северокитайскую складчатую зону мы можем следить на запад только до Ордоса. Здесь она загибается вдоль западного края Синийского щита к югу и ее продолжение нам неизвестно. Возможно, что она перекрыта здесь значительно более мощной складчатой областью Цин-Линя (продолжение складок Куень-Луна на восток). На востоке, где-то к северу от Кореи, северокитайская зона сливается с основной ветвью альпийского орогенеза, идущей вдоль восточного берега Азии. Это ее слияние нам совершенно неизвестно, как неизвестно по существу и строение этого участка основной складчатой области.

Гораздо интереснее картина, которая вырисовывается при прослеживании на запад монголо-амурского складчатого пояса. Он ответвляется от большой складчатой области, идущей от Малайского архипелага и Южного Китая вдоль побережья Азии к Охотскому морю. Повидимому на всем протяжении от Охотского моря до Восточного Забайкалья этот пояс носит все черты обычной орогенической зоны, образовавшейся на месте геосинклинального прогиба коры. Однако уже в пределах Восточного Забайкалья (а может быть и несколько ближе к востоку) внутри этого прогиба сохраняются участки более древних (герцинских?) складчатых сооружений, на месте которых он образовался. Дальше на запад, где-то вблизи Улан-Батора, мы теряем

этот орогенический пояс. К этому району геосинклиналь исчезает, и на ее месте остается только ослабленная зона не испытывавшей глубокого погружения древней складчатой области. Соответственно здесь исчезают накопившиеся в геосинклинали песчано-сланцевые отложения мезозоя. Тектонические формы складчатого пояса меняются. Дальше на запад исчезает и самый пояс. Альпийские дислокации разбиваются на веерообразно расходящийся к западу пучок линий, вдоль которых происходило движение масс. Жесткая глыба Центральной и Западной Монголии не изменила своей старой структуры и лишь на более слабых участках, может быть вдоль древних крупных дислокационных линий, уступила альпийскому тангенциальному давлению. Тектонические формы подобного типа хорошо известны в области варисийской складчатости в нашей Средней Азии.

Таким образом на протяжении от верховьев Онона и до района Улан-Батора к Западной Монголии происходит исчезновение геосинклинального прогиба и выклинивание так сказать монголо-амурского складчатого пояса. Это явление, если наша догадка правильна, является может быть центральным моментом в молодой тектонике Монголии.

Распределение жестких участков (щитов) к началу альпийской орогении в этой части Азии можно представить себе следующим обра-

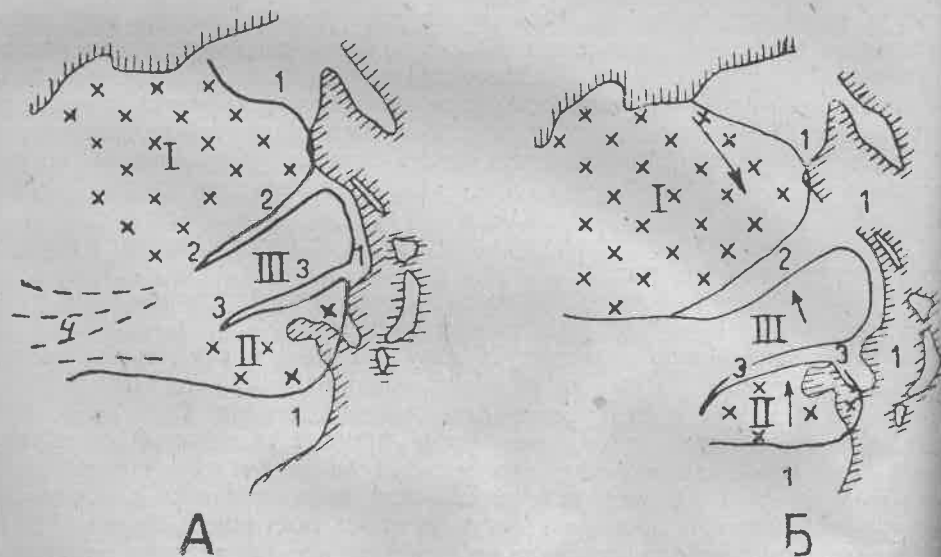


Рис. 3.

А. Схема современного расположения структурных элементов Восточной Азии. Б. То же в первой половине мезозоя.

I—Сибирский щит, II—Синий щит, III—Гобийско-маньчжурский массив, 1—основная складчатая зона, 2—монголо-амурский пояс, 3—северокитайская складчатая зона, 4—дислокации на продолжении монголо-амурского пояса

зом (рис. 3). Сибирская платформа, соединившаяся к этому времени с Восточноевропейской, на юге была наращена мощным варисийским складчатым сооружением, захватывавшим всю Монголию, юг и вероятно восток Забайкалья с Маньчурией. По линии Охотское море—

Улан-Батор это сооружение было разрушено, и на его месте образовался геосинклинальный прогиб в виде залива, заканчивавшийся где-то около середины современной Монголии. Дальше на запад связь между Сибирским и Синийским щитами, образовавшаяся в верхнем палеозое, не нарушалась, и эти две глыбы представляли единое целое. Также не нарушалась существенно связь между Синийским щитом и расположенными к северу от него глыбами Маньчжурии и Гоби. Только незначительная ослабленная полоса разделяла их и дала в результате альпийских движений северокитайскую складчатую зону. С юга Синийский щит ограничивался глубоким прогибом основной альпийской геосинклинали.

В результате движения Сибирского щита на юг монголо-амурская складчатая зона замкнулась. При этом находившийся к югу от Сибирской платформы Синийский щит, представлявший в это время вместе с гобийским и монгольским массивами как бы огромный полуостров, должен был для этого несколько повернуться около своего соединения с сибирской глыбой.

Схематически это явление представлено на рис. 3. Чрезвычайно интересные явления на востоке, там, где описанные тектонические элементы встречаются с северной ветвью главного ствола альпийской складчатости, не могут быть еще представлены сколько-нибудь ясной схемой, так как геологическая исследованность этих районов очень мала.

В 1929 г. № 8 Abt. B. «Zentralblatt f. Mineralogie etc.» была напечатана моя заметка «Ueber d. mongol-amurischen Faltungsgürtel».

Я доказывал там существование крупного пояса складчатости, проходящего от центральных дуг Средней Азии до Охотского моря. В напечатанной в этом же номере заметке Н. Stille указывал на германотипный характер явлений в этом поясе, а альпинотипную складчатость Восточного Забайкалья считал приближающейся к формам настоящего альпийского орогена. По существу же весь монголо-амурский пояс относился им к явлениям германотипного порядка. Как видно из всего вышесказанного, взгляды мои переменялись с 1929 г. В основном перемена эта сводится к следующему.

Монголо-амурский пояс в пределах от Центральной Монголии и до Охотского моря является типичной складчатой областью, появившейся на месте геосинклинального трога.

Трог этот заканчивался вслепую где-то в центре Монголии. Поэтому дислокации на его продолжении имеют совершенно другой характер и объединить их с дислокациями в пределах самого пояса трудно. В этой западной части, как уже указывалось выше, дислокации типично германотипные и подчинены в значительной мере варисийским линиям. В таком виде они доходят до Средней Азии, где составляют форпосты основного ствола альпийского орогена, т. е. единство пояса в таком виде, как он рисовался в 1929 г., нарушено. На западе он представляет собой пучок линий, только часть которых доходит до среднеазиатских дуг; другая же часть затухает в Казахских степях и южной половине Западной Сибири.

Однако в восточной своей половине монголо-амурский пояс представлен в виде типичной орогенической зоны. Зона эта по видимому аналогична таким явлениям как пиринейская и крымско-кавказская складчатые области. Но в то время как для тех мы не знаем их окончания, здесь можно проследить складки с места их ответвления от

главного ствола и до затухания их при приближении к сохранившейся части древних сооружений.

В этом отношении характеристика, данная Н. Stille, не совпадает, как мне кажется, с истинным положением вещей. Мы действительно наблюдаем здесь переход от типичного орогена к германотипным образованиям Средней Азии и Западной Монголии. Но переход этот обусловлен выклиниванием геосинклинального троса на запад. Поэтому на востоке мы имеем дело с альпийским складчатым сооружением в полном смысле этого слова. Сооружением, ни в какой мере не могущим быть отнесенным к явлениям типа альпийских движений Тянь-Шаня или германских варисцид. Иначе говоря, переход этот наблюдается в пространстве, по простирацию и ни в коей мере нельзя подходить к монголо-амурскому поясу, как явлению в основном германотипному.

Роль гобийско-маньчжурского массива, так как она описывается в этой статье, близко совпадает с пониманием ее в заметке в «Zentralblatt f. Mineralogie etc.». Все сказанное здесь является лишь развитием взгляда на этот массив, как на жесткое Zwischengebirge между монголо-амурским поясом и северокитайской складчатой зоной. Объединение же этих двух зон и находящегося между ними массива Гоби-Маньчжурия напрашивается само собой, так как этот комплекс заполняет пространство между Сибирским и Синийским щитами, образуя таким образом единый крупный элемент в альпийском лике земли.

Москва, Союзгеоразведка

(Рукопись поступила 28 января 1933 г.)

Some Tectonic Features of the South-Eastern Siberia

(Summary)

U. M. Shoenman

After a brief review of the history of the opinions about the structure of the Transbaical and Baical regions, the author gives a review of the stratigraphy and the volcanic cycles of the Eastern Transbaical region according to the data of the geological researches carried on within the period 1926—1931.

The most important result of this work is that the existence of marine sediments belonging to the Cambrian, Devonian, Carboniferous, Permian, Triassic, Jurassic and Cretaceous formations has been proved. Beginning with the Permian and up to the Cretaceous thick series of gray-wacke were deposited; these series bear a close resemblance to each other. These sediments occur within the belt extending in the north-eastern direction south of the rivers Shilka and Ingoda. This region has been invaded by three large intrusions. The first is probably Caledonian, the second—Variscean, the third—Alpine. The first intrusion of the Alpine granite magma the author supposedly refers to the Cretaceous. The second phase has probably taken place during the Tertiary. The Eastern Transbaical region owes its present tectonics to the Alpine epoch of folding. Three phases of this folding may be observed in this region. The first of these—at the boundary of the Triassic and Jurassic—is rather indefinite. The second corresponds to the late Kimmerian. Its importance is not yet

clearly understood. The third, which the author believes to be the most prominent for this region, has taken place within the later part of the Cretaceous and is analogous to the Laramy or the Austrian phase. Finally, the last of them (Triassic) is rather indefinite. The principal structures of the Eastern Transbaical had formed before the fourth phase has taken place.

The author subdivides the folded region of the Transbaical into three main zones. The northern zone bears the Germanotype character; in the North it passes into the zone of the Western Transbaical, which at the epoch of the Alpine folding formed the edge of the Siberian platform. The next, central zone, is characterized by the Permian and Mesozoic marine sediments. Here we observe the strongest development of the phenomenon of overthrust and the whole structure bears the Alpine type. Here some areas of the Variscean folded massifs have remained as detached islets; these are subordinate to a well defined subzone elongated towards north-east. The southern zone is of a character grading into germanotype tectonics; towards the south it passes into the Gobi region.

To the north-east the folded area of the Transbaical extends across the Amour river and on towards the Okhotsk sea where it joins the main branch of the Alpine folding. In the south-west the continuation of the Transbaical folding should be sought in the north-eastern Mongolia.

The graywackes described from this region the author believes to be Mesozoic. This belief is based upon their similarity to the graywacke of the Transbaical, their development on the extent of the Transbaical folding and the existence of an ore-belt extending as far as Urga; this belt is extremely characteristic by its complex of minerals. West of Urga the Mesozoic marine sediments disappear and the character of the folding changes. The folding acquire the shape of German type, is subordinate to certain lines, spreading fan-like westwards. The structure of this region is in many ways similar to that of the northern zone of the Transbaical.

Thus, contrary to the opinions expounded in the article „Zentralblatt f. Mineralogie etc.“. 1929 № 8, the author believes that the Mongol-Amour belt of folding extends from the Okhotsk sea to Central Mongolia. This is in conformity with the fact that the region of depression, which gave rise to the Mongol-Amour geosyncline and destroyed the folded structure formerly occupying its place, was gradually disappearing towards the West.

In Central Mongolia this depression was not so great and the Mesozoic sea could not penetrate into that region. The ancient folded structures presented a strong resistance to the Alpine movements. The structures have accordingly changed. They resemble the Alpine structures of the central and northern arches of the Russian Central Asia.

North of the Mongol-Amour belt of folding there is the boundary zone of the Siberian shield of that period, represented mainly by the Caledonian folded region. This region which is best investigated within the territory of the western Transbaicalia, presents a land shattered by a system of broken zones. The steep overthrusts of this zone have their direction both north and south. The Mesozoic folding is very indistinct. Its sediments are related to the ancient lake basins, which have filled the depressed region between the uplifts. The broken zones of the Alpine period are connected with the edge of these depressions.

South from the Mongol-Amour belt is the region of Gobi and Manchuria. This region represents a tough massif which during the Alpine

epoch was slightly subjected to crumpling and was broken under a thrust. Manchuria and Gobi were apparently separated by a mobile zone of the Great Khingan, which has formed the crumpled zone separating these two regions. In the south they are separated from the Sinian shield by the narrow belt of folding of Northern Sinian extending from the northern edge of Ordos to Jehol.

Fig. 2 shows a section in the direction of Baikal-Ordos. Here we see the Siberian and Sinian shields; as a consequence of these shields being brought together the Gobi massif was uplifted, somewhat crumpled and broken. Incidentally, it compressed the mobile zones bordering it from the North and South. Their place was taken by the Mongol-Amour belt of folding and the North-China zone. Their folds, as shown in the section, were thrown upon the Siberian and Chinese shields. Thus, notwithstanding the fact that during the epoch of the Alpine folding the general movement of the Eurasian continental block took a southern direction, that of the masses in Mongol-Amour belt was northwards.

Fig. 3 shows the main arrangement of the structural elements of this part of Asia to our days and also during the epoch previous to the Alpine folding.

Here we see that the Sinian shield which during the Variscean epoch had been united with the Siberian, at the beginning of the Alpine orogeny was separated from it by geosynclinal through resembling the Pyrenean and Crimea-Caucasus geosynclinal. While this trough was being closed during the period of folding, the Gobi-Sinian shields must have been turned around their junction with Siberia (in the Central Manchuria district). These movements have given rise to an original Alpine tectonics in the western part of this region. This tectonics must considerably conform to the older Variscean lines.

К тектонике Юго-восточного Прибайкалья

Проф. Н. С. Шатский (Москва)

Геологическое строение берегов Байкала и Западного Забайкалья еще очень плохо изучено. Это обстоятельство крайне затрудняет поиски и разведки нефти и газа в этом районе, тем более что даже по основному вопросу — об общем характере тектонической структуры данной области — до сих пор нет определенных, обоснованных выводов.

Существуют три воззрения на тектонику Прибайкалья.

Первое, наиболее старое, принадлежит И. Д. Черскому, который считал, что одна из характерных черт геологии Прибайкалья, а именно приуроченность мезозойских и третичных отложений к долинам, депрессиям, объясняется отложением этих осадков в глубоких, разбитых долинах древнего рельефа, так как эта область с начала палеозоя оставалась все время сухой. Из тектонических движений, способствовавших образованию указанных долин, И. Д. Черский исключительное значение придавал пикативным дислокациям. В. А. Обручев, сделавший многочисленные маршруты по Забайкалью, пришел к другим тектоническим выводам. По его данным, все выходы мезозоя в Прибайкалье приурочены к грабенам, разбившим поднятый докембрийский массив и окончательно сформировавшимся в последнее время. Наконец в последние годы М. М. Тетяев в ряде небольших статей и заметок последовательно проводит иные идеи о строении интересующей нас области. По данным этого автора все Западное Прибайкалье представляет область грандиозных шарьяжных перекрытий альпийского возраста; выходы юры по долинам рек являются окнами в покрове, сложенном из сильно метаморфизованных образований.

Вначале М. М. Тетяев предполагал, что шарьяжи оканчиваются, не доходя до р. Селенги, но наблюдения около Питателевского источника и Верхнеудинска убедили его в обратном. В одной из своих работ он пишет: «... Нужно отметить, что мое предположение о том, что северная граница покровной структуры в Западном Забайкалье проходит через устье р. Селенги, оказалось по видимому слишком скромным. Как мы видели, Хамар-Дабан к северу от р. Селенги еще дает покровную структуру, и эта граница отодвинется следовательно дальше на север».

«Это констатирование имеет чрезвычайно большое значение не только для геологии восточного побережья Байкала к северу от р. Селенги, но и для западного берега озера. Если в южной части озера тектонические покровы метаморфических толщ западного берега переходят на восточный в Хамар-Дабан, не исключена возможность такого же явления и в части озера к северу от р. Селенги».

С точки зрения нефтяной геологии концепция М. М. Тетяева представляется весьма заманчивой, так как в этом случае нефтеносная зона может не ограничиваться узкой береговой полосой Байкала, как

это следует из воззрения Черского и Обручева, а протягивается на более или менее значительные пространства под кристаллическим алохтонным массивом. А так как поверхность шарьяжа по мнению Тетяева должна быть несма пологой и волнистой, то осадочные нефтеносные отложения могут лежать под метаморфической свитой на легко доступной для бурения глубине.

Концепция М. М. Тетяева байкальскую нефть рассматривает не как образование, имеющее весьма ограниченное распространение, а как явление широкого регионального значения. «На юго-востоке Сибири в связи с установлением альпийской складчатости, — говорит Тетяев, — перед нами в совершенно новом свете выдвигается проблема нефтеносности востока Союза. Известные до сих пор проявления нефти на Сахалине и Камчатке рассматривались ранее как сосредоточенные исключительно на побережье Тихого океана, и было ересью предположить, что нефть может проявиться на материке... Сейчас постепенно выявляемая структура альпийской складчатости показывает переход третичных отложений Сахалина на материк, т. е. возможность проявления нефтеносности и внутри материка. В Забайкалье за последнее время обнаружены меловые битуминозные сланцы на р. Турге, очень похожие на майкопские нефтепроизводящие слои Северного Кавказа. С точки зрения складчатой структуры и байкальская нефть приобретает региональное значение, будучи связана с третичными отложениями, которые повидимому развиваются полосой северо-восточного простирания на периферии этой складчатости. Отсюда вытекает вообще возможность обнаружения нефти на востоке Союза в пределах этой складчатости кроме Сахалина и Камчатки».

Летом 1931 г. трест Востокнефть начал разведочные работы на нефть бурением в районе Ключи-Сваловая, около дер. Сухой на восточном берегу Байкала, к северу от дельты р. Селенги. Поэтому являлось совершенно необходимым дать хотя бы в первом приближении общую тектонику района, прилежащую к разведочным площадям, и по возможности осветить геологические условия выходов нефти и газов в озере у восточного берега. Эта работа, выполненная Нефтяным геологоразведочным институтом (Н. С. Шатский и Г. Е. Рябухин) в течение летних периодов 1931 и 1932 гг., дала огромный материал по геологии третичных отложений Прибайкалья, к которым приурочена нефтеносность, материал по тектонике, позволяющий критически рассмотреть указанную выше концепцию М. М. Тетяева для Западного Прибайкалья. Обработка его далеко еще не закончена. В настоящей статье рассматривается лишь один вопрос, а именно вопрос о продолжении ангарского шарьяжа к востоку от Байкала и в связи с этим тектоника низовьев р. Селенги.

В геологическом строении левобережья р. Селенги между оз. Байкал и р. Еланью, на том участке, где удалось найти продолжение ангарского надвига, принимают участие три комплекса пород, резко различных по своему литологическому составу.

1. Наиболее древний комплекс представлен очень сложной серией магматических и метаморфических образований. Древнейшими породами повидимому являются серые гнейсы с подчиненными им мощными свитами белых кристаллических известняков, изредка графитовых, и пачками кварцитов. Эти породы прорваны гранитами, часто крупнозернистыми, всюду явно катакlastическими, сильно изме-

ненными, с обильными примазками эпидота по трещинам. Более молодые образования хорошо обнажаются в районе Посольска, по р. Большой, где они выражены мощной серией серых роговиков с многочисленными прослоями порфиринов и серией светлых, серых кварцево-полевошпатовых кристаллических сланцев с пачками слоистых иногда плитчатых кристаллических известняков. Неясно стратиграфическое положение толщ зеленых и серых кварцитов и пачки метаморфических конгломератов, обнажающихся на рр. Тимлюй и Кабаньей. Я думаю, что последние образования являются нижними горизонтами указанной свиты полевошпатово-кварцевых кристаллических сланцев. Все отмеченные породы прорваны мощными интрузиями более молодого розового биотитового гранита, лишенного явных признаков катаклаза.

2. Второй комплекс пород — мезозойский. Это песчаники, конгломераты и кремнисто-глинистые сланцы с остатками растений повиди-



Рис. 1. 1—мезозойские отложения. 2—древние метаморфические и изверженные породы (Р См-См?).

мому юрского возраста. Мощность этих слоев весьма большая — не менее 600—700 м. Истинную мощность этих отложений выяснить не удалось.

3. Наконец третий комплекс представлен древнеаллювиальными и современными аллювиальными образованиями, особенно широко распространенными в дельте р. Селенги и по долинам всех рек северных предгорий Хамар-Дабана.

Второй мезозойский комплекс слагает низкие гряды, протягиваясь узкой полосой между четвертичными отложениями дельты и высокими отрогами хребта, сложенными кристаллическими и метаморфическими породами первого комплекса (рис. 1). Взаимоотношения мезозойских и древних пород хорошо видны на рр. Еловке, Никиткиной и к востоку от дер. Тимлюй. Наиболее четко они выясняются по р. Еловке.

Разрез по р. Еловке (рис. 2). Километрах в трех выше железнодорожной линии крутые берега р. Еловки сложены серыми свет-

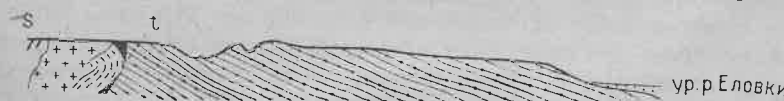


Рис. 2. Разрез по р. Еловке (t—надвиговая поверхность метаморфических пород на мезозойские).

лыми гнейсами с мощными прослоями белых кристаллических известняков. Ниже известняки, местами сильно окварцованные, выходят пластом около 50—70 м толщиной. Все эти породы прорваны розовым биотитовым гранитом.

В двух километрах выше выхода р. Еловки на дельтовую равнину, на левом ее берегу хорошо виден контакт указанных метаморфических пород с юрскими осадочными образованиями. Здесь кристаллические известняки очень сильно окварцованы и имеют брекчиевидное строение. К ним примыкают юрские конгломераты с резко выраженным кливажом. Плоскость контакта падает к югу под углом в 45—50°. Контакт этот прослеживается на берегу, густо заросшем лиственным лесом, поэтому установить точно характер залегания юрских конгломератов в этом месте не удалось. Судя по расположению галек в конгломератах породы эти наклонены к северу. В 250 м ниже на том же берегу конгломераты с прослоями плотных серых сливных песчанников падают на NNW 354° / 25°. На противоположном крутом берегу, несколько ниже, среди высыпок песчанников и кремнистых глин выходит конгломерат в 10 м видимой мощности также с пологим падением на NNW. Резкие плоскости кливажа секут этот конгломерат в двух направлениях: SO—110—120° / 50—65° и SSW 185—195° / 80—88°.

Юрские отложения очень хорошо обнажены ниже, вдоль крутого склона правого берега, поросшего редким сосновым лесом. Здесь после небольшого выхода конгломерата обнажается мощная толща кремнистых глинистых пород с прослоями песчанников и конгломератов (падение на NW 333° / 20°). Ближе к устью преобладают песчанники с толстыми (до 5—8 м) слоями конгломератов, падающих на NW 306° / 15°. Как кремнистые глинистые породы, так и песчанники содержат частые растительные остатки. Вся толща разбита кливажными трещинами, часто маскирующими истинное падение свиты. Главные кливажные трещины наклонены на SO 130° / 60—65°. Ясно выражены трещины, падающие на SW 232° / 85—90°, или на NO 45° / 80—85°. Бросается в глаза большое количество кварцевых и кальцитовых жил, обычно располагающихся по кливажным трещинам. Толщина этих жил небольшая, от долей сантиметра до 2—3 см, редко до 5—10 см.

Изучение разреза по р. Еловке показывает, что юрская осадочная свита падает здесь моноклинально к северу и северо-западу под небольшим углом, около 15°. По направлению на юг угол падения несколько увеличивается, достигая 20—25°. На юге осадочная свита (I) перекрывается по крутой надвиговой плоскости метаморфической свитой, представленной известняками и гнейсами.



Рис. 3. Разрез по р. Никиткиной (trj—надвиг на мезозой).

Разрез по р. Никиткиной (рис. 3) весьма напоминает только что описанный. Кристаллический массив сложен здесь серыми хорошо сланцеватыми гнейсами с очень неправильным и изменчивым залеганием. Ниже по реке, близ широкой падушки справа, обнажаются серые, светлые сильно раздробленные и вновь сцементированные гнейсы и кварциты; последние очень напоминают кварциты р. Еловки. Видимое падение их на NO. Непосредственного контакта этих пород с юрскими отложениями на правом пройденном нами берегу не видно.

в этом месте в речку впадает широкая падь с мощными четвертичными наносами. На правом берегу этой пади у устья обильные высыпки хорошо окатанных давленных юрских галек, зеленовато-серых песчанников и темносерых песчанистых сланцев. У вершины по склону обнажается конгломерат, полого падающий к северу. Конгломерат разбит пре- красным кливажом и перебит редкими кварцевыми жилками. Ниже холма в следующей к северу небольшой падушке — высыпки серых песчанников, а ближе к устью — выход мощного плотного крупнозернистого аркозового песчанника, пересеченного редкими кварцевыми жилками.

Ниже вдоль правого подмываемого рекой берега сначала обнажаются очень сильно измененные, прессованные и разбитые кливажом темносерые сланцы с гальками; гальки кварцитовые, хорошо окатанные, величина их колеблется от долей сантиметра до 15 см. Рядом сильно уплотненные песчанники с такими же гальками. Ниже они сменяются темными, черными чрезвычайно уплотненными глинистыми породами с прослоями песчанников и редкими немогущими слоями конгломератов. Все эти породы перебиты частыми жилками кварца.

Ближе к выходу речки из ущелья в селенгинскую дельту правый берег сложен зеленоватыми и серыми тонкозернистыми (кварцитовыми) песчанистыми сланцами, которые у устья дают несколько хороших обнажений. Здесь видно, что описанные породы сложены в крутую мульд; вначале обнажаются: а) плотные светлосерые, с прослоями темносерых песчанистых сланцев, очень сильно перебитые и местами истертые, с ясными поверхностями скольжения и с тонкими кварцевыми жилками. Выше них располагаются б) залегающие толстым пластом светлосерые, с поверхности белые или желтые известковистые тонкослоистые песчанники и песчанистые сланцы с тонкими редкими прослоями темносерых глинистых сланцев. В южной части обнажения слои наклонены на NW 340° / 40°, в северной, рядом, на SW 200° / 63°. Породы разбиты кливажом: NNW 290—353° / 62—88°, SO 90—105° / 68—77°, SW 225° / 78—89°. Очень часты кварцевые жилы, располагающиеся по плоскостям напластования или по кливажным плоскостям, падающим на NW 290—353°. Ниже в нескольких местах вверх склона выходят серые песчанники, некоторые с черными глинистыми включениями и с прослойками темносерых глинистых сланцев. Падение колеблется от SW 228—222° / 65—66° до SW 250° / 65°.

Приведенный разрез показывает, что строение юрской толщи по р. Никиткиной несколько отличается от юры р. Еловки, а именно по р. Никиткиной значительно меньше конгломератов и сосредоточены они в самой нижней части разреза, кроме того песчанники более тонкие, переходящие в песчанистые сланцы. Характер кливажа и соотношения пород юрской и докембрийской толщ не оставляют сомнений в том, что последняя надвинута на юру. Мезозойская свита падает моноклинально к северу; такое залегание у выхода речки в дельту р. Селенги осложнено мелкими складками.

Полоса юрских пород к западу от р. Никиткиной и разрез по р. Большой (рис. 4). От р. Никиткиной полоса юрских пород довольно далеко прослеживается к западу. Юрскими песчанниками и кремнистыми глинистыми сланцами сложена гора Коврига. К западу от р. Никиткиной, у ее подножья, железнодорожная выемка вскрывает толщу серых кварцитовидных песчанников с прослойками мелких конгломератов. Далее вдоль дороги к ст. Посольской на каждой гриве можно встретить высыпки юрских конгломератов с характер-

ной колотой галькой и аркозовых грубых песчаников. Пади Глубокая, Кривая и Мотовка выносятся среди сланцев метаморфической свиты многочисленными крупными глыбы юрских конгломератов и песчаников.

Ближе к ст. Посольской против перехода тракта через железную дорогу в основании крутого склона грив выходят круто поставленные породы метаморфического комплекса — серые кварциты с прослоями порфиринов. По левому берегу р. Большой был составлен следующий разрез (снизу вверх по реке) (рис. 4).



Рис. 4. Разрез по р. Большой (trj—предполагаемые послемезозойские надвиги).

1. Вначале против станции крутой правый берег речки сложен мощной свитой темносерых и зеленовато-серых тонкослоистых роговиков и серых кварцитов, падающих на SSW $189^\circ \angle 86^\circ$, SSO $177^\circ \angle 79^\circ$, местами наблюдается очень крутое падение на N. В этой толще часты прослои (до 3—5 м) порфиринов. Вся эта толща разбита хорошо выраженным кливажом, много зеркал трения. Все трещины выполнены жилками кварца от волосных до 1—2 см, изредка до 10—20 см; кварц в жилах иногда раздавленный.

2. Южнее более или менее выдержанное падение пород этой свиты сменяется мелкими складками, гофрировкой (NO $48^\circ \angle 80^\circ$, SSO $179^\circ \angle 85-75^\circ$, SO $213^\circ \angle 75^\circ$), некоторые полосы в этой толще совершенно раздроблены и связаны вторичным кварцем.

3. После небольшой падушки у подножья гривы, между ней и р. Большой, выходят:

- а) темносерая роговиковая порода с кварцевыми жилками;
- б) глыба передавленного гранита светлосерого цвета;
- с) черная порода с черными кварцевыми жилками.

Рядом выше по реке ряд старых разведочных выработок, в которых с севера на юг последовательно обнажаются:

а) темносерые и почти черные роговики, темносерые кварциты и зеленоватые актинолитовые сланцы, очень сильно перетерты, разбитые на неправильные линзы, ограниченные поверхностями скольжения. Среди них обтертые глыбы розового лейкократового гранита до 20—30 см в поперечнике. Этот слой простирается видимо на O $85-90^\circ$ с падением на S;

б) желтый сильно окремненный кристаллический известняк, разбитый на неправильные линзы;

с) сланцевые перетертые кристаллические известняки, с включениями перетертой в линзы скольжения кремнистой породы; падение SO $156-165^\circ \angle 47-54^\circ$;

д) сланцеватые кристаллические известняки с прослойками глинистых известняков. Падение SO $142^\circ \angle 49^\circ$.

4. Далее вверх по реке на значительном расстоянии идут голубоватые и зеленоватые кварциты с преобладающим падением на S, местами смятые во вторичные мелкие складки, осложненные многочисленными взбросами с плоскостями, падающими также к S.

Из изложенного следует, что мезозойские породы погружаются под аллювиальные насосы дельты р. Селенги, не доходя до р. Боль-

шой, где обнажаются только древние метаморфизованные породы и граниты.

Река Тимлюй. Проследим теперь распространение юрских отложений к востоку от р. Еловки. Здесь склоны грив, вверх крутые, сложены красноватым биотитовым гранитом; ниже коренные породы скрыты под мощным чехлом красновато-буроватых суглинков, в которых встречаются отдельные гальки и щебень биотитовых гранитов. Пологая гряда, ограничивающая с запада долину р. Тимлюй, сложена также только розовым биотитовым гранитом с многочисленными аплитовыми жилами.

Правый берег долины р. Тимлюя значительно обнажен против церкви; на ближайшем к дер. Тимлюй ряде холмов здесь выходит розовый крупнозернистый биотитовый гранит, очень сильно разбитый кливажом (плоскости NO $27^\circ \angle 76^\circ$, NW $301^\circ \angle 80^\circ$, SW $253^\circ \angle 53^\circ$). Рядом к югу такие же, но более светлые граниты (плоскости N $\angle 70^\circ$, NO $80^\circ \angle 88^\circ$, NO $62^\circ \angle 80^\circ$), в которых видны крупные ксенолиты доюрских кварцитов, местами тонко импреньированные гранитом; кварциты очень сильно перетерты и разбиты плоскостями скольжения. Много кварцевых тонких жилок. Далее к югу близ южного края деревни обнажается крупный ксенолит, сложенный то темными, зеленовато-серыми, то светлыми, почти белыми кварцитами и кварцитовыми сланцами, падающими к югу (SW $235^\circ \angle 82^\circ$). Свита перебитая резким кливажом (плоскости SW $235^\circ \angle 81^\circ$, SW $228^\circ \angle 90^\circ$, SW $230^\circ \angle 80^\circ$), пересечена жилами гранита и множеством кварцевых жилок. У края деревни вновь обнажается розовый и розоватый плотный биотитовый гранит с частыми темными шлирами; гранит разбит трещинами, падающими на SW $225^\circ \angle 79^\circ$, NW $343^\circ \angle 85^\circ$. Выше на значительном расстоянии обнажается толща кварцитов с падением на SW $225-230^\circ \angle 75-85^\circ$. Кварциты прекрасно наслоены, переходят в кварцитовые сланцы, они совершенно тождественны тем крупным ксенолитам, которые описаны выше. Кварцевые жилы и тонкие жилы гранита секут кварциты поперек простираения, падают к SO под углом $50-60^\circ$.

Южнее, выше пади, на протяжении 1,5—2 км выходят биотитовые розовые то крупно-, то мелкозернистые граниты с аплитовыми жилами. Граниты разбиты трещинами, главные из них падают SW $210^\circ \angle 55^\circ$; порода сильно выветривается, дает обильную дресву.

Река Елань. На востоке последние выходы юрских отложений описанного выше типа находятся между рр. Тимлюй и Кабаньей, на холмах у подножья Хамар-Дабана. Здесь к юго-востоку на первом шатровидном холме как на вершине его, так и по западному склону видна обильная россыпь характерных, срезанных кливажом галек и пород, обычно сопровождающих юрские конгломераты, а именно черных темносерых кремнисто-глинистых сланцев, сланцеватых и аркозовых песчаников. Непосредственно к югу к этим высыпкам прилегают выходы и высыпки белых кристаллических известняков, сменяющихся далее высыпками и выходами серых и розовых хорошо слоистых кварцитов и реже гнейсов, падающих SO $125^\circ \angle 64^\circ$. Эти гнейсы прорываются южнее розоватыми гранитами, обогащенными вторичным эпидотом со следами катаклаза. На более высоких холмах далее к югу появляются среди высыпок катакlastического гранита, кварцитов и гнейсов отдельные выходы розового молодого биотитового гранита, слагающего целиком высокие гривы, протягивающиеся к массиву такого же гранита по р. Тимлюй.

К востоку от описанных возвышенностей после небольшой древнеаллювиальной низины по направлению к ст. Елань протягивается узкая, вытянутая в NO направлении, длинная гряда, сложенная по южному склону и по гребню в западной части белыми, частью графитовыми, кристаллическими известняками. Эти известняки сильно передавлены, иногда окрашены в розоватый цвет, имеют серые прослои; наклонены они на $SO\ 160^\circ \angle 70^\circ$. Восточная (большая) часть гряды сложена серыми гнейсами и голубовато-зеленовато-серыми кварцитами, сильно импренными розоватыми несколько гнейсированными гранитами. На восточном конце гряды в породах частые зеркала трения.

Северный склон описываемой гряды покрыт мощными распаханными четвертичными наносами, в которых в двух местах были найдены юрские расколотые кливажом гальки.

К востоку от этой гряды, за ст. Еланью, на правом берегу р. Кабаньей юрские слои нигде не выходят, несмотря на то, что правый склон р. Кабаньей довольно хорошо обнажен на значительном расстоянии к северу, почти до самой железной дороги. Этот берег сложен очень мощной и интересной свитой древних доюрских пород. Здесь против дер. Елани на резко вдающемся в аллювиальную низину мысе обнажается толща метаморфических конгломератов, чередующихся с прослоями до 0,5 м толщиной розовых и зеленоватых кварцитов. Видимая мощность конгломератов более 10 м. Вся эта толща пронизана многочисленными жилами древнего розового гранита; свита наклонена к $NW\ 340-345^\circ$ с видимым углом падения в $10-15^\circ$. Далее к северу вдоль этого берега высыпки крупных глыб розового гранита и зеленоватых кварцитов, похожих на предыдущие.

На последнем перед железной дорогой холме, на южном его склоне, осыпь розовых древних гранитов, местами сильно передавленных, чрезвычайно богатых эпидотом, зеленого конгломерата, подобного вышеописанному, и зеленоватых кварцитов. На северо-западном склоне этого холма обнажаются древние передавленные граниты, падающие на $NW\ 309^\circ \angle 55^\circ$.

Приведенные разрезы показывают, что мезозойские породы, составленные песчаниками, кремнисто-глинистыми породами и конгломератами, слагают наиболее северные низкие отроги Хамар-Дабана и уходят под дельту р. Селенги. Судя по разрезам рр. Еловки и Никиткиной, мезозой образует здесь моноклиналь с падением к северу в среднем под углом в $15-25^\circ$. Местами это залегание нарушается мелкими вторичными крутыми складками и более крутыми падениями около ненормального контакта с метаморфическими породами. Если считать, что кварцитовидные песчаники р. Никиткиной у железнодорожной линии с редкими пропластками конгломератов являются более высокими горизонтами свиты по сравнению с песчано-глинистыми породами и мощными конгломератами р. Еловки и нижней части разреза р. Никиткиной, то надо думать, что наиболее низко опущенной частью этой моноклинали являются область выхода первых отложений и район, примыкающий к ней с севера и северо-запада.

Характерной особенностью мезозойских отложений этой полосы является резко выраженный кливаж разлома. Особенно сильно он захватил кремнисто-глинистые породы и конгломераты; в первых он местами совершенно маскирует слоистость, правда нерезко выраженную. В конгломератах разбивает и цемент и гальку; по кливажным плоско-

стям заметны иногда некоторые ничтожные смещения. В кварцитоуплотненных, он слабее. Близ контакта с метаморфической свитой наиболее ясно выражены плоскости кливажа, параллельные примерно плоскости ненормального контакта мезозоя и метаморфической свиты. Далее от этой плоскости, например по р. Никиткиной, у железной дороги можно различить более сложную систему взаимной пересекающихся кливажных плоскостей, образовавшихся возможно в этом месте в связи с мелкой складчатостью мезозоя.

Собранные данные показывают, что ненормальный контакт мезозоя и кристаллических сланцев представляет надвиг с крутым падением к югу. Так как кливажные трещины в мезозое параллельны поверхностям надвига, то надо думать, что кливаж возник в результате тех напряжений, которые были созданы надвиганием метаморфического массива на толщу осадочных образований. От района ст. Посольской до р. Еловки надвиговая линия имеет широтное простирание. Далее к востоку между рр. Тимлюй и Кабанья простирание надвиговой линии делается восточно-северо-восточным, оно несколько отклоняется к северу. Имеем ли мы в районе р. Тимлюй перегиб простирания или же здесь проходит какое-либо поперечное нарушение, установить не удается, так как район этот покрыт очень мощными четвертичными отложениями. К востоку от р. Кабаньей проследить продолжение надвига также нельзя.

Я думаю, что описанный надвиг не является единственным для этого района. К югу от него по р. Большой мы имеем надвиговую трещину в толще метаморфических образований, наклоненную круто к югу. Обилие великолепных линз скольжения вдоль надвиговой поверхности указывает на то, что эта дислокация произошла на небольшой сравнительно глубине и, можно думать, что по возрасту она близка к вышеописанному надвику.

Характер надвига низовья р. Селенги — дислокационный метаморфизм соприкасающихся пород, их возраст — совершенно тождествен возрасту и типу нарушений ангарского надвига, открытого Н. И. Свистальским и М. М. Тетяевым в 1915 г. в истоке р. Ангары. Любопытно отметить, что продолжение линии селенгинского надвига на запад через оз. Байкал приводит как раз к надвиговым нарушениям окрестностей с. Лиственичного на западном берегу озера. Это обстоятельство указывает не на то, что селенгинский надвиг является непосредственным продолжением ангарского, а на то, что селенгинский надвиг принадлежит к той же зоне дислокаций, как и ангарский, но представляет может быть другой надвиг из серии кулисообразных нарушений. Этот вывод имеет большое значение для разведки нефти в районе к северу от дельты р. Селенги и в самой дельте, а именно: последний район по своей структуре будет сходен с соответствующим ему районом на западном берегу оз. Байкала, т. е. с областью, лежащей к северу от ангарского надвига, — областью, где обширные надвиговые перекрытия отсутствуют, и потому вдали от берега оз. Байкала, на правом берегу р. Селенги, мы не можем рассчитывать встретить под метаморфической свитой перекрытых осадочных отложений.

М. М. Тетяев считает восточным продолжением ангарского надвига шарьяж в районе Питателевского источника. Как известно, мезозойские отложения в последнем районе (по Тетяеву) образуют окно, окруженное со всех сторон надвинутой метаморфической свитой.

В этом районе, так же как и в окрестностях Верхнеудинска, М. М. Тетяев констатировал любопытное явление: «юрская свита, собранная в складки, совершенно не носит никаких следов специального тектонического воздействия в виде брекчий, трещиноватости, разрывов. Наоборот метаморфическая свита представлена почти сплошь породами, носящими следы интенсивного катаклаза». Автор не дает объяснений отсутствия кливажа и т. д. в юре. Мои наблюдения в районе Верхнеудинска, на р. Итанце и в Питателевском районе приводят меня к выводу, что отсутствие следов сильного тектонического воздействия в мезозое этих районов объясняется тем, что эти породы нарушены очень слабо и метаморфическими породами не перекрыты; послейюрские шарьяжные покровы здесь отсутствуют. Интенсивный катаклиз метаморфической свиты, например милониты дер. Сотниковой у г. Верхнеудинска, связан с более древними доюрскими нарушениями. Мы не можем в настоящей заметке за отсутствием места подробно разобрать вопрос о покровных перекрытиях в Западном Забайкалье, так как это требует критического разбора методики работы школы М. М. Тетяева и некоторых основных положений этого автора. Это мной будет сделано в другой статье. Здесь же следует только отметить, что по моим наблюдениям зона сильных крутых надвигов дельты р. Селенги в Питателевском районе затухает и выражена очень слабо. Продолжение же ее однако к востоку несомненно, так как на р. Итанце юрские породы северным краем своей площади лежат нормально на граните, южным же краем соприкасаются с метаморфическими породами по надвиговой линии (кливаж, изредка колотые гальки).

Все эти данные приводят к заключению, что в Прибайкалье отсутствуют пологие шарьированные покровы. Эта область разбита крутыми послейюрскими надвигами, возникшими под влиянием послейюрской складчатости Восточного Забайкалья, и является как бы форландом последней.

Москва, Геологоразведочный институт

(Рукопись поступила 21 февраля 1933 г.).

On the Tectonics of the South-Eastern Baikal Region

(Summary)

Prof. N. S. Shatsky

On the eastern coast of Lake Baikal the author has discovered a large overthrust which undoubtedly represents the continuation of the charriage discovered by M. Tetiaeff at the effluence of the Angara river and on the western coast of Lake Baikal (the so-called Angara charriage). In the latter overthrust, as well as in that discovered by the author, the ancient (Pre-Cambrian) crystalline rocks are thrust northwards along a steep plane upon the fresh water Jurassic sediments.

As a result of the thorough study of the tectonics of the western Transbaikalia, the author comes to the conclusion, that all the overthrusts of this region are steep and the gently sloping „nappes de recouvrement“ are here absent, which coincides with the statement made by M. M. Tetiaeff.

These overthrusts are of Post-Jurassic and possibly Post-Mesozoic age.

The available data show that the modern depression of the Baikal is considerably younger than these overthrusts, and its formation may be referred to the later part of Pliocene or to Pleistocene.

К вопросу о рудной базе Прибалхашстроя и ее дальнейших перспективах

Проф. М. П. Русаков

Основной рудной базой Прибалхашстроя является месторождение медных порфировых руд Коунрад, открытое поисковыми работами ГГРУ в самой отдаленной и пустынной части Казакстана, недалеко от оз. Балхаш.

В истории цветной металлургии подобные месторождения, например, на западе САСШ, осваивались десятилетиями; в порядке со-

Динамика роста запасов руд и меди на Коунраде с октября 1929 г. по март 1932 г.

1932 г.

с октября 1929 г. по мар.

Наименование лиц и организаций, производивших подсчет	(A)+B+C ₁ +(C ₂)						(A) + B + C			Число учтенных рудн. скважин
	Окисленные руды			Сульфидные руды			Всего руд (окисл. + сульф.)			
	Руда в тыс. т	Металл в тыс. т	Cu в %	Руда в тыс. т	Металл в тыс. т	Cu в %	Руда в тыс. т	Металл. в тыс. т	Cu в %	
1. ГГРУ, 1929 г. (Русаков) . . .	9 000	150,0	1,65	13 000	170,0	1,31	220 000,0	320	1,45	6—7
2. Вандербеллен, октябрь 1930 г.	15 000	238	1,54	105 000	1327,0	1,29	1200 000,0	1 550	1,20	29
3. Цветметразведка, октябрь 1930 г.	21 655	296,87	1,27	104 461	1409,70	1,37	136 116,0	1 706,77	1,35	29
4. Центральная комиссия по запасам при ГГРУ, октябрь 1930 г. (Гудевич)	15 490	221,0	1,42	95 696	1105,00	1,15	111 186,0	1 326	1,19	29
5. Бриг. геологов комиссии Южцветмета, октябрь 1931 г. (Логачев, Русаков) .	15 490	221,0	1,42	153 245	1737,68	1,14	168 736,0	1 958,63	1,16	50
6. ЦКЗ Союзгеоразведки . . .	17 350	222,600	1,29	137 650	1533,72	1,11	155 000,0	1 761,82	1,136	67

циалистического переустройства нашего Союза, под давлением дефицита в цветных металлах, в заботах об индустриализации наших окраин, в стране нашлись силы и средства установить в три года огромные реальные запасы руд и меди в месторождении Коунрад, среднее содержание в рудах и условия залегания этих последних. В настоящее время накоплен уже огромный разведочный материал, позволивший приступить к проектированию мощнейшего не только в Союзе, но и в мире медного комбината с годовой производительностью его в 175 тыс. т меди. Перманентно идущая разведка дополнит недостающие сведения в ближайшее время.

В таблице нашла свое отражение динамика роста запасов руд и меди на Коунраде с октября 1929 г., когда при 6—7 скважинах было подсчитано как минимум по категории В — 320 тыс. т. меди, по март 1932 г., когда недавно произведенные Союзгеоразведкой пересчеты показали запасы руд на Коунраде (окисленных плюс сульфидных) в пределах от 155 до 164 млн. т. (в зависимости от включения в итоговые цифры экстрабогих руд — ниже 0,5%) и меди в этом объеме руд в 1760 тыс. т по категории (В + С₁). Характерна в этой таблице ясная тенденция к понижению среднего содержания руд как окисленных, так и сульфидных, по мере того как в подсчет вовлекались все большие и большие объемы руд и все более глубокие горизонты их. Среднее содержание меди в окисленных рудах для всего тоннажа в 17,4 млн. т устанавливается в 1,29%, а для сульфидных руд (137,6 млн. т) — около 1,11%; среднее для 155 млн. т руды получается в 1,136% меди, каковое содержание близко к среднему содержанию меди для полностью учтенного запаса руд в месторождении Utah Copper Mine, в штате Юта, САСШ.

Упомянутый выше запас меди в Коунраде, равный по категории (В + С₁) 1760 тыс. т, — без меди в выщелоченных породах, без меди в экстрабогих рудах и убогих (0,3—0,5% Cu) руд в некоторых глубоких частях месторождения, без меди в других небольших рудноносных участках Коунрада, где имеются возможности обнаружения промышленных руд, — этот запас, несомненно в какой-то мере имеющий прирост в итоге работ 1932 г.¹, в недостаточной степени однако мог удовлетворить гигантский размах Прибалхашстроя с его проектной мощностью на 175 тыс. т меди (по первоначальному заданию в рамках 1932 г.) и необходимым амортизационным сроком не менее чем на 10—12 лет. Поэтому встал и невольно встает сейчас вопрос о расширении рудной базы Прибалхашстроя как в Коунрадском районе в первую очередь, так и вблизи последнего — в сфере ближайшего влияния ведущейся сейчас к Балхашу Трансказакстанской железной дороги. Вопрос о расширении рудной базы Прибалхашстроя выдвинул на обсуждение уже в прошлом году ряд следующих более частных вопросов и деталей, а именно:

1) перспективы самого Коунрада, понимая под этим центральное рудное поле Коунрада и сопредельные с ним участки (северо-восточный участок и т. д.);

2) возможность открытия значительных запасов руд и меди в ближайших окрестностях Большого Коунрада, в пределах того же урочища;

¹ По новому пересчету запас промышленной меди в Коунраде в итоге разведок 1932 г. имеет тенденцию вылиться в 1 900 тыс. т.

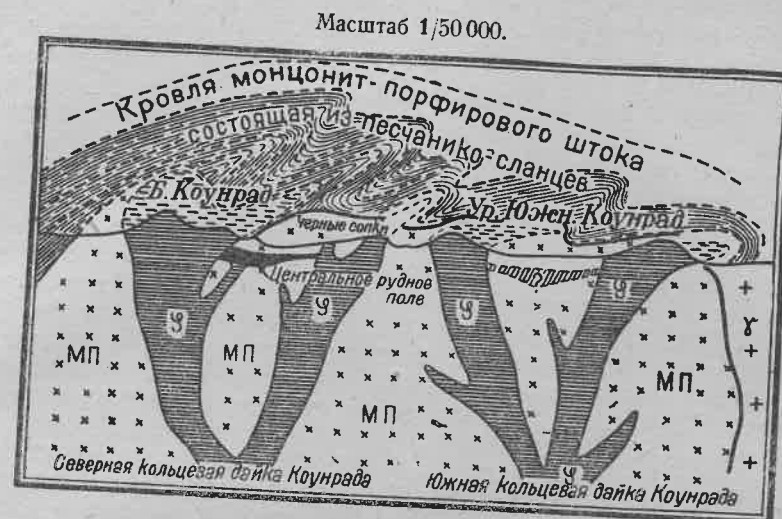


Рис. 1.
Идеализированный геологический профиль через урочище Коунрад (с NNW на SSO).

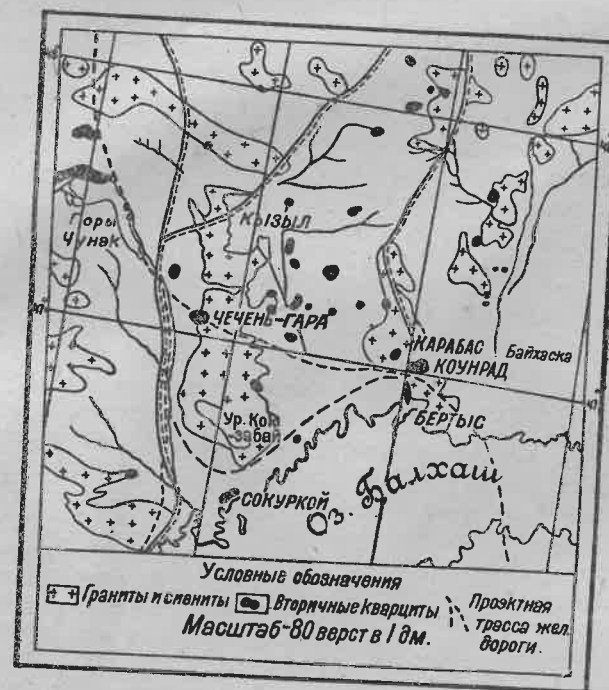


Рис. 2.
Обзорная карта Коунрадского района с указанием главных месторождений меди

3) перспективы таких малоразведанных месторождений, как Карabas, Сокуркой, вновь оформляемые месторождения Борлы и др. в Коунрадском районе;

4) число и место тех месторождений, которые, прилегая к железной дороге, могли бы быть разведаны и впоследствии давать медные концентраты для Коунрада, и наконец

5) вопрос о направлении упомянутой Трансказакстанской железной дороги в ее участках, близких к Балхашу.

По каждому вопросу в настоящий момент можно высказать следующие соображения и данные:

1. Еще в 1931 г., а тем более после разведок 1932 г., было и стало ясным, что перспективы центрального рудного поля Коунрада вне упомянутых итоговых цифр запасов (руды 155 — 164 млн. т и меди — около 1760 тыс. т) представляются весьма ограниченными в свете той геологической концепции, которая автором была окончательно установлена в отношении геологического строения Коунрадского месторождения и которая целиком была положена в основу пересчета запасов весной 1932 г. Возможный прирост запасов рисовался тогда только по линии убогих руд (от 0,3 до 0,5% меди) и главным образом в глубокой части месторождения, в северо-западном углу рудоносного контура. Автор окончательно принимает как вполне доказанное существование в Коунраде штока кварцевых монцонит-порфиров¹, в котором по «континентским» зонам слабости, возникшим в процессе кристаллизации и остывания штока, внедрилась дополнительная инъекция гранитной магмы в форме наиболее кислых ее дериватов — фельзитов и порфиров, пород наиболее металлогеничных и в Казакской степи, и на Алтае, и в Средней Азии.

Эти фельзиты — петрографически и химически достаточно резко отличные от монцонит-порфиров — образовали собою своеобразную в плане кольцевую дайку различной мощности (от 50 до 500 м) в разных местах кольца. Как и все остальные породы Коунрада (монцонит-порфиры, песчанико-сланцы), фельзиты дайки сильно кварцитизированы, а на глубине в некоторых местах пиритизированы. В избирательном характере эрозии фельзиты Коунрада благодаря своей крепости, твердости, массивности всегда играют положительную роль, выдаваясь всюду в виде наиболее высоких сопков; это очень характерно и достойно сугубого внимания при геологопоисковых работах.

На рис 1 и 2 ясно отображены и залегание фельзитовых кольцевых даек Коунрада в плане и их идеализированный профиль, начиная с поверхности и до глубины 500 — 600 м. Отметим, что подобные кольцевые дайки давно известны в Англии, в Скандинавии, но у нас, в СССР, повидимому так ярко они оформляются впервые. Принципиально и практически чрезвычайно важно признать, что фельзиты образуют именно дайку, т. е. интрузивное тело, уходящее корнями своими в глубину; это важно потому, что от этого зависит вся последующая трактовка месторождения Коунрада в целом и те контролирующие оруденение факторы, которые заключаются именно в наличии кольцевой дайки фельзитов, а не в чем-либо ином.

Вышеизложенная концепция в зачаточном виде была изложена еще в 1929 г., когда была указана специфическая роль фельзитов в

¹ Здесь сохраняется название кварцевые монцонит-порфиры, хотя после детального петрографического изучения этих пород их правильнее было бы называть кварцевыми диорит-порфирами или палеодацитами.

оруденении Коунрада и в локализации промышленных, наиболее богатых, рудных масс. Твердо стоя на этой наиболее правильной геологической схеме, автор категорически отвергал вторую концепцию геологического строения Коунрада (выдвинутую в 1930 г. и поддержанную в литературе геологом Обатуровым, см. «Цветные металлы» № 7, 1931, стр. 921), которая трактует фельзиты Коунрада как «сохранившиеся от размыва участки периферической верхней части штока монцонит-порфира, интрузия которого была очевидно гипабиссальная и потому должна была иметь вверху оторочку более плотных фельзитовых пород, которые местами приняли особо плотный кварцитовый характер». В силу этой концепции защитники ее дали для разведчиков рецепт: «Под всеми возвышенностями и гребнями, сложенными плотными фельзитоподобными породами, на некоторой глубине нужно ожидать переход в менее плотную породу с признаками реликтовой структуры монцонит-порфира, а затем и в монцонит-порфир». Причем вполне вероятно, говорится далее, что первичное оруденение халькопиритом в определенных участках будет обуславливать без участия халькозина промышленное содержание меди (от 0,5 до 1%).

Первая же концепция, отвергая в целом всю эту геологическую схему, защищала и сейчас подчеркивает ту точку зрения, которая говорит о том, что под возвышенностями из кварцитизированных фельзитов тщетно было бы искать промышленные руды.

В этом и заключается огромная практическая важность защищаемой нами схемы — о кольцевых дайках фельзитов: мы смело должны принимать факт ограниченности в плане промышленных руд «центрального рудного поля Коунрада» линией внутренней границы кольцевой дайки фельзитов, как бы ни велики были желания и надежды у отдельных геологов и горняков-проектировщиков расширить поле залегания промышленных руд и под фельзитами.

Что концепция о фельзитах как о краевой фации монцонит-порфиров представляется сейчас практически несерьезной (будучи всегда плохо документированной), ясно говорят следующие положения:

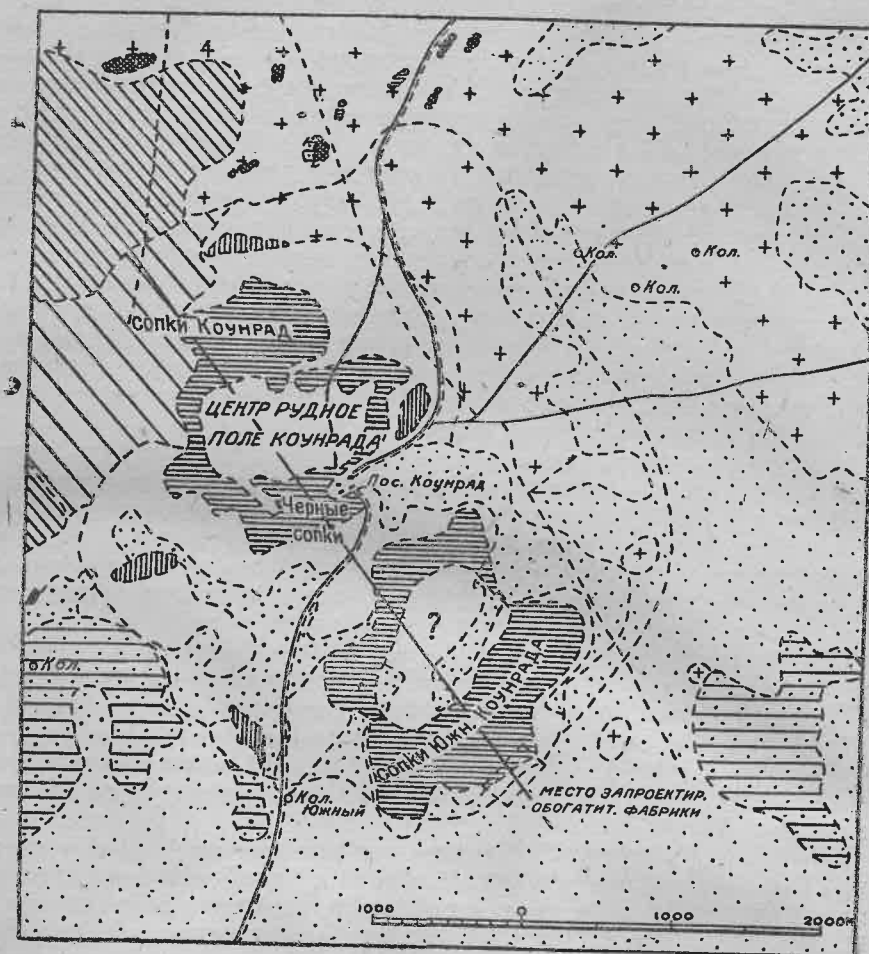
1. Отсутствие ярких примеров, чтобы лейкократовые богатые SiO_2 фельзиты где-либо являлись краевой фацией мезократовых, резко отличных по петрографическому габитусу и химическому составу монцонит-порфиров.

2. Тот факт, что из 17 скважин, заложенных до 1932 г. в фельзитах, лишь три-четыре (№ 44, 45, 59, 92), пробитые недалеко от контакта фельзитов и монцонит-порфиров, действительно вошли в последние; остальные 13 скважин, сверху заложенные в фельзитах, остановлены и на глубине в фельзитах же, причем нигде по длине своей они не обнаружили — кроме убогой вкрапленности пирита — сколько-нибудь значительных интервалов промышленного оруденения (содержание Cu в среднем не выше 0,1%). Защитники второй концепции по поводу этих скважин допускали, что «покрышка фельзита в данном месте очень мощная и имеет не более или менее пологое залегание, а более крутое». Результаты разведок 1932 г. окончательно выбивают почву для таких оговорок.

3. Такие факты, как смена в скважине № 3 и повидимому в других скважинах монцонит-порфира — мезократового, богатого роговой обманкой, — лейкократовым фельзитом, ясно говорят о том, что никаких «постепенных» переходов между этими породами нет и не может быть, а фельзиты являются здесь дайкой среди монцонит-порфи-

ров, т. е. породами более молодыми по возрасту. Скважина № 3, вместо того чтобы давать сверху фельзит, а на глубине монцонит-порфиры, дает наоборот сверху монцонит-порфир, а внизу фельзиты.

Геологическая карта урочища Коунрад с указанием кольцевых даек фельзита
Масштаб 1/50 000



Условные обозначения:

	Граниты и гранито-сениты		Железистые вторич. кварциты (типа железной сопки)
	Аплиты, микро-граниты, интрузивные порфиры		Песчаники и сланцы (девона?) ороговикованные, эпидотизированные и пр. Кварцитизированные песчаники и сланцы
	Монцонит-порфиры (гидротерм. изменен., но без оруденения)		Гнейсы и конгломераты древне-балхашских озерных отложений
	Кварцитизир. фельзиты кольцевых даек Коунрада.		Послетектонические и современные новейшие образования
	Вторич. кварциты типа Коунрад (кварцитиз. монцонит-порфиры с реликтовой структурой).		

Сейчас уже нет надобности шире доказывать неуместность дальнейшей защиты, так ясно опровергнутой фактами гипотезы о перемещении промышленных руд Коунрада в стороны от видимого рудного контура — под фельзиты высоких сопкок.

В настоящий момент важно признать, что образование кольцевой дайки фельзитов создало среди монцонит-порфиров своеобразную широкую воронку, вероятно расширенную кверху, хотя не менее возможным является и некоторое расширение диаметра кольцевой дайки с глубиной; на рис. 3 дается лишь схема. Внутри дайки наиболее деформированные — в этом своеобразном жерле «псевдовулкана» — монцонит-порфиры были подвергнуты максимальному первичному оруденению сульфидными (пиритом и халькопиритом). В теле фельзитов процесс пиритизации тоже, естественно, проникал, но в весьма ограниченном масштабе, благодаря литологическим свойствам этих пород. Интересно отметить, что в первую наиболее высокотемпературную фазу пневмато-гидатогенеза по трещинам, среди фельзитов, был отложен и корунд, обнаруженный автором на Б. Коунраде летом 1931 г.

После эрозии кровли монцонит-порфирового штока, когда обнажилась апикальная часть и фельзитов и монцонит-порфиров, сильно кварцитизированных агентами гидротермального и рудного метаморфизма, процесс вторичного обогащения (в виде нисходящих, несущих супергенную медь, растворов) благодаря той же «воронке» из фельзитов естественно концентрировал супергенную медь в этой последней и создал то неправильное, утолщенное в центре кольцевой дайки (ближе к северо-западному ее краю) промышленное тело медных порфировых руд Коунрада, которое сейчас почти уже эскировано и разведано в глубину.

Фельзиты же в силу и малого первичного своего оруденения и в меру малой способности своей к замещению вообще не создали в себе халькозинном обогащенных участков, а сохранили лишь первичную оруденелость с содержанием Cu не выше 0,1%. Лишь вдоль отдельных и редких трещин отдельности в них спорадически удается видеть тонкие пленочки халькозина или вкрапленность борнита и халькопирита, повышающих иногда среднее содержание меди до 0,2—0,3%.

На этом мы заканчиваем рассмотрение первого вопроса. Ясно, что лишь в северо-восточном рудном участке, где фельзиты довольно сложно перемежаются с монцонит-порфирами, и быть может на востоке — можно было бы ожидать на Коунраде некоторого, но весьма ограниченного прироста руд невысокого качества.

II. В 1932 г. значительно более важным представлялся вопрос о дальнейших перспективах роста запасов вообще в урочище Коунрад и о возможности открытия там новых больших рудных тел.

Наличие второй — южной кольцевой дайки, в юго-восточной части урочища (см. геологическую карту) приблизительно такого же диаметра и с тем же характером рельефа дало тогда автору смелость поставить вопрос так: «Факт геологического контроля первичного оруденения и процессов вторичного обогащения наличием на Коунраде северного кольца из фельзитов, — не говорит ли он за необходимость путем перспективной буровой разведки в центре южной фельзитовой дайки искать именно здесь — в жерле второго коунрадского «псевдовулкана» — второй рудный Коунрад, пусть несколько меньшего масштаба, чем главный Коунрад, но с теми же условиями проявления

рудных масс». Тогда не было никаких данных отрицать очень большую возможность, даже вероятность именно в указанном месте, а не где-либо в другой части урочища, искать на глубине сначала быть может окисленные руды, а ниже — и сульфидами вкрапленные рудные массы.

Вывод был настолько ясен, что по телеграфу было от дано распоряжение начать буровую разведку внутренности южной кольцевой дайки фельзитов. К осени 1932 г. здесь были пробурены 3 скважины достаточной глубины; все они под наносами встретили вторичные кварциты, вернее кварцитизированные монцитит-порфиры, следы окисленных руд и постоянную вкрапленность маломедистого пирита в этих породах. К сожалению промышленного оруденения здесь не оказалось — анализы кернов показали содержание меди не выше 0,1%, чаще же только сотые доли процента. Этот отрицательный результат имеет тем не менее огромное значение для дела разведки коппер-порфиры в Прибалхашье: мы знаем сейчас, что при совершенно одинаковой казалось бы геологической обстановке (почти тождестве в строении двух кольцевых даек Коунрада) эффект первичного оруденения может быть различным в зависимости от каких-то дополнительных, оставшихся без учета факторов. Главнейшими из последних надо предполагать, во-первых, некоторую разницу в петрографическом характере монцитит-порфиров, а во-вторых — глубину тех деформаций и каналов, которые после интрузии фельзитов обусловили собою приток гидротерм. При дальнейших поисках и разведках в Прибалхашье этот «урок Коунрада» несомненно надо будет учитывать в полной мере.

III. По третьему вопросу — о перспективах прочих медных месторождений Коунрадского района (Карабас, Сокуркой, Борлы, Кокзобай и др.) — необходимо отметить следующее:

1. Месторождение Карабас, открытое в том же 1928 г., дало с поверхности обнадеживающие показатели; купрометрическая съемка выявила здесь около 20 тыс. м² площадей с выходами, несущими минералогические или химические признаки меди в геологических условиях, близких к коунрадским; правда здесь фельзиты проявлены в обычных, линейно вытянутых дайках, а не в кольцевых. Возможно однако, что лишь в восточной и северо-восточной части Карабаса имеется такая картина, чем и объясняются повидимому неудачные результаты 5 буровых скважин, сделанных здесь в 1930 г. Весь же Карабас в целом, в его центральной и западной части, геологически пока не детализирован; необходимо сейчас — с идеями и опытом по Коунраду — разобраться в том, не имеет ли место в центральной части Карабаса то же подобие кольцевой дайки. Возможно, что в связи с итогами такой ревизии надо будет бурить здесь в других местах: где-нибудь ближе к центру этого урочища.

Во всяком случае убогие признаки халькозина, встреченные в первых 5 скважинах Карабаса, дают право говорить о том, что кварциты Карабаса несут в себе медь, и что здесь в какой-то мере имели место процессы вторичного сульфидного обогащения. Необходимо путем дополнительных 8—10 скважин, геологически разумно заложенных, выявить окончательно, может ли Карабас дать дополнительный запас меди для Прибалхашстроя или нет. Без такой проверки нельзя ставить на Карабас крест в смысле его перспектив.

2. На Сокуркое еще в 1928 г. был открыт в западном логу этого массива небольшой выход богатых окисленных руд, площадью не более 350 м². К 1932 г. после купрометрической съемки и связанной с ней расшурфовки оказалось, что контуров богатых окисленных руд насчитывается здесь не один, а 7—8 и общая площадь их доходит до 4—5 тыс. м², а с участками, обнаруживающими при пламенном опробовании остаточную медь, и того более.

Ясно определяется, что здесь контуры богатых окисленных руд залегают у подножья, по периферии, небольших куполообразных сопкок, сверху сложенных массивными и безрудными кварцитами; при этом рудоносная площадь к западу частично уходит под мощную пелену наносов, под которыми возможно залегают руды. На Сокуркое можно было говорить о том, что намечается площадь около 40—50 тыс. м², несомненно интересная для буровой разведки. Тот факт, что в окисленных рудах имеется остаточный халькозин, повышающий иногда содержание меди в рудах до 10% и более, говорит о том, что халькозиновая зона — зона вторичного обогащения — здесь несомненно существует и повидимому выражена в практически интересном масштабе.

Если бы оказалось, что рудный столб здесь имеет мощность не менее 40 м, то на Сокуркое первые 3—4 скважины дали бы право считать здесь минимум 5 млн. т руды с запасами меди свыше 50 тыс. т. Дальнейшие разведки эту цифру могли увеличить во много раз. Ясное понимание того, какое огромное значение может приобрести Сокуркой для будущего комбината как вспомогательный и довольно значительный рудник с дотацией меди в концентратах (положим около 20—25 тыс. т в год), заставило ГРС Прибалхашстроя поставить здесь перспективную разведку в 1932 г. Всего здесь было пробурено 4 скважины, к сожалению заданных линейно, в один ряд на восточной стороне рудоносного контура. Лишь одна из скважин до глубины более 100 м обнаружила промышленно интересное оруденение с наличием халькозиновых руд и достаточно богатых медью первичных вкрапленников. Остальные три показали непромышленное оруденение, несмотря на то, что с поверхности, недалеко от устья скважин, имеются выходы богатых окисленных руд. Вопрос о промышленном значении Сокуркой для Прибалхашстроя разрешит только достаточно широкая перспективная разведка с упором на западную и юго-западную части этого кварцитового массива. Можно подозревать, что здесь может и не оказаться слишком больших рудных площадей, и промышленные руды оформятся в виде ряда мощных рудных столбов с значительным протяжением в глубину.

3. По линии новых месторождений меди в Прибалхашье интересными пока представляются два участка:

а) В урочище Чечен-гара, в 80 км к северо-западу от Сокуркой недалеко от русла р. Моинты, имеется огромный массив вторичных кварцитов, в восточной своей части соприкасающийся с обширным по лем гранитов. Имелись указания от местных проспекторов, что к юго-востоку от главной вершины Чечень-гара существуют древние калмычские ямы с выбросами медных окисленных руд. Эти указания необходимо тщательно проверить. А пока в Чечень-гара установлены лишь корундоносные кварциты, могущие оказаться интересными для абразивной промышленности.

б) Открытое в 1931 г. геологом Слепухиным месторождение Борлы более интересно и уже начато своим оформлением. Борлы лежит к северу от месторождений Карабас юго-западу от Коунрада в 50—60 км. Здесь к востоку от дороги имеется ряд высот, сложенных вторичными кварцитами, среди которых залегают отдельные пятна гранит-порфиров, сильно гидротермально измененных и довольно часто окрашенных медной зеленью. Произведенная купрометрическая съемка установила здесь контур оруденелых медью пород размером около 360 тыс. м². Оруденение медной зеленью в целом небогатое, но имеются также и отдельные полосы чрезвычайно богатых окисленных руд, повидимому приуроченных к зонам трещиноватости, выполненным жильным кварцем или рудным (вторичным) кварцитом. Начатая здесь буровая разведка к сожалению еще не дала каких-либо ответов о характере руд на глубине и условиях залегания их. Ориентировочный запас меди (по категории С₂) Прибалхашстроем намечается здесь около 300 тыс. т.

Урочище Чечень-гара и ряд других массивов вторичных кварцитов лежат как раз у того места, где от магистрали, которая в будущем продолжится до ст. Чу, к Турксибу, отойдет ветка на Коунрад. Необходимо скорее взяться за ревизию вторичных кварцитов всего северо-западного Прибалхашья в целях открытия новых месторождений медных порфировых руд.

Итоги этих работ и поисков и перспективной разведки позволяют запроектировать оптимально выгодную трассу железнодорожной ветки к Коунраду. Результаты разведки на Борлы тоже окажут влияние на то или иное направление трассы железной дороги.

Этим мы заканчиваем обсуждение третьего вопроса — о перспективах прочих известных месторождений меди в Коунрадском районе, так как месторождение Кок-зобай повидимому не заслуживает большого внимания, а ряд других месторождений, известных по показаниям прибалхашских старожилов — казаков, пока геологически не оформлены. Однако несомненно, что большое число участков с проявлением вторичных кварцитов в Коунрадском районе вплоть до 48° с. ш. (см. обзорную карту, рис. 3) настоятельно требует скорейшей постановки здесь «ревизии вторичных кварцитов». Не исключена возможность, что эта операция, толково поставленная, откроет нам еще 2—3 крупных месторождения меди типа коппер-порфири (copper porphyry). Во всяком случае образцы руд, приводившихся из месторождения Кок-тумсук и др., где-то к северо-западу от Коунрада, позволяют говорить об этом.

IV. Четвертый вопрос — о тех месторождениях меди вдали от Коунрада, которые в случае нужды можно было бы рассматривать в роли возможных поставщиков медистых концентратов Коунраду во вторую половину существования Прибалхашского комбината.

В этом отношении мы сталкиваемся с недостаточной изученностью тех участков, по которым Трансказакстанская железная дорога пройдет от Караганды до Балхаша. Но и теперь ясно следующее:

В Спасско-Успенском районе пока неизвестно крупных и разведанных запасов медных руд. Запасы меди в Успенском руднике (25—30 тыс. т. меди) и в других мелких месторождениях, тяготеющих к Успенскому руднику, не могут устраивать Коунрадский комбинат ни в ближайшем, ни в отдаленном будущем, поскольку все запасы меди в этом районе (по сумме категории А, В, С₁ и С₂) сводятся к цифре 120 тыс. т

меди, из которых 75 тыс. т отнесены по категории С₂ к месторождениям Джетым-чоку, Сары-адыр, Коктас и др., находящимся вблизи бывшего Спасского завода и Караганды.

Масштаб упомянутых запасов меди и место их существования скорее может удовлетворить новый небольшого масштаба медный завод где-либо возле Караганды, чем огромный Коунрадский комбинат.

Что касается медных месторождений в горах (Биш-чоку) в 140—150 км к северо-востоку от Коунрада (по воздушной линии), то производящиеся там сейчас перспективные буровые разведки выясняют в общем геологическую обстановку, напоминающую таковую же на Коунраде (но и здесь нет кольцевых даек фельзита); однако первые скважины дали пока мало определенных результаты относительно промышленного содержания меди, а разведочные работы 1932 г. силами КазГРТ пока не подытожены.

Во всяком случае весь перспективный по меди район к северо-востоку от Коунрада настолько удален от последнего, что вне железнодорожной связи с ним даже крупные месторождения меди здесь вряд ли могут быть использованы Прибалхашским комбинатом в ближайшие 5—6 лет, а возможно и далее. В западном Прибалхашье геологопоисковые работы автора в 1929—1930 гг. установили отсутствие сколько-нибудь значительных месторождений меди; таким образом вся железнодорожная магистраль от сопки Чечень-гара к югу, вплоть до Чу, в области западного Прибалхашья, Голодной степи и Чу-Илийских гор, не принесет Прибалхашстрою новых фондов руд и меди.

V. Остается сказать наконец несколько слов о наиболее простом и дешевом по нашему мнению варианте транзитного пути Караганда—Турксиб. Как известно, восточный вариант Трансказакстанской жел. дороги (мимо урочища Джарлы и вниз по р. Токрау), обладавший массой преимуществ, был по ряду соображений заменен западным так называемым «чуйским» вариантом. Факты теперь доказывают, что этот казавшийся кратчайшим путь от Караганды до Коунрада является практически достаточно длинным путем, так как пришлось трассу дороги по условиям рельефа пустить западнее Спасского завода и Успенского рудника, т. е. с большим отклонением от прямой линии. Восточных, сейчас выясняется, что этот чуйский вариант пути все транзитные грузы, прибывающие со стороны Караганды на ст. Чу Туркестано-Сибирской ж. д., должен в огромной части своей отправлять к северо-востоку, в сторону Алма-Аты.

Если это так, то какую же картину мы увидим по окончании постройки Трансказакстанской железной дороги по чуйскому варианту? Грузы, пробежав от Караганды 800 км по пустынным окраинам Голодной степи и Западного Прибалхашья, должны будут преодолеть водораздельные высоты Хантаусских гор (поборов массу подъемов с двойной тягой, быть может ряд тоннелей и т. д.), затем опуститься к ст. Чу; отсюда грузы, переотправляясь по Турксибу на восток, снова должны преодолеть труднейший Чокпарский перевал, чтобы далее катиться вниз, в направлении Алма-Аты.

Спрашивается — не проще ли будет, дойдя не веткой, а главной магистралью до Коунрада, перебраться к юго-востоку от последнего в урочище Узун-арал, через озеро Балхаш и отсюда по идеальной равнине Южного Прибалхашья, по естественно забалансированной местности, пойти магистралью на соединение с Турксибом в той точке, куда грузы из Караганды должны в конце концов

притти, но по пути в $1\frac{1}{2}$ раза более длительному и в несколько раз более трудному и дорогому.

Вполне возможно, что в будущем придется снова вернуться, хотя бы частично, к восточному варианту и взять от последнего те части его, которые через Балхаш поведут ближе всего и дешевле на соединение с Турксибом.

Автор два года назад в особой статье показал, что озеро Балхаш не представляет собой неопределимой преграды для переброски Трансказакстанской магистрали на южную сторону озера и далее к югу, как об этом полагали в самом начале. Наоборот, железнодорожная дамба через озеро в урочище Узун-арал (где глубина колеблется от 0,5—1 м до 5—6 м максимально, может оказать большую услугу и в деле водоснабжения Коунрадского комбината.

Проведение же магистрали — именно магистрали, а не подъездной ветки — через будущий город у Бертышского залива будет играть огромную роль как в деле бесперебойного снабжения комбината всем необходимым с юга и с севера, так и в деле вывоза прямо на Турксиб, в земледельческие и промышленные районы, тех излишков серной кислоты и ее производных, которые в Прибалхашском комбинате все-таки в какой-то мере будут получаться. Кроме того и с точки зрения культурной связи Прибалхашья с остальным миром этот вариант магистрали будет играть значение гораздо большее, чем вариант западный (чуйский). И еще один плюс — эта же магистраль, перейдя Балхаш, по пути к Турксибу пройдет через р. Или именно в том месте, где самой природой уготовлено место для мощной гидроэлектростанции и где в ближайшем будущем должны развернуться — на плодороднейшей долине р. Или — грандиозные плантации кормовых и технических культур (рис, хлопок, кендырь и т. д.). Здесь же, у гидроэлектростанции возможным станет и получение азотистых удобрений с тем или иным использованием серной кислоты с Коунрада.

В заключение можно подчеркнуть, что на фоне достаточно уже стабилизировавшейся в своих запасах рудной базы самого Коунрада надо приветствовать начинания Прибалхашстроя по детальному изучению всего северо-западного Прибалхашья и поискам новых месторождений меди в этом районе.

Эти же работы дадут ответ и на запросы строительства по линии флюсов, огнеупоров и стройматериалов. При поисках медных порфировых руд надо будет учитывать все указания, которые почерпнуты нами из факта установления на Коунраде интересных кольцевых даек фельзитов, которые несомненно являются одним из факторов, создавших столь мощную концентрацию меди, как Коунрад. Эти дайки могут и должны при поисках являться одним из признаков перспективности тех или иных несущих медь массивов вторичных кварцитов в районе Прибалхашья.

Ленинград, Центральный научно-исследовательский геологический институт

(Рукопись поступила 20 февраля 1933 г.).

Личков Б. Л., проф. К последним страницам геологической истории Черного моря

„ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ“ 1933 г. № 2, стр. 99 — 110.

В своей работе автор показывает, как в процессе роста и формирования Кавказского хребта две расположенные к востоку и западу от него прогибающиеся ванны постепенно сдвинулись геосинклиналями. Во вторую часть третичного периода в эти геосинклинали происходил колоссальный вынос осадков древними реками, причем одновременно происходило опускание дна и подъем берегов этого бассейна.

Характерными чертами геосинклинального процесса автор считает энергичное накопление на дне моря осадков и прогиб этого дна.

Л и н и я о т р е з а

Вольф проф. (Берлин). Инженерногеологическая практика в области распространения четвертичных отложений

„ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ“ 1933 г. № 2, стр. 110 — 125.

Автор описывает особенности четвертичных отложений Северной Германии, влияющие на производство инженерных работ в районах мощного развития этих отложений. Описание ведется применительно к четырем главным группам инженерных работ:

1. Проведение железных дорог, каналов, улиц, постройка плотин.
2. Возведение зданий разного рода.
3. Эксплуатация четвертичных отложений как полезного ископаемого.
4. Водоснабжение населенных мест. Обезвоживание грунта.

Л и н и я о т р е з а

Шейнманн Ю. М. Некоторые черты тектоники юго-востока Сибири

„ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ“ 1933 г. № 2, стр. 125 — 145.

В своей работе автор показывает основные черты альпийской тектоники района между озером Байкалом, Охотским морем, Центральным Китаем и Ордосом.

Он рисует их так: „Сибирский щит окаймлен складчатой зоной, идущей от Центральной Монголии до Охотского моря. К югу от нее находится массив Гоби и Манчжурии, отделенный от китайской глыбы узкой складчатой зоной между Ордосом и югом Манчжурии.“

На запад северная складчатая зона затухает, упираясь в сохранившиеся варисийские складчатые сооружения“.

Л и н и я о т р е з а

Шатский Н. С., проф. К тектонике Юго-восточного Прибайкалья

„ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ГЕОЛОГИИ“ 1933 г. № 2, стр. 145 — 155.

В своей работе автор приводит описание надвига докембрия на юру вдоль южного борта долины р. Селенги у ее впадения в Байкал.

Этот надвиг является продолжением ангарского надвига, установленного М. М. Тетяевым в 1915 г. в истоках р. Ангары на противоположном берегу озера.

В целях наиболее рационального использования помещаемого в журнале материала редакция вводит в каждом номере страничку аннотаций на основные статьи, помещенные в данном номере.

Аннотации следует вырезать и, наклеив на карточку, помещать в картотеку.

РЕДАКЦИЯ

By B. L. Lichkoff, prof. „On the last pages of the history of the Black Sea“

„PROBLEMS OF GEOLOGY OF USSR“ 1933. № 2, pp. 99 — 110.

In this work the author shows how, in the process of the building and formation of the Caucasus range, the two troughs situated east and west of the aforesaid range, gradually become synclines. During the later part of the Tertiary an enormous accumulation of sediments by ancient rivers has taken place; at the same time the bottom of this basin was depressed and its coast uplifted.

The author believes that the most characteristic features of this geosynclinal process were the rapid accumulation of sediments on the bottom of the sea and the depression of this bottom.

Cut through this line

By W. Wolff (Berlin), prof. „The engineering geological practice in the field of the Quarternary formation“

„PROBLEMS OF GEOLOGY OF USSR“ 1933. № 2, pp. 110 — 125.

The author discusses the characteristic features of the Quarternary sediments of Northern Germany, influencing engineering work in the region of the strong development of these sediments. The discussion deals with four main groups of engineering work, namely:

1. Construction of railways, canals, roads, dams.
2. Erection of different buildings.
3. Mining of Quarternary sediments to be used as mineral.
4. Water supply. Drainage.

Cut through this line

By U. M. Shoenman. „Some Tectonic Features of the South-Eastern Siberia“

„PROBLEMS OF GEOLOGY OF USSR“ 1933. № 2, pp. 125 — 145.

In his work the author shows the main features of the Alpine tectonics of the region situated between the Baikal, Okhotsk sea, Central China and Ordos.

He describes them as follows:

The Siberian shield is bordered by a zone of folding extending from the central Mongolia to the Okhotsk sea. South of this zone we see the massif of Gobi and Mantchuria, separated from the Chinese block by a narrow folded zone between Ordos and the Southern Mantchuria.

Towards the West the northern zone of folding disappears, abutting into the remaining Variscan folded zones.

Cut through this line

By N. S. Shatsky, prof. „On the tectonics of the South-Eastern Baikal region“.

„PROBLEMS OF GEOLOGY OF USSR“ 1933. № 2, pp. 145 — 155.

In his work the author describes the overthrust of Jurassic by the Pre-Cambrian along the southern edge of the Selenga river valley near the point at which this river throws into the Baikal.

This overthrust is the continuation of the Angar overthrust, discovered by M. M. Tetiaeff (in 1915) in the efflux of the Angara river on the opposite shore of the Great lake.

With the purpose of helping the reader in his study of the material contributed to the magazine, the Editor's office supplements to each issue a page of annotations on the principal papers contained in the given issue.

Cut through this line